

**T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI PÜRÜZLÜLÜĞE SAHİP BORULARDA GİRİŞ VE TAM  
GELİŞMİŞ AKIŞ BÖLGESİNİN DENEYSEL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. İhsan DAĞTEKİN**

**HAZIRLAYAN**  
**Ahmet Beyzade DEMİRPOLAT**

**2012**

**T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI PÜRÜZLÜLÜĞE SAHİP BORULARDA GİRİŞ VE TAM  
GELİŞMİŞ AKIŞ BÖLGESİNİN DENEYSEL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Müh. Ahmet Beyzade DEMİRPOLAT  
(091120104)**

**Ana Bilim Dalı: Makine Mühendisliği  
Programı: Enerji**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. İhsan DAĞTEKİN  
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:06.09.2012**

**EYLÜL-2012**

**T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI PÜRÜZLÜLÜĞE SAHİP BORULARDA GİRİŞ VE TAM  
GELİŞMİŞ AKIŞ BÖLGESİNİN DENEYSEL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Müh. Ahmet Beyzade DEMİRPOLAT  
(091120104)**

**Ana Bilim Dalı: Makine Mühendisliği  
Programı: Enerji**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06.09.2012**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 08.10.2012**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. İhsan DAĞTEKİN (F.Ü)**

**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Haydar EREN (F.Ü)**

**: Doç. Dr. Mehmet ESEN (F.Ü)**

**EYLÜL-2012**

## ÖNSÖZ

Borulardaki sıvı akışından, yaygın olarak ısıtma ve akışkan dağıtım şebekelerinde yararlanılır. Bu tür uygulamalarda akışkan çoğunlukla pompa ile bir akış bölümünde akmaya zorlanır. Boru akışında basınç düşüşü ve yük kaybı ile doğrudan bağlantılı olan sürtünmeye ayrı bir önem vermek gerekir. İşte bu noktada sürtünmenin meydana gelmesine dış etkenler sebep olur. Bu dış etkenlerden biri de boru pürüzlülüğüdür. Bu çalışmada, boru pürüzlülüğünün basınç kaybınaçeper kayma gerilmesine etkisini incelemek için değişik pürüzlülükte 5 adet boru seçilmiştir.

Boru uzunluğu, hidrodinamik geçiş uzunluğu ve tam gelişmiş akış bölgesini de kapsayacak kadar uzun seçildi. Bu borulara hidrodinamik geçiş bölgesinde sık aralıklarla tam gelişmiş akış bölgesinde ise sadece giriş ve çıkışta olmak üzere çok sayıda basınç prizleri yerleştirildi. Borular akışkanlar mekaniği laboratuvarında mevcut bulunan bir hidrolik tanka monte edildi.

Deney yapılırken debi hidrolik tank yardımıyla ölçüldü. Bu debiye karşılık gelen statik basınç değerleri ise sisteme kurulan sabit bir dijital kamera yardımıyla belirli bir zaman aralığında kaydedildi. Görüntü kalitesi açısından sistemdeki suya kırmızı renkli mürekkep karıştırıldı. Kaydedilen bu görüntülerden yararlanarak görüntü işleme programı ile anlık basınç çalkantıları hesaplandı.

Deney değişik pürüzlülüğe sahip borularda ve değişik Reynolds sayılarında tekrarlanarak boru boyunca basınç değişimleri elde edildi. Ayrıca tam gelişmiş akış bölgesinde belirli bir mesafedeki zaman ortalamalı basınç farkı değerlerinden yola çıkarak Çeper kayma gerilmesi ( $\tau_w$ ), Darcy sürtünme faktörü ( $f$ ) hesaplandı ve Reynolds sayısı ile değişimi grafik olarak gösterildi.

Çalışmamdaki katkılarından dolayı danışman hocam Prof. Dr. İhsan DAĞTEKİN' e, Doç. Dr. Haydar EREN' e, Arş. Gör. İsmail Hakkı ŞANLITÜRK' e ve Aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ahmet Beyzade DEMİRPOLAT

ELAZIĞ-2012

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

|                                                                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ .....                                                                                                             | I    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                                       | II   |
| ÖZET.....                                                                                                               | III  |
| SUMMARY .....                                                                                                           | IV   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                                                                   | V    |
| TABLolar LİSTESİ.....                                                                                                   | VIII |
| SEMBOLLER LİSTESİ .....                                                                                                 | IX   |
| 1.GİRİŞ.....                                                                                                            | 1    |
| 1.1. Laminar ve Türbülanslı Akışlar .....                                                                               | 3    |
| 1.2. Giriş Bölgesi .....                                                                                                | 5    |
| 1.3. Moody Diyagramı .....                                                                                              | 8    |
| 2. MATERYAL ve METOD.....                                                                                               | 14   |
| 2.1. Deney Düzeneginde Kullanılan Video Kameranın Özellikleri .....                                                     | 14   |
| 2.2. Deney Düzeneginde Kullanılan Boruların Özellikleri .....                                                           | 14   |
| 2.2.1. Siyah ve Galvanizli Borular .....                                                                                | 14   |
| 2.2.2. PPRC Boruları.....                                                                                               | 15   |
| 2.2.3. Alüminyum ve Bakır Borular.....                                                                                  | 16   |
| 3. BULGULAR ve TARTIŞMA .....                                                                                           | 18   |
| 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....                                                                                            | 366  |
| EKLER.....                                                                                                              | 38   |
| Ek.1. Alüminyum boru 1. deney 5. s değerleri İçin $\dot{m}$ , $v'$ , $v_{ort}$ , $Re$ , $f$ , $\tau_w$ ' ın bulunması.. | 38   |
| Ek .2 Tablolar .....                                                                                                    | 39   |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                                          | 114  |

## ÖZET

Değişik pürüzlülüğe sahip borulardaki pürüzlülüğün, giriş ve tam gelişmiş akış bölgesinde, basınç kaybına etkisi ve basıncın zamana göre değişimi deneysel olarak incelenmiştir. Basınç kaybı ölçülürken türbülans çalkantıları da dikkate alınmıştır. Ayrıca tam gelişme bölgesinde belirli bir mesafedeki zaman ortalama basınç farkı değerlerinden yola çıkarak Çeper kayma gerilmesi ( $\tau_w$ ), Darcy sürtünme faktörü ( $f$ ) hesaplanmış ve Reynolds sayısı ile değişimi grafik olarak gösterilmiştir. Sonuçta Reynolds sayısı arttıkça sürtünme faktörünün azaldığı ve çeper kayma gerilmesinin ise yükseldiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürtünme, iç akış, yüzey pürüzlülüğü.

## **SUMMARY**

### **Experimental Analysis of Entrance and Fully Developed Flow Region in Pipes with different surface roughness**

Effect of roughness on pressure loss and pressure change versus time in the entrance and fully developed flow region of pipes having different roughness have been experimentally investigated. Also, wall shear stress and Darcy friction coefficient have been calculated via pressure difference at a distance of fully developed flow region, and relation of those values with Reynolds number has been shown graphically. As a result, it was seen that while Reynolds number increases, friction coefficient decreases and wall shear stress increases.

**Keywords:** Friction, internal flow, surface roughness

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. Boru içerisindeki hız dağılımı.....                                                                                | 2  |
| Şekil 1.2. $2300 \leq Re \leq 4000$ arasındaki geçiş akışı bölgesindeki akış durumları .....                                  | 5  |
| Şekil 1.3. Boru akışında çeper kayma gerilmesinin akış yönünde giriş bölgesinden<br>tam gelişmiş bölgeye kadar değişimi ..... | 6  |
| Şekil 1.4. Boruda hız sınır tabakasının gelişimi.....                                                                         | 8  |
| Şekil 1.5. Moody diyagramı.....                                                                                               | 13 |
| Şekil 2.1. Deney düzeneği.....                                                                                                | 16 |
| Şekil 2.2. Alüminyum borusu 1. deney 05. saniyede çekilen görüntü ( $Re= 50067$ ).....                                        | 17 |
| Şekil 2.3. Siyah boru 3. deney 10. saniyede videodan alınan görüntü ( $Re=42809$ ).....                                       | 17 |
| Şekil 3.1 Alüminyum boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün<br>zamana bağlı değişimi. ....                 | 19 |
| Şekil 3.2 Siyah boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün<br>zamana bağlı değişimi. ....                     | 19 |
| Şekil 3.3 Galvanizli boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme<br>faktörünün zamana bağlı değişimi.....                 | 20 |
| Şekil 3.4 Bakır borusu için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün<br>zamana bağlı değişimi. ....                   | 20 |
| Şekil 3.5 PPRC borusu için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün<br>zamana bağlı değişimi. ....                    | 21 |
| Şekil 3.6 Alüminyum boru için ortalama $Re-f$ grafiği .....                                                                   | 22 |
| Şekil 3.7 Siyah boru için ortalama $Re-f$ grafiği.....                                                                        | 22 |
| Şekil 3.8 Galvanizli boru için ortalama $Re-f$ grafiği.....                                                                   | 23 |
| Şekil 3.9 Bakır boru için ortalama $Re-f$ grafiği.....                                                                        | 23 |
| Şekil 3.10 PPRC boru için ortalama $Re-f$ grafiği.....                                                                        | 24 |
| Şekil 3.11. Bakır ve alüminyum boruların ortalama $Re-f$ grafikleri. ....                                                     | 24 |



|                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.12.</b> Siyah, galvanizli ve PPRC borularının ortalama $Re f$ grafikleri .....                   | 25 |
| <b>Şekil 3.13.</b> Tüm boruların ortalama $Re f$ grafikleri. ....                                           | 25 |
| <b>Şekil 3.14</b> Alüminyum boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.....      | 26 |
| <b>Şekil 3.15</b> Bakır boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.....          | 27 |
| <b>Şekil 3.16</b> Siyah boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.....          | 27 |
| <b>Şekil 3.17</b> Galvaniz boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.....       | 28 |
| <b>Şekil 3.18</b> PPRC boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.....           | 28 |
| <b>Şekil 3.19.</b> Tüm boruların basıncın boru boyunca değişimi.....                                        | 29 |
| <b>Şekil 3.20</b> Alüminyum boru için boru boyunca çeper kayma ( $\tau_w$ ) (Pa) gerilmesinin değişimi..... | 29 |
| <b>Şekil 3.21</b> Bakır boru için boru boyunca çeper kayma ( $\tau_w$ ) (Pa) gerilmesinin değişimi.....     | 30 |
| <b>Şekil 3.22</b> Siyah boru için boru boyunca çeper kayma ( $\tau_w$ ) (Pa) gerilmesinin değişimi.....     | 30 |
| <b>Şekil 3.23</b> Galvaniz boru için boru boyunca çeper kayma ( $\tau_w$ ) (Pa) gerilmesinin değişimi.....  | 31 |
| <b>Şekil 3.24</b> PPRC boru için boru boyunca çeper kayma ( $\tau_w$ ) (Pa) gerilmesinin değişimi.....      | 31 |
| <b>Şekil 3.25</b> Tüm boruların boru boyunca çeper kayma ( $\tau_w$ ) (Pa) gerilmesinin değişimi.....       | 32 |
| <b>Şekil 3.26</b> Alüminyum borunun zamana bağlı değişim eğrileri.....                                      | 32 |
| <b>Şekil 3.27</b> Bakır borunun zamana bağlı değişim eğrileri.....                                          | 33 |
| <b>Şekil 3.28</b> Siyah borunun zamana bağlı değişim eğrileri .....                                         | 33 |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.29</b> Galvaniz borunun zamana bağlı değişim eğrileri..... | 34 |
| <b>Şekil 3.30</b> PPRC borunun zamana bağlı değişim eğrileri .....    | 34 |
| <b>Şekil 3.31</b> Tüm borular için basıncın zamanla değişimi.....     | 35 |

## TABLÖLAR LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.1.</b> Yeni ticari borular için eşdeğer pürüzlülük değerleri. .... | 10 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|

## SEMBOLLER LİSTESİ

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| $D_h$         | : Hidrolik çap, m                |
| $D$           | : Boru çapı, m                   |
| $f$           | : Darcy sürtünme faktörü         |
| $L$           | : Uzunluk veya mesafe, m         |
| $L_h$         | : Hidrodinamik giriş uzunluğu, m |
| $Re$          | : Reynolds sayısı                |
| $\nu$         | : Kinematik viskozite, $m^2/s$   |
| $\varepsilon$ | : Ortalama yüzey pürüzlülüğü, mm |
| $\mu$         | : Dinamik Viskozite, kg/ms       |
| $\tau$        | : Kayma gerilmesi, $N/m^2$ (Pa)  |
| $\infty$      | : Uzak alan özelliği             |
| $Re_{kr}$     | : Kritik Reynolds Sayısı         |
| $V$           | : Hız, m/s                       |
| $ort$         | : Ortalama büyüklük              |
| $V_{ort}$     | : Ortalama akış hızı, m/s        |
| $\dot{m}$     | : Kütleli debi, kg/s             |
| $\dot{V}$     | : Hacimsel debi, $m^3/s$         |
| $\rho$        | : Yoğunluk, $kg/m^3$             |
| pprc          | : Polipropilen random copolimer. |

## 1.GİRİŞ

Günlük yaşantımızda dairesel ve dairesel olmayan borulardaki akış ile yaygın olarak karşılaşırız. Evlerimizde kullandığımız sıcak ve soğuk su boruların içerisinden pompalanır. Şehir suyu pahalı bir boru şebekesi ile dağıtılır. Petrol ve doğalgaz yüzlerce kilometre uzunluğundaki boru hatları ile taşınır. Vücudumuzdaki kan atardamarlar ve toplardamarlar ile taşınır. Motordaki soğutma suyu, içinden akarken soğuttuğu radyatörde bulunan borulara hortumlar vasıtası ile taşınır.

Çoğu akışkan özellikle de sıvılar dairesel borularla taşınır. Bunun sebebi bu tür boruların kayda değer bir bozulmaya uğramadan içi ve dışı arasındaki basınç farklarına dayanabilmesidir. Boru akışlarında basınç düşüşü ile doğrudan ilişkili olan sürtünmeye ayrı bir önem vermek gerekir. Çünkü bu basınç düşüşü pompalama gücü ihtiyacını belirlemek için kullanılır.

Akış teorisi oldukça iyi anlaşılmasına rağmen teorik çözümler dairesel borulardaki, tam gelişmiş laminar akış gibi sadece birkaç basit durum için elde edilebilmiştir. Bundan dolayı çoğu akış problemlerinde kapalı hal analitik çözümlerinden ziyade deneysel sonuçlara ve ampirik bağıntılara güvenilmelidir. Deneysel sonuçların dikkatlice denetlenen laboratuvar şartlarında elde edildiği ve iki sistemin tam olarak birbirine benzemeyeceği düşünüldüğünde elde edilen sonuçları eksiksiz olarak görmemek gerekir. Sürtünme faktörlerinde yüzde onluk bir hata (ve fazlası) oluşması istisnadan çok bir standarttır [1].

Boru içi akışlarla ilgili çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların en önemlilerinden biri, cam boru içerisindeki akışa boya enjekte ederek laminar, geçiş ve türbülanslı akış rejimlerinin varlığını gösteren Osborne Reynolds'un (1842-1912) çalışmalarıdır. Darcy-Weisbach sürtünme faktörünün geliştirilmesinde büyük katkı sağlayan Henry Darcy (1803-1858) ve Julius Weisbach'ın (1806-1871) çalışmaları da bu konudaki en önemli çalışmalardandır. G. Hagen (1797-1884) ve J. Poiseuille (1799-1869).Çalışmalarında. Hagen-Poiesuille akışı olarak adlandırılan debi ile basınç düşüşü arasındaki ilişkiyi veren denklemi bulmuşlardır [1-2] .

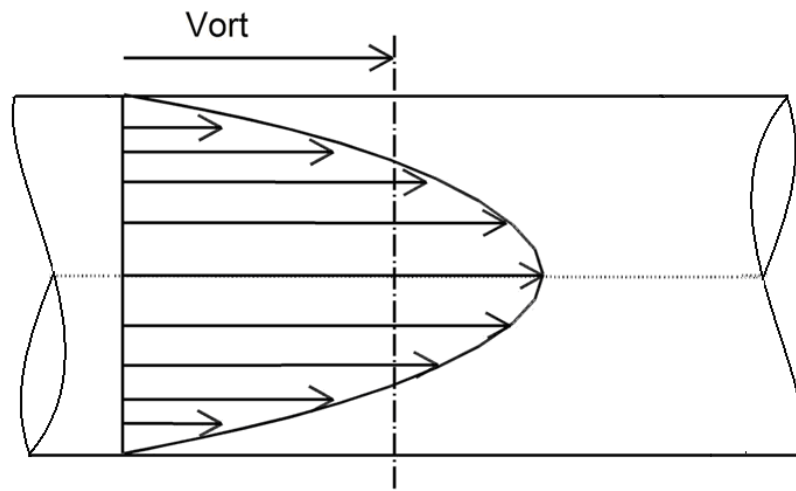
J. Nikuradse 1933 yılında gerçekleştirdiği deneyler sonucu değişik pürüzlülüklerle sahip borularda sürtünme faktörü ile Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi elde etmiştir.

1939 yılında Cyril F. Colebrook, pürüzsüz ve pürüzlü borularda geçiş ve türbülanslı akışlar için mevcut verileri birleştirerek Colebrook denklemini elde etmiştir. 1942’ de Hunter Rouse ve iki yıl sonra Lewis F. Moody sürtünme faktörü ile Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi veren diyagramı çizmişlerdir. Moody diyagramı ve Colebrook denklemi deneysel hataların büyüklüğü sebebiyle ancak yüzde on beşlik bir sapma ile kullanılabilir [3-5].

Bhatti ve Shah [6] ile Kaysa ve Crawford [7] hidrodinamik geçiş uzunlukları ile ilgili çalışmalarda bulunmuşlardır.

Basınç kaybı ve sürtünme faktörünün bulunmasına yönelik olan bu çalışmalar genellikle suni olarak pürüzlendirilmiş borular üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada ise pürüzlülük oluşturma yerine farklı tipteki boruların pürüzlülüğünün ölçülmesi esas alınacaktır.

Bir borudaki akışkan hızı kaymama koşulundan ötürü yüzeydeki sıfır değerinden boru merkezindeki maksimum değerine doğru değişir. Akışkan akışında ortalama hız  $V_{ort}$  ile çalışmak daha uygundur. Bu değer sıkıştırılamaz akışta borunun en-kesit alanı değişmediği sürece değişmez.



**Şekil. 1.1.** Boru içerisindeki hız dağılımı

Isıtma ve soğutma uygulamalarında ortalama hız, yoğunluk ve sıcaklık değişimlerinden dolayı bir miktar değişebilir. Fakat uygulamada akışkan özelliklerini ortalama bir sıcaklıktaki akışkan özelliklerini alarak değerlendirir ve bunları sabit olarak ele alırız. Sabit özelliklerle çalışmanın uygunluğu, genellikle doğruluktan hafif bir sapmayı fazlasıyla telafi eder.

### **1.1. Laminar ve Türbülanslı Akışlar**

Akış düşük hızlarda akım çizgisi halindedir. Fakat hız kritik bir değerin üstüne çıktığında karmaşık bir hal alır. Birinci durumdaki akış rejimine laminar denir. Düzgün akım çizgileri ve çok düzenli hareketi ile tanınır. İkinci duruma ise türbülanslı akış denir. Hız çalkantıları ve çok düzensiz hareketi ile kendini belli eder. Laminardan türbülanslı akışa geçiş aniden olmaz. Daha çok akış tamamen türbülanslı oluncaya kadar, laminar ve türbülanslı akış arasında gidip gelir. Uygulamada karşılaşılan çoğu akışlar türbülanslıdır. Yağ gibi yüksek viskoziteli akışkanların küçük borularda veya dar geçitlerde aktığı hallerde laminar akış ile karşılaşılır.

İngiliz Mühendis Osborne Reynolds' un (1842-1912) bir asırdan fazla zaman önce yaptığı gibi laminar geçiş ve türbülanslı akış rejimlerinin varlığını cam boru içindeki akışa boya enjekte ederek doğrulayabiliriz. Akış laminar iken oluşan desenin düşük hızlarda düz ve pürüzsüz çizgi halinde olduğunu (moleküler difüzyondan dolayı bir miktar bulanıklık) görebiliriz . Geçiş rejiminde çalkantı patlamaları olduğunu ve akış tam gelişmiş hale geldiğinde ise hızlı ve rastgele zikzaklar oluştuğunu görürüz. Boyanın bu zikzakları ve yayılımı ana akıştaki değişimin ve komşu tabakalardan geçen akışkan parçacıklarının hızlı bir şekilde karıştığının göstergesidir.

Türbülanslı akıştaki hızlı değişimlerin sonucunda akışkanın yoğun bir şekilde karışması akışkan parçacıkları arasındaki momentum geçişini arttırır. Bu da yüzeydeki sürtünme kuvvetini ve dolayısıyla gerekli pompalama gücünü arttırır. Akış tam gelişmiş olduğunda sürtünme faktörü maksimum değere ulaşır.

## Reynolds Sayısı:

Laminardan türbülanslı akışa geçiş geometri, yüzey pürüzlülüğü, akış hızı, yüzey sıcaklığı, akışkan türü ve daha birçok şeye bağlıdır. Osborne Reynolds 1880' li yıllarda yaptığı ayrıntılı deneylerden sonra akış rejiminin temelde akışkandaki atalet kuvvetlerinin viskoz kuvvetlere oranına bağlı olduğunu keşfetmiştir. Bu orana Reynolds sayısı denir ve dairesel borudaki iç akış için Reynolds sayısı şu şekilde tanımlanır.

$$Re = \frac{\text{Atalet Kuvvetleri}}{\text{Viskozite Kuvveti}} = \frac{V_{ort} \times D}{\nu} = \frac{\rho \times V_{ort} \times D}{\mu} \quad (1.1)$$

Büyük Reynolds sayılarında akışkan yoğunluğu ve akışkanın hızının karesiyle orantılı olan atalet kuvvetleri, viskoz kuvvetlere göre daha büyüktür. Bundan dolayı viskoz kuvvetler akışkanın hızlı ve rasgele değişimlerini engelleyemez. Küçük veya orta Reynolds sayılarında ise viskoz kuvvetler bu değişimleri bastıracak kadar ve akışkanı “çizgi üzerinde tutacak kadar” büyüktür. Bu yüzden birinci durumda akışkan türbülanslı ikinci durumda ise laminardır.

Akışın türbülanslı olmaya başladığı Reynolds sayısına Kritik Reynolds sayısı  $Re_{kr}$  denir. Farklı geometriler ve akış şartları için Kritik Reynolds sayısının değeri farklıdır. Dairesel borudaki iç akış için Kritik Reynolds sayısının genelde kabul edilen değeri  $Re_{kr}=2300$ ’ dür.

Laminar, geçiş ve türbülanslı akışlar için Reynolds sayısının kesin değerlerini bilmek isteriz. Fakat uygulamada o kadar da kolay değildir. Laminardan türbülanslı akışa geçişin ayrıca yüzey pürüzlülüğü, boru titreşimleri ve akıştaki çalkantılar ile tanımlanan akışın düzensizlik derecesine bağlı olduğu görülmüştür. Çoğu pratik uygulamada dairesel borudaki akış  $Re = 2300$  için laminardır.  $Re = 4000$  için türbülanslı ve bu iki değer arasında geçiş akışı olur. Yani:

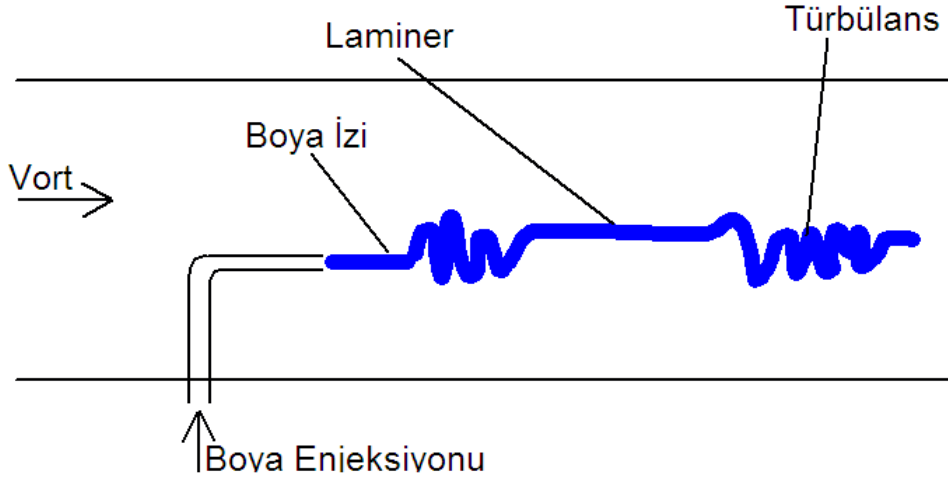
$Re \leq 2300$  Laminar Akış

$2300 \leq Re \leq 4000$  Geçiş Akışı

$Re \geq 4000$  Türbülanslı akış



Geçiş akışında akış laminar ve türbülanslı arasında rastgele bir şekilde değişir.



**Şekil 1.2.**  $2300 \leq Re \leq 4000$  arasındaki geçiş akışı bölgesinde akış, laminar ve türbülanslı durumlar arasında rastgele bir şekilde değişir. [1].

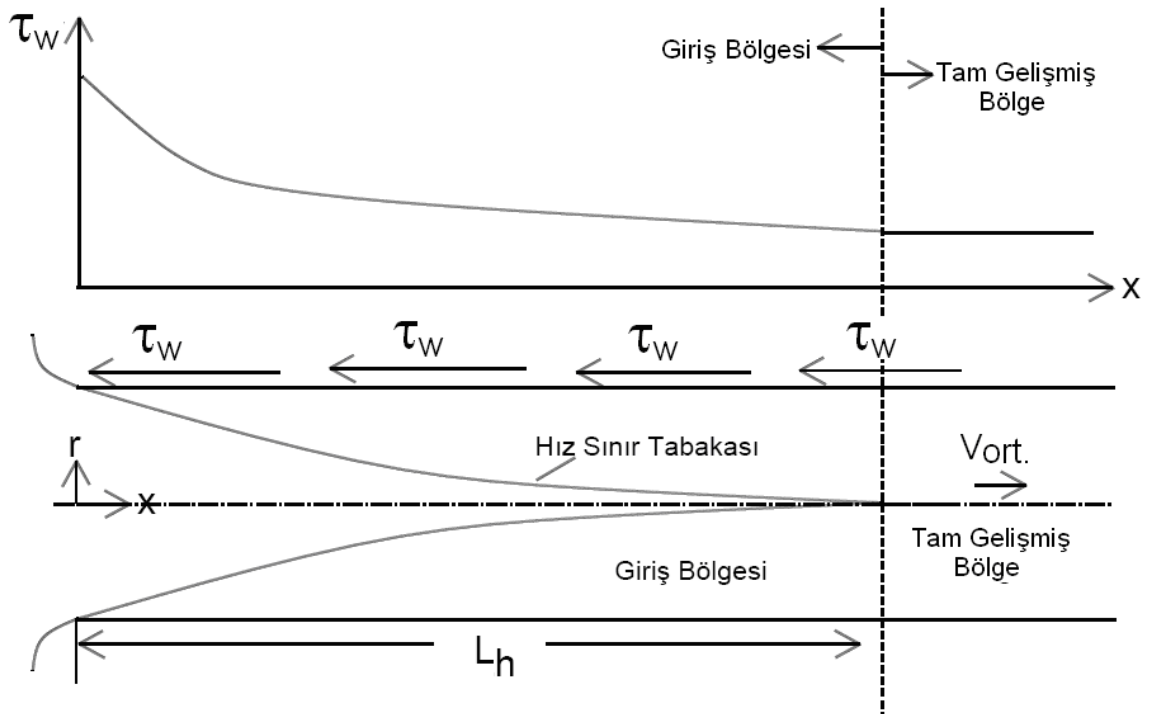
Çok pürüzsüz borularda akış düzensizliklerinin ve boru titreşimlerinin engellenmesi halinde çok yüksek Reynolds sayılarında da laminar akış sağlanabilir.

## 1.2. Giriş Bölgesi

Dairesel bir boruya üniform hızla giren akışkanı göz önüne alalım. Çeperde kaymama koşulundan dolayı boru yüzeyi ile temasta olan tabakadaki akışkan parçacıkları tamamen durur. Bu tabaka ayrıca sürtünmeden dolayı bitişik tabakadaki akışkan parçacıklarının azar azar yavaşlamasına yol açar. Bu hız düşmesini telafi etmek için boru içindeki kütleli debiyi, sabit tutmak amacıyla borunun orta kısmındaki akışkanın hızı artmalıdır. Tüm bunların sonucunda boru boyunca bir hız gradyeni gelişir.

Akışkanın viskozitesinin neden olduğu viskoz kayma kuvvetlerinin etkisinin hissedildiği akış bölgesine, hız sınır tabakası veya sadece sınır tabaka denir. Var olduğu düşünülen hayali sınır yüzeyi borudaki akışı iki bölgeye ayırır. Viskoz etkilerin ve hız değişimlerinin önemli olduğu sınır tabaka bölgesi ve sürtünme kuvvetlerinin ihmal edilebilir olduğu ve radyal yönde hızın sabit kaldığı dönümsüz (çekirdek) akış bölgesidir.

Borunun merkezine ulaşıncaya kadar bu sınır tabakanın kalınlığı akış yönünde artar ve şekil 1.3 deki gibi borunun tamamını kaplar. Borunun girişinden sınır tabakanın merkez çizgisi ile birleştiği yere kadar olan bölgeye hidrodinamik giriş bölgesi denilir ve bu bölgenin uzunluğuna hidrodinamik giriş uzunluğu  $L_h$  denir. Giriş bölgesindeki akışa hidrodinamik olarak gelişen akış denir. Çünkü bu bölge hız profilinin geliştiği yerdir. Giriş bölgesinin uzağında olup hız profilinin tam olarak geliştiği ve değişmeden kaldığı bölgeye ise hidrodinamik olarak tam gelişmiş bölge denir. Boyutsuzlaştırılmış sıcaklık dağılımının profili de değişmeden kalıyorsa bu durumda akış tam gelişmiş olarak nitelendirilir.



**şekil 1.3.** Boru akışında çeper kayma gerilmesinin akış yönünde giriş bölgesinden tam gelişmiş bölgeye kadar değişimi [1].

Laminar akışta tam gelişmiş bölgede hız profili paraboliktir. Türbülanslı akışta girdap hareketinden ve radyal yöndeki daha güçlü karışmalardan dolayı hız profili biraz daha yassıdır. Akış tam gelişmiş olduğunda zaman ortalamalı hız profili değişmeden kalır.

Boru çeperindeki kayma gerilmesi  $\tau_w$  yüzeydeki hız profilinin eğimi ile ilgilidir. Hidrodinamik olarak tam gelişmiş bölgede, hız profili değişmeden kaldığı gibi çeper

kayma gerilmesi de sabit kalır. Borunun hidrodinamik giriş bölgesindeki akışını dikkate alalım. Sınır tabaka kalınlığının en az olduğu boru girişinde çeper kayma gerilmesi en yüksek değerdedir. Bu nedenle borunun girişinde basınç düşüşü daha fazladır ve giriş bölgesinin etkisi, borunun tamamı için olan ortalama sürtünme faktörünü daima arttırma yönündedir. Bu artış kısa borular için önemli olmakla birlikte uzun borular için ihmal edilebilir.

### **Giriş Uzunlukları**

Hidrodinamik giriş uzunluğu, çoğunlukla çeper kayma gerilmesinin tam gelişmiş haldeki kayma gerilmesi değerine yüzde iki dolaylarında yaklaştığı uzaklık olarak alınır. Laminar akışta hidrodinamik giriş uzunluğu yaklaşık olarak

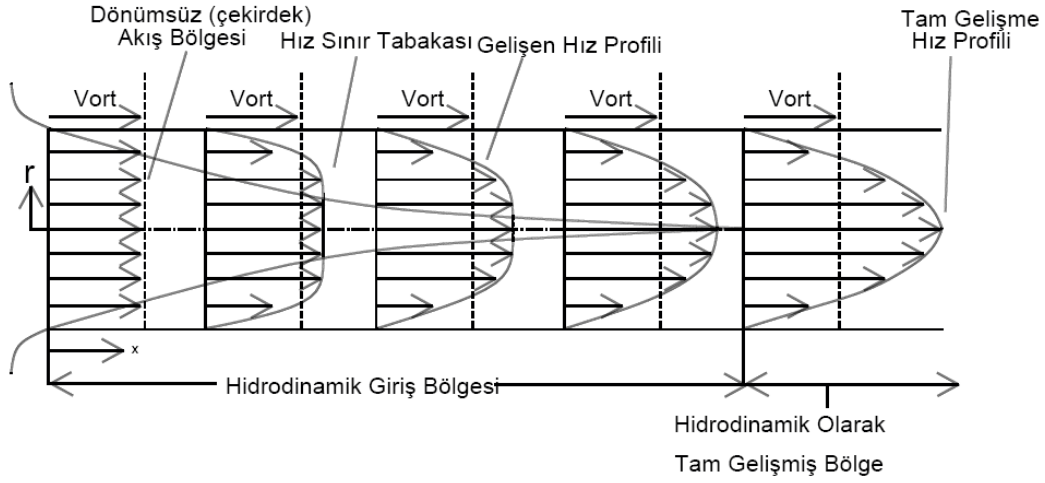
$$L_{h, \text{laminar}} \cong 0.05 \text{ Re}_D D \quad (1.2)$$

ile verilir.  $\text{Re} = 20$  için hidrodinamik giriş uzunluğu çapın büyüklüğü kadardır. Fakat hız ile birlikte doğrusal olarak artar.  $\text{Re} = 2300$  laminar akış sınır değerinde ise hidrodinamik giriş uzunluğu  $115D$  dir.

Türbülanslı akışta oluşan rastgele çalkantılar sırasındaki yoğun karışma çoğunlukla moleküler difüzyon etkisini gölgeler. Türbülanslı akış için hidrodinamik giriş uzunluğu yaklaşık olarak,  $L_h \text{ türbülans} = 1.359 D \text{ Re}_D^{1/4}$  alınabilir. Beklendiği gibi türbülanslı akışta giriş uzunluğu çok daha kısadır ve Reynolds sayısına bağımlılığı daha zayıftır. Uygulamada karşılaşılan çoğu boru akışında, boru çapının 10 katı bir uzunluktan sonra giriş etkileri önemsiz hale gelir ve hidrodinamik giriş uzunluğu yaklaşık olarak alınabilir.

$$L_{h, \text{türbülans}} \approx 10 D \quad (1.3)$$

Giriş bölgelerindeki sürtünmeden kaynaklanan yük kayıplarını hesaplamak için kullanılan kesin ilişkiler bilimsel kaynaklarda bulunabilir. Fakat uygulamada kullanılan borular çoğunlukla giriş bölgesinden birkaç kat daha uzundur ve bundan dolayı boru akışları boru boyunca tam gelişmiş olarak kabul edilir. Bu basitleştirici yaklaşım uzun borular için uygun sonuçlar verirken, kısa borular için çeper kayma gerilmesini ve dolayısıyla sürtünme faktörünü olması gerekenin altında verdiğinden sağlıklı değildir.



**Şekil 1.4.** Boruda hız sınır tabakasının gelişimi [1].

### 1.3. Moody Diyagramı

Tam gelişmiş türbülanslı boru akışındaki sürtünme faktörü Reynolds sayısına ve boru pürüzlülüğünün ortalama yüksekliğinin boru çapına oranı olan bağıl pürüzlülük  $\epsilon / D$  ye bağlıdır. Bu bağımlılığın fonksiyonel biçimi teorik analizden elde edilemez ve eldeki bütün sonuçlar, suni olarak pürüzlendirilmiş yüzeyler kullanılarak dikkatlice yapılan deneylerden elde edilmiştir. Bu tür deneylerin çoğu Prandtl' ın öğrencisi J. Nikuradse tarafından 1933 yılında gerçekleştirilmiş ve arkasından başkalarının çalışmaları gelmiştir. Sürtünme faktörü, debi ölçümlerinden ve basınç düşüşünden hesaplanmıştır.

Elde edilen deneysel verilere eğri uydurma işlemi uygulanarak, deneysel sonuçlar tablo, grafik ve fonksiyonel biçimde sunulmuştur. 1939 da Cyril F. Colebrook pürüzsüz ve pürüzlü borularda geçiş ve türbülanslı akışlar için mevcut olan verileri birleştirmiş ve Colebrook denklemi olarak bilinen aşağıdaki kapalı bağıntıyı elde etmiştir.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0 \log \left( \frac{\epsilon}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \text{ türbülanslı akış} \quad (1.4)$$

Denklemdaki logaritmanın doğal logaritma olmadığına, 10 tabanına göre olduğuna dikkat edilmelidir. 1842’ de Amerikalı mühendis Hunter Rouse (1906-1996) Colebrook denklemi doğruladı ve  $f$ ’yi  $Re$  nin ve  $Re\sqrt{f}$  çarpımının fonksiyonu olarak grafik şeklinde çizdi. Ayrıca laminar akış bağlantısını ve ticari boru pürüzlülüğü tablosunu hazırladı. İki yıl sonra Lewis F. Moody (1880-1953). Rouse’ un diyagramını bugün yaygın olarak kullanılan haliyle tekrar çizdi. Bu diyagramda boru akışındaki Darcy sürtünme faktörü geniş bir aralıkta Reynolds sayısı ve  $\epsilon/D$  ’nin fonksiyonu olarak verilmektedir. Bu diyagram muhtemelen mühendislikte en yaygın olarak kabul edilen ve kullanılan diyagramlardan birisi olup dairesel borular için geliştirilmiş olmasına rağmen, çap yerine hidrolik çapın yazılması ile dairesel olmayan borular için de kullanılabilir.

Ticari olarak mevcut borular, piyasadaki boruların pürüzlülüğünün üniform olmaması ve kesin bir şekilde tarif edilememesinden dolayı deneylerde kullanılanlardan farklıdır. Bazı ticari borular için eşdeğer pürüzlülük değerleri Tabloda 1.1 ve Moody diyagramında verilmiştir.

**Tablo 1.1.** Yeni ticari borular için eşdeğer pürüzlülük değerleri [1].

| Malzeme                         | Pürüzlülük. $\epsilon(\text{mm})$ . |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Cam, plastik                    | 0 (pürüzsüz).                       |
| Beton                           | 0.9-9                               |
| Tahta Fıçı                      | 0.5                                 |
| Lastik (kauçuk)Pürüzleştirilmiş | 0.01                                |
| Bakır veya pirinç boru          | 0.0015                              |
| Dökme Demir                     | 0.26                                |
| Galvanizli demir                | 0.15                                |
| İşlenmiş demir                  | 0.0046                              |
| Paslanmaz çelik                 | 0.002                               |
| Ticari çelik                    | 0.045                               |

Bu değerlerdeki belirsizlikler  $\mp$  yüzde 60' a kadar çıkabilir.

Bu değerlerin yeni borular için olduğu ve kullanım sonucu ortaya çıkan paslanma ile ölçülerde artış veya azalma ile boruların bağıl pürüzlülüğünün ( $\epsilon/D$ ) artabileceği unutulmamalıdır. Sonuç olarak sürtünme faktörü 5 ila 10 kat arasında büyüyebilir. Borulama sistemlerinin tasarımında gerçek çalışma şartları hesaba katılmalıdır. Ayrıca Moody diyagramı ve buna eşdeğer Colebrook denklemi bir çok belirsizlik içerir. Bu belirsizliğin sebebi pürüzlülüğün büyüklüğü, deneysel hata, verilerin eğriye uydurulması vb. sebeplerdir. Genellikle Moody diyagramındaki tüm aralıklarda doğruluktan  $\pm 15'$  e kadar sapma olduğu göz önüne alınır.

$f$  nin yaklaşık açık bağıntısı 1983 de S.E. Haaland tarafından aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$\frac{1}{f} \cong -1.8 \log \left[ \frac{6,9}{\text{Re}} + \left( \frac{\epsilon/D}{3.7} \right)^{1.11} \right] \quad (1.5)$$

Bu bağıntıdan elde edilen sonuçlar Colebrook denkleminde elde edilenlerden yüzde iki kadar farklıdır. Eğer daha doğru sonuçlar elde edilmek istenirse programlanabilir bir hesap makinesiyle veya Excel gibi bir hesaplama çizelgesiyle Denklem (1.4)'ü kullanarak  $f$  yi Newton iterasyonu ile çözerken, Denklem (1.5) iyi bir ilk tahmin olarak kullanılabilir.

Moody diyagramından aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

Laminar akışta Reynolds sayısının artması ile sürtünme faktörü azalır ve sürtünme faktörü yüzey pürüzlülüğünden bağımsızdır.

Pürüzsüz bir boruda sürtünme faktörü minimumdur, (fakat kaymama koşulundan ötürü hala sıfır değildir) ve pürüzlülük ile artar. Bu durumda ( $\varepsilon = 0$ ) Colebrook denklemi,

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.0 \log \left( \text{Re} \sqrt{f} \right) - 0.8 \quad (1.6)$$

olarak ifade edilen Prandtl denklemine indirgenir.

Laminardan türbülanslı rejime geçiş bölgesi ( $2300 < \text{Re} < 4000$ ) Moody diyagramında gölgeli alan olarak gösterilmiştir. Bu bölgedeki akış, akışı bozan şeylere bağlı olarak laminar veya türbülanslı olabilir veya laminar ile türbülanslı arasında değişebilir. Dolayısıyla sürtünme faktörü de laminar ve türbülanslı akış için olan değerler arasında değişebilir. Bu aralıktaki veriler en az güvenilir olanlardır. Bağlı pürüzlülüğün küçük olduğu değerlerde, geçiş bölgesinde sürtünme faktörü artar ve pürüzsüz boruların değerine yaklaşır.

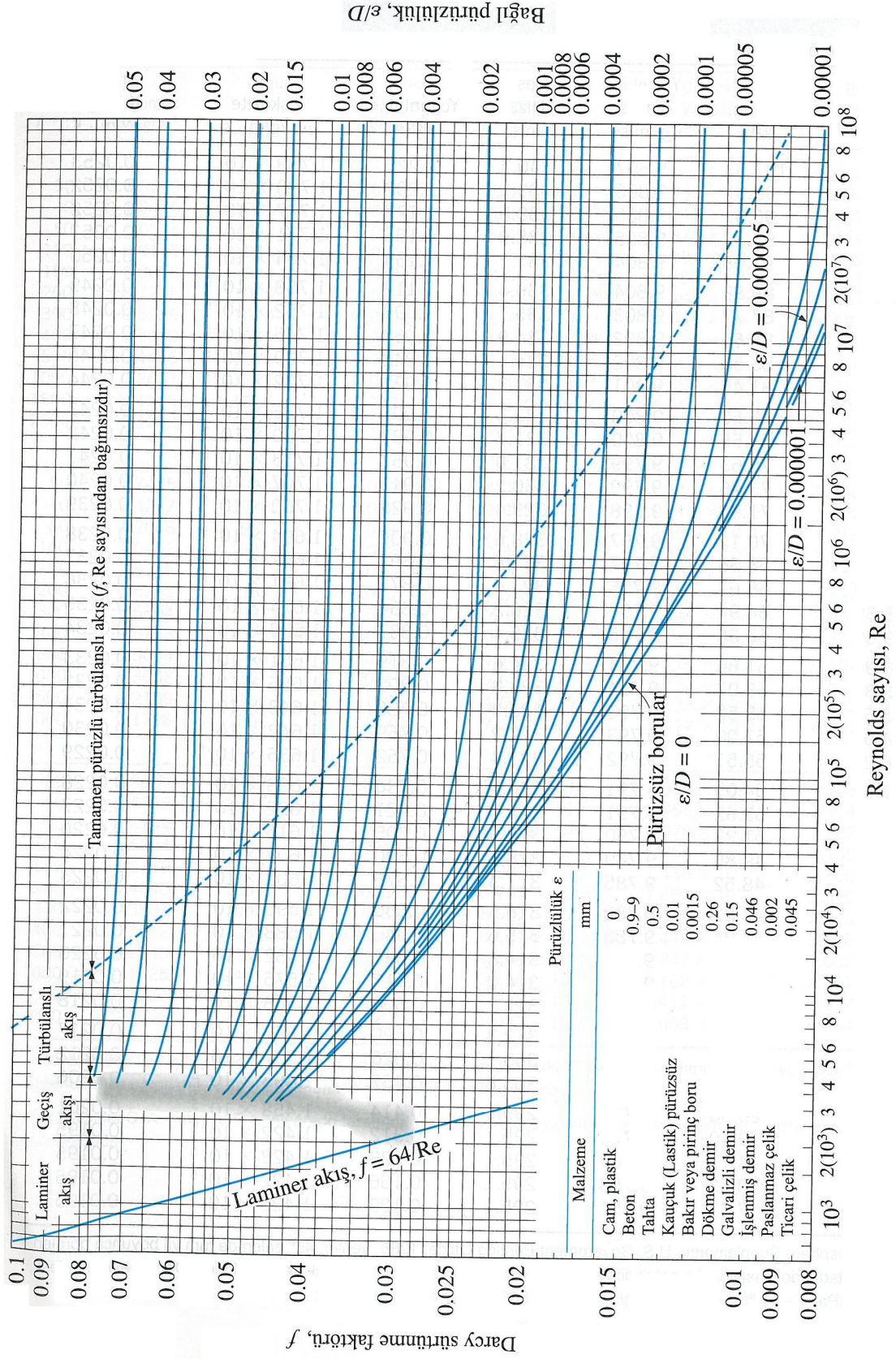
Çok büyük Reynolds sayılarında (diyagram üzerinde kesik çizginin sağına doğru) belirli bağlı pürüzlülük eğrilerine karşılık gelen sürtünme faktörü eğrileri hemen hemen yataydır ve dolayısıyla sürtünme faktörleri Reynolds sayısından bağımsızdır. Bu bölgedeki akışa tamamen pürüzlü türbülanslı akış veya sadece tamamen pürüzlü akış denir. Bunun sebebi Reynolds sayısının artması ile viskoz alt tabaka kalınlığının azalmasıdır. Bu tabaka öyle incilir ki pürüzlülük yüksekliği ile karşılaştırıldığında ihmal edilebilir duruma gelir. Bu durumdaki viskoz etkiler, ana akış içerisinde çoğunlukla çıkıntı oluşturan pürüzlülük elemanları tarafından oluşturulur ve viskoz alt tabakanın buna katkısı ihmal edilebilir. Tamamen pürüzlü bölgede ( $\text{Re} \rightarrow \infty$ ) Colebrook denklemi  $f$  için açık bir denklem olan ve

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2.0 \log \left[ \frac{(\varepsilon/D)}{3.7} \right] \quad (1.7)$$

olarak ifade edilen von Karman denkleminde indirgenir. Bazı yazarlar bu bölgeyi tamamen türbülanslı akış olarak adlandırmaktadır.

Ancak kesikli çizginin solundaki akış da tamamen türbülanslı olduğundan bu adlandırma yanlış anlaşılmalara yol açmaktadır [1].





## **2. MATERYAL ve METOD**

Deney düzeneği hazırlanırken değişik pürüzlülükte 5 adet boru seçilmiştir. Boru uzunluğu, hidrodinamik geçiş uzunluğu ve tam gelişmiş akış bölgesini de kapsayacak kadar uzun seçilmiştir. Bu borulara hidrodinamik geçiş bölgesinde sık aralıklarla, tam gelişmiş akış bölgesinde ise sadece giriş ve çıkışta olmak üzere çok sayıda basınç prizleri yerleştirilmiştir. Borular akışkanlar mekaniği laboratuvarında mevcut bulunan bir hidrolik tanka monte edilmiştir.

Deney yapılırken debi hidrolik tank yardımıyla ölçülmüş bu debiye karşılık gelen statik basınç değerleri ise sisteme kurulan sabit bir dijital kamera yardımıyla belirli bir zaman aralığında kaydedilmiştir. Görüntü kalitesi açısından sistemdeki suya kırmızı renkli mürekkep karıştırılmıştır. Kaydedilen bu görüntülerden yararlanarak görüntü işleme programı ile anlık basınç çalkantıları hesaplanmıştır.

Deney değişik pürüzlülüğe sahip borularda ve değişik Reynolds sayılarında tekrarlanarak boru boyunca basınç değişimleri elde edilmiştir. Ayrıca tam gelişmiş akış bölgesinde belirli bir mesafedeki zaman ortalamalı basınç farkı değerlerinden yola çıkarak Çeper kayma gerilmesi ( $\tau_w$ ), Darcy sürtünme faktörü ( $f$ ) hesaplanmış ve Reynolds sayısı ile değişimi grafik olarak gösterilmiştir.

### **2.1. Deney Düzenğinde Kullanılan Video Kameranın Teknik Özellikleri**

Yüksek çözünürlükte, lens sistemi dijital zum 300x optik zum 25x, görüntü sensörü CCD algılayıcı boyut 1/1.57 cm (1/4"), ekran özellikleri LCD, HD kalitede video kaydı yapmaktadır.

### **2.2. Deney Düzenğinde Kullanılan Boruların Özellikleri**

#### **2.2.1. Siyah ve Galvanizli Borular**

Su vb. sıvıların iletiminde kullanılır. Üretim aralığı dış çap 21.3 mm-323.9 mm, et kalınlığı 2mm-12 mm, boru boyu standart 6 m'dir. Özel siparişlerde 5 ile 12.80 m arası boylarda teslim edilebilmektedir. Toleranslar: Et Kalınlığı: - %12.5 %10 standartlara göre

değişmektedir. Ağırlık %10 standartlara göre değişmektedir. Boy 50 mm (standartta göre değişmektedir). Eğrilik 1 mm/m.

Orta seri olan borular su için 25 bar işletme basıncına kadar kullanılabilir. Her boru 50 bar basınç altında sızdırmazlık testinden ve girdap akımları (E/C) ile tahribatsız testten geçer. Deneyde kullandığımız siyah borunun iç çapı 27.6 mm'dir. Galvanizli borunun iç çapı 27.75 mm'dir.

### **2.2.2. PPRC Boruları**

PPRC boru ek parçalarının hafif ve pürüzsüz olması, iç yüzeyinin kaygan ve parlak olması, kireçlenme ve paslanma yapmaması hijyenik olması, montajının kolay olması gibi avantajlı yönleriyle plastik boru sektöründe galvanizli boruların yerini alarak günümüzde bina içi soğuk ve sıcak su tesisatlarında kullanılır.

Deneyde kullandığımız PPRC borusunun iç çapı 20.5 mm' dir.

### 2.2.3. Alüminyum ve Bakır Borular

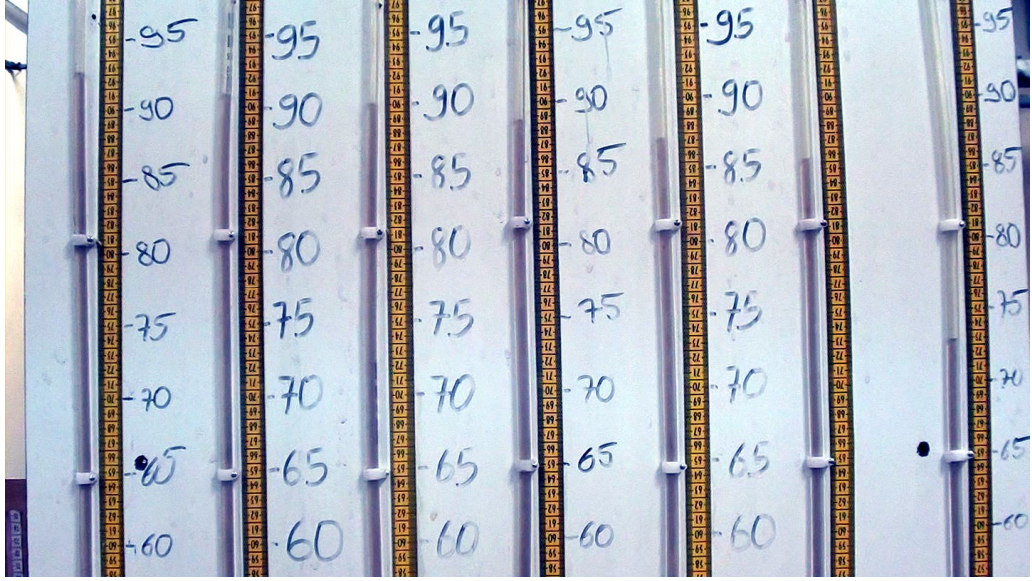
Borular genellikle, şofbenlerde, kombilerde, sıhhi tesisatta, ısı tesisatında, sanayi ve ev tipi klimalarda, güneş enerji sistemlerinde, oto gaz LPG dönüşüm sistemlerinde, hava ve yağ tesisatlarında, medikal tesisatlarda, ısı değıştircilerde ve doğalgaz tesisatları gibi yerlerde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Deneyde kullanılan alüminyum borunun iç çapı 26 mm, bakır borunun iç çapı 25 mm’ dir.

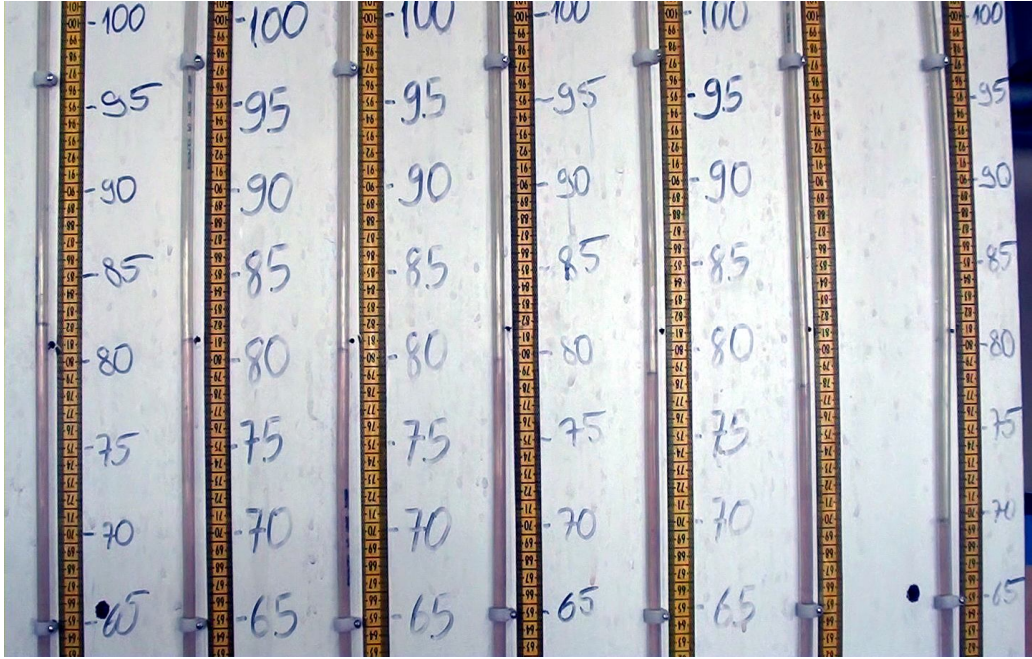


Şekil 2.1. Deney düzeneği





Şekil 2.2. Alüminyum borusu 1. deney 05. saniyede çekilen görüntü ( $Re = 50067$ )



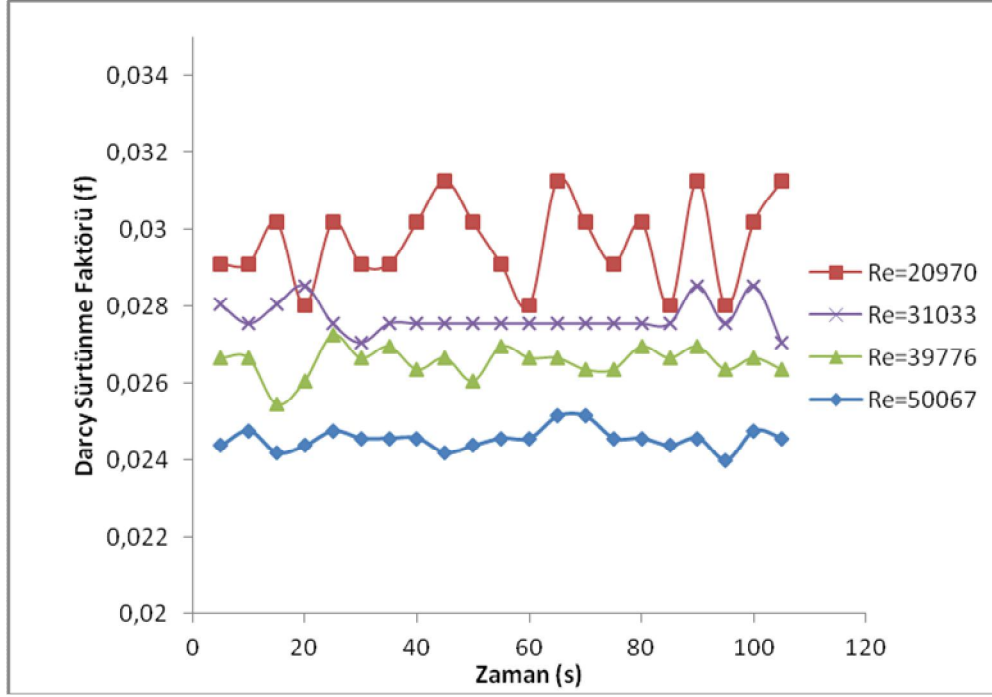
Şekil 2.3 Siyah boru 3. deney 10. saniyede videodan alınan görüntü ( $Re = 42809$ )

### 3. BULGULAR ve TARTIşMA

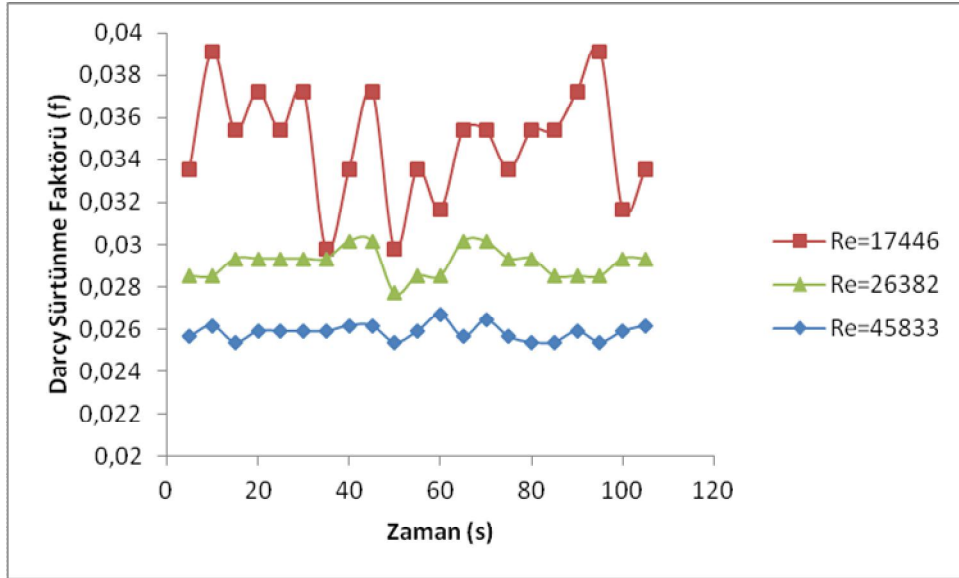
Bu çalışmada, alüminyum boru, siyah boru, galvanizli boru, bakır boru ve PPRC boru olmak üzere beş boru için deneyler yapılmıştır. Tüm deneylerde Reynolds sayısı 17446 ile 57183 arasında değişmektedir.

Deneylerde beşer saniye aralıklarla yirmi bir zaman diliminde statik basınç ölçümü yapılmış ve sürtünme faktörü zaman grafikleri, çeper kayma gerilmesi grafikleri çizilmiştir. Ayrıca zaman ortalamalı sürtünme faktörü ile Reynolds sayısı arasındaki ilişkiyi veren grafik de çizilmiştir.

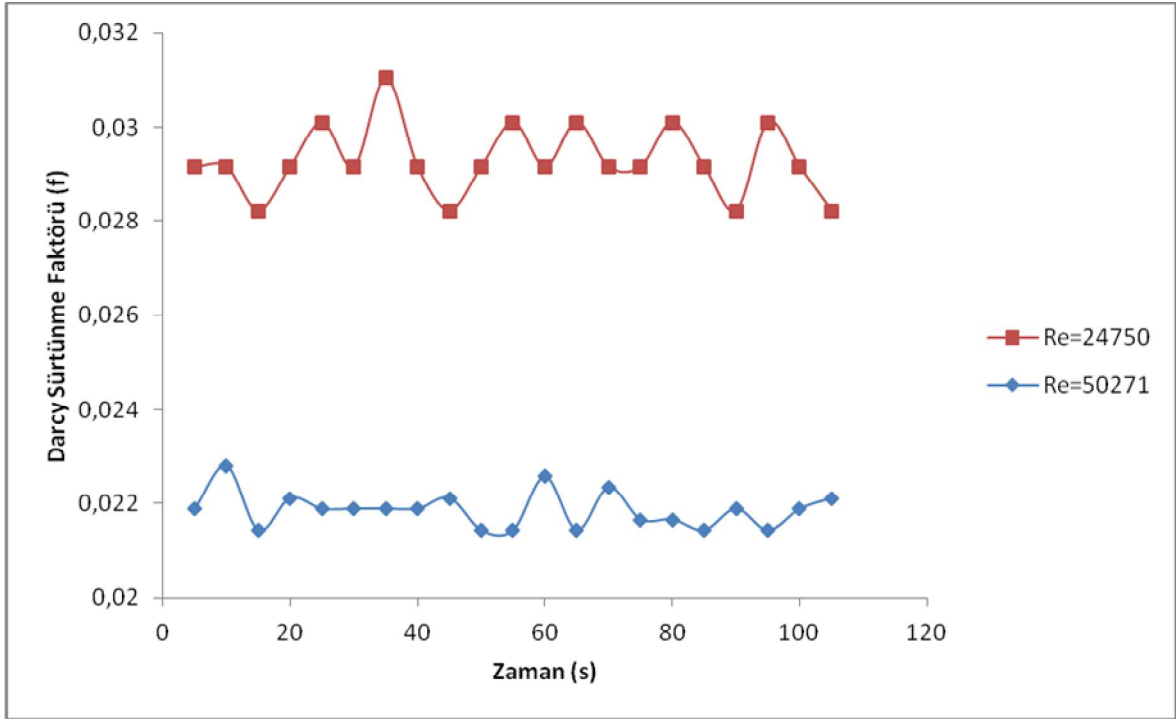
Moody eğrisinde en az  $\pm\%15$  lik bir hata oranı söz konusu olduğu, literatürde belirtilmektedir. Deneysel sürtünme faktörü eğrilerinin eğimi Moody diyagramınkinden farklı çıkmıştır. Eğer bu deneysel hatalardan kaynaklanmıyorsa Moody eğrisinin yeniden sorgulanması anlamına gelmektedir. Bu amaçla deneylerin çok daha büyük Reynolds sayılarını da kapsayacak şekilde tekrarlanması faydalı olacaktır.



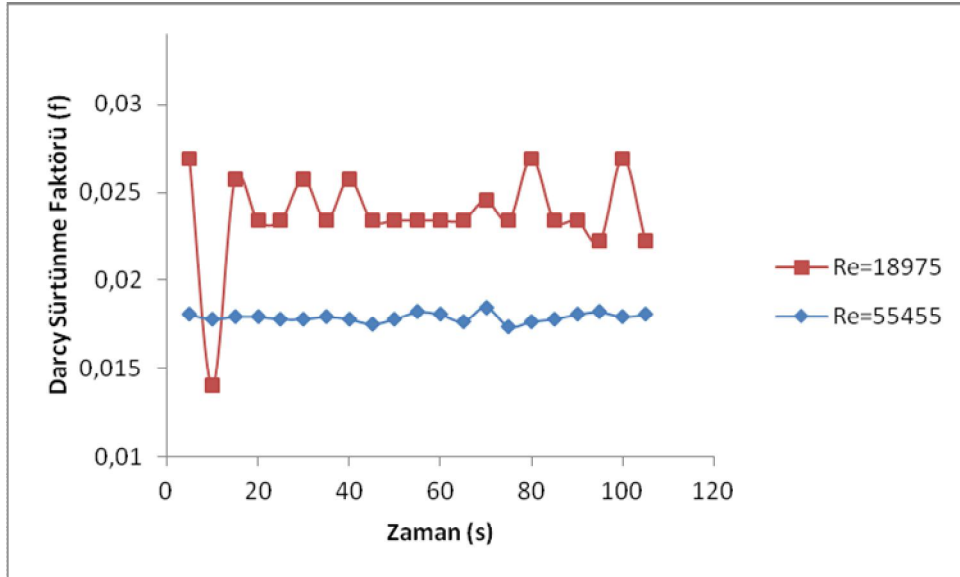
**Şekil 3.1** Alüminyum boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün zamana bağlı değişimi.



**Şekil 3.2** Siyah boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün zamana bağlı değişimi.

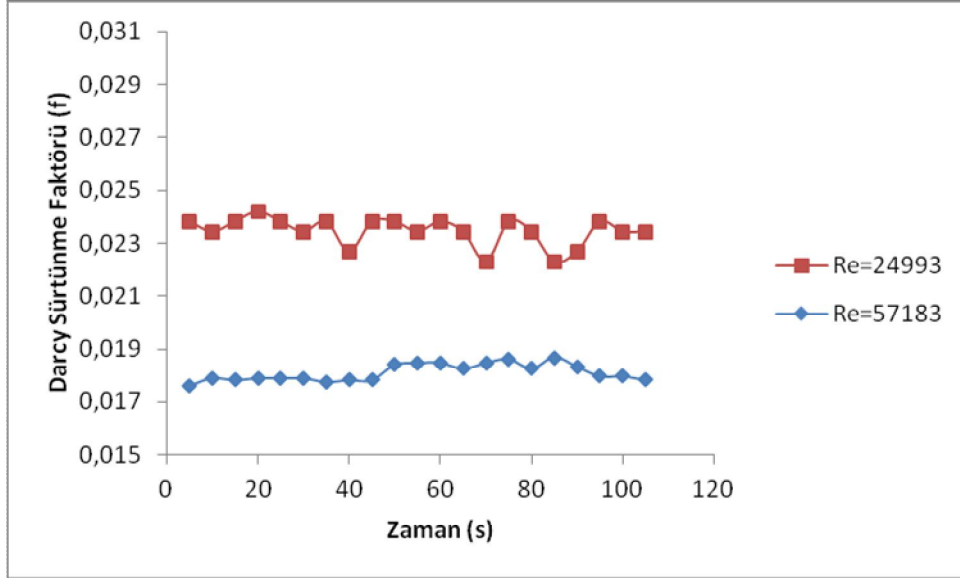


**Şekil 3.3** Galvanizli boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün zamana bağlı değişimi.



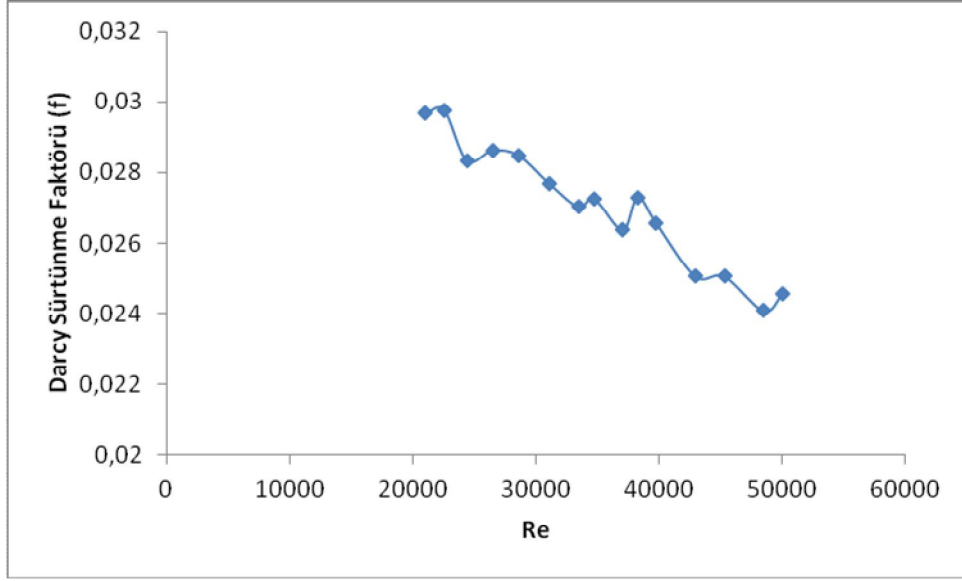
**Şekil 3.4** Bakır boru için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün zamana bağlı değişimi.



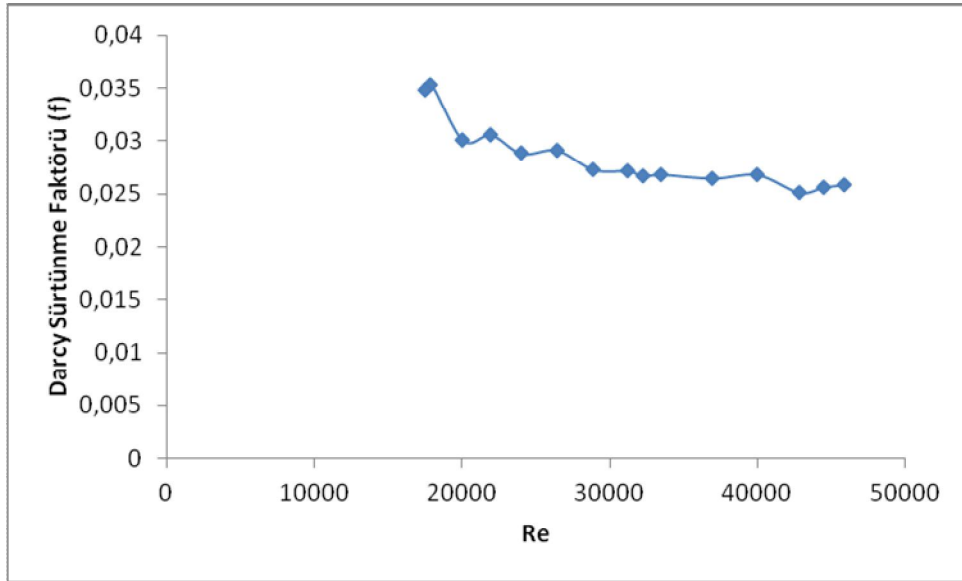


**Şekil 3.5** PPRC borusu için değişik Reynolds sayılarında sürtünme faktörünün zamana bağlı değişimi.

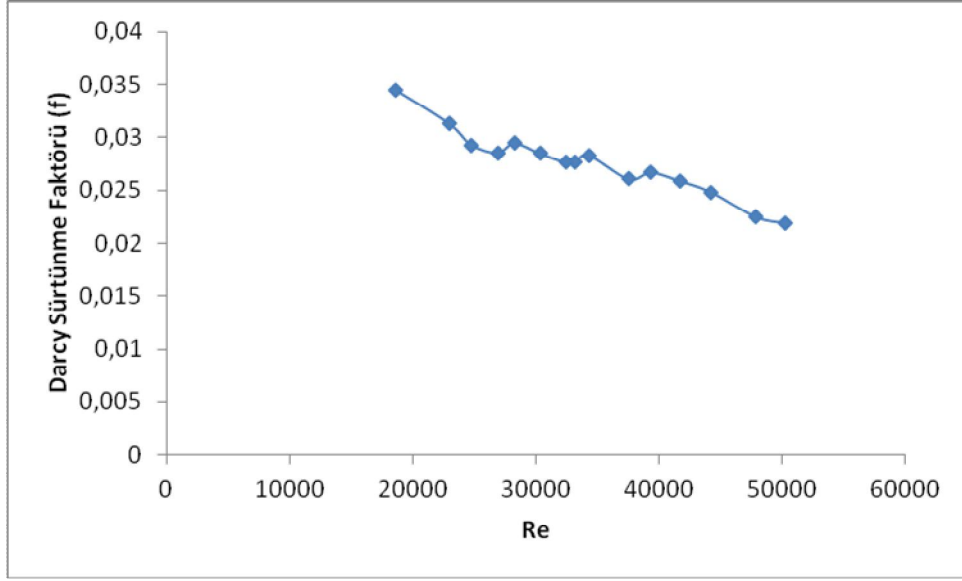
Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5’ de görüldüğü gibi, alüminyum, bakır, siyah, PPRC ve galvanizli boru için elde edilen deney sonuçları incelendiğinde, yüksek Reynolds sayılarında Darcy sürtünme faktörü  $f$  belirli bir ortalama değer civarında daha kararlı bir hal gösterirken düşük Re sayılarında daha kararsız bir durum görülmektedir. Bunun nedeni daha düşük Re sayılarında akışın geçiş bölgesi özelliği göstermesinden dolayı olduğu söylenebilir. Tam türbülanslı akış karakteristiği gösteren  $Re > 45000$  değerleri incelendiğinde, alüminyum boru için  $f = 0.0242$ , bakır boru için  $f = 0.0175$ , siyah boru için  $f = 0.026$ , PPRC boru için  $f = 0.018$  ve galvanizli boru için  $f = 0.022$  ortalama değerleri civarında değiştiği tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek sürtünme faktörü değeri siyah boruda  $f = 0.026$  ve en düşük sürtünme değeri  $f = 0.0175$  bakır boru için elde edilmiştir.



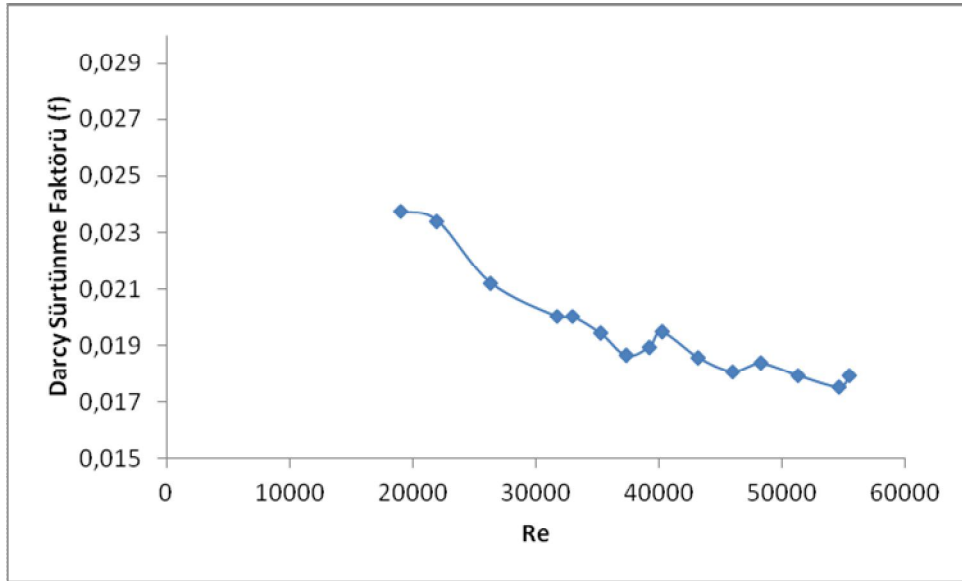
**Şekil 3.6** Alüminyum boru için ortalama  $Re$ - $f$  grafiği



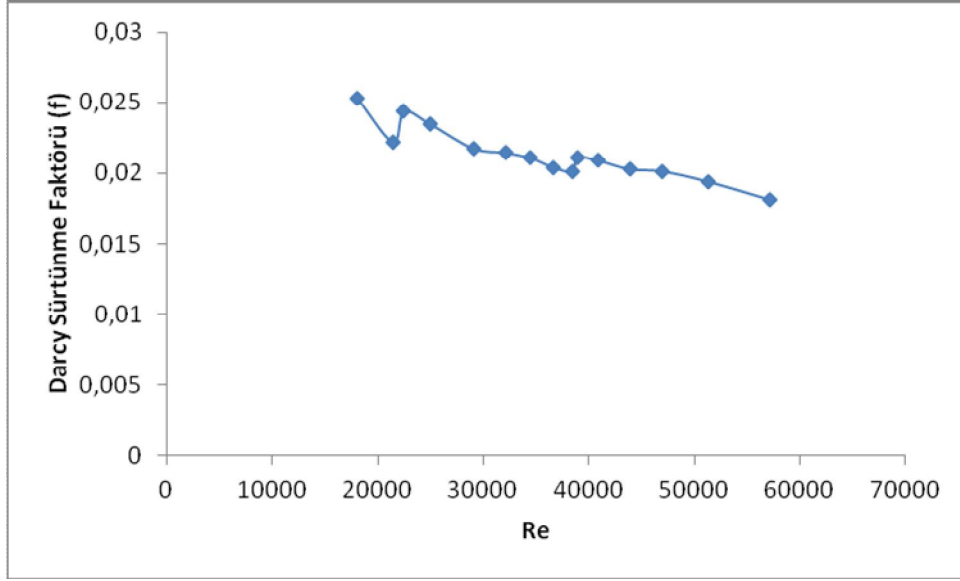
**Şekil 3.7** Siyah boru için ortalama  $Re$ - $f$  değişimi



**Şekil 3.8** Galvanizli boru için ortalama  $Re$ - $f$  değişimi

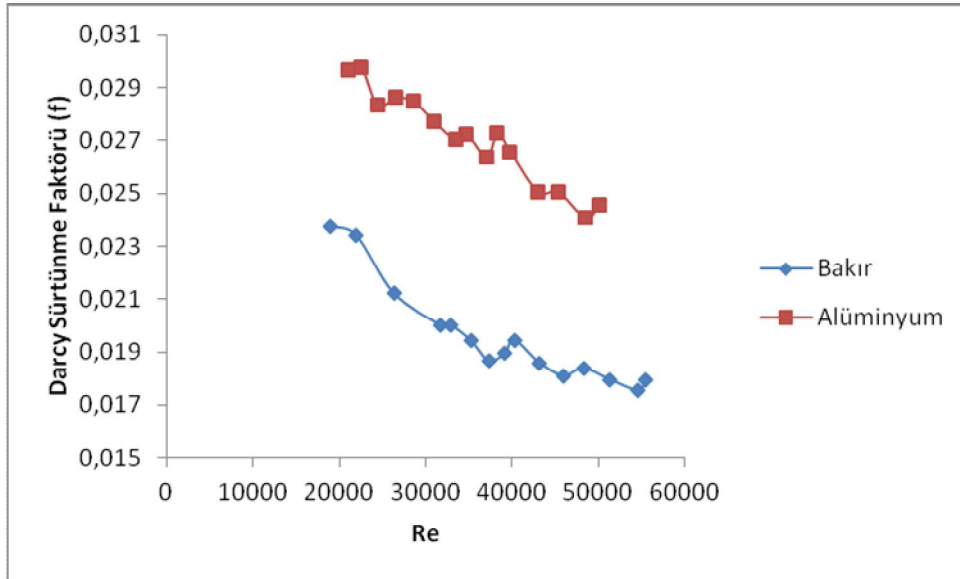


**Şekil 3.9** Bakır boru için ortalama  $Re$ - $f$  değişimi



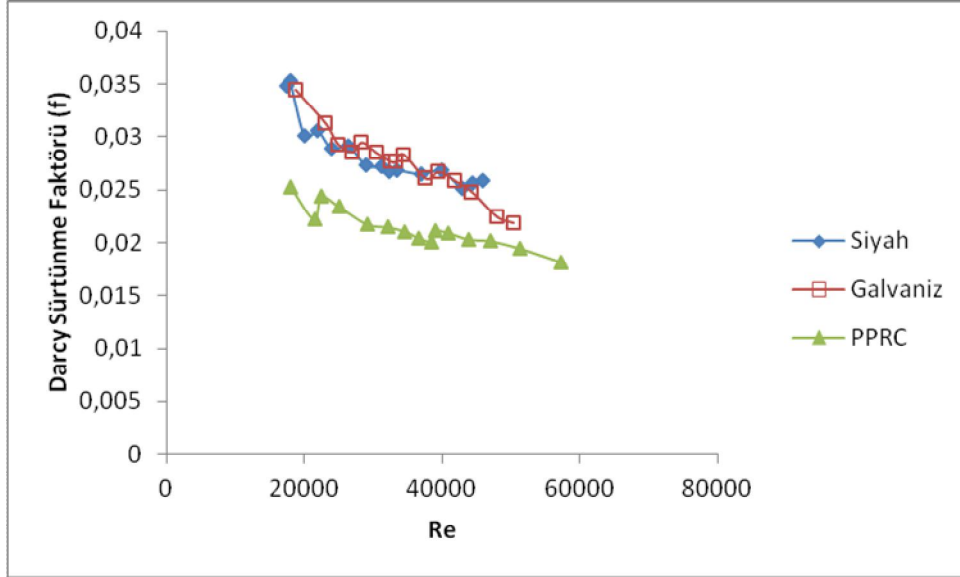
**Şekil 3.10** PPRC boru için ortalama Re- $f$  değişimi

Şekil 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10'da sürtünme faktörü  $f$ 'nin Re sayısına göre değişimi verilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi Reynolds sayısı artıkça sürtünme faktörü  $f$  azalmaktadır. Ancak bu azalma alüminyum ve bakır boruda daha keskin olurken diğer borularda daha tedrici bir görünüm oluşmaktadır.



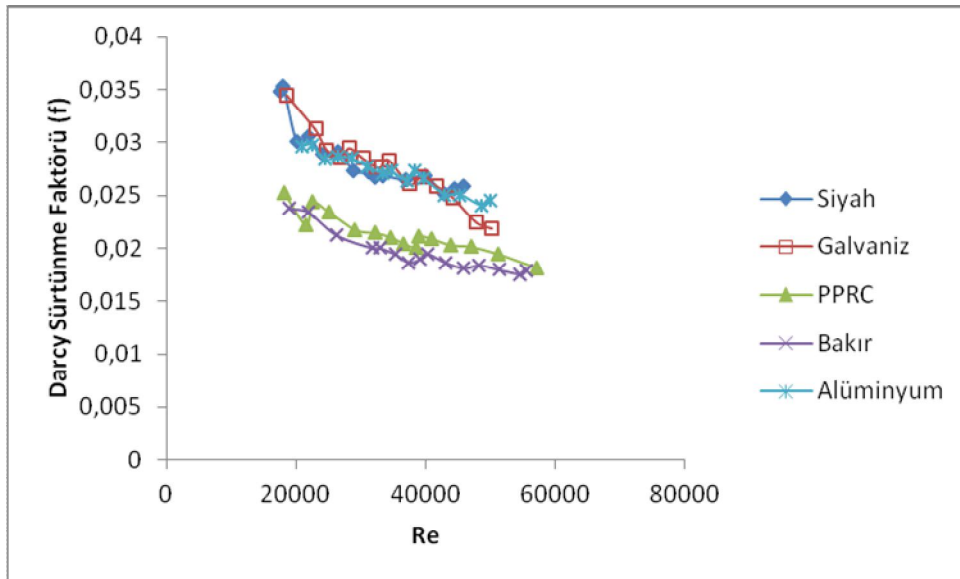
**Şekil 3.11.** Bakır ve alüminyum boruların ortalama Re- $f$  değişimi

Şekil 3.11’de görüldüğü gibi  $Re > 45000$  değerler incelendiğinde, alüminyum boru için  $f = 0.0242$ , bakır boru için  $f = 0.0175$  elde edilmiştir. Alüminyum borunun sürtünme faktörü  $f$ ’nin bakır borununkine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.



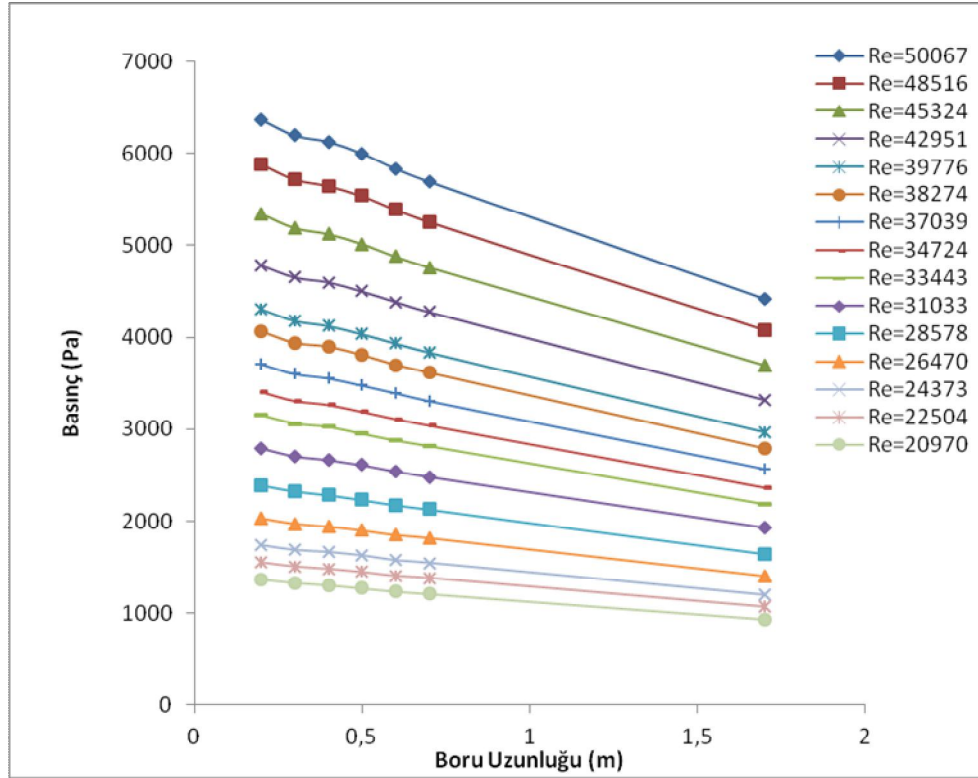
Şekil 3.12. Siyah, Galvanizli ve PPRC borularının ortalama  $Re$ - $f$  grafikleri .

Şekil 3.12’de görüldüğü gibi aynı  $Re$  sayılarında siyah ve galvanizli borunun sürtünme faktörü  $f$  benzerlik gösterse de tüm  $Re$  sayıları incelendiğinde siyah borunun sürtünme faktörünün daha büyük olduğu görülmektedir. PPRC borunun ise en düşük sürtünme faktörüne sahip olduğu görülmektedir.

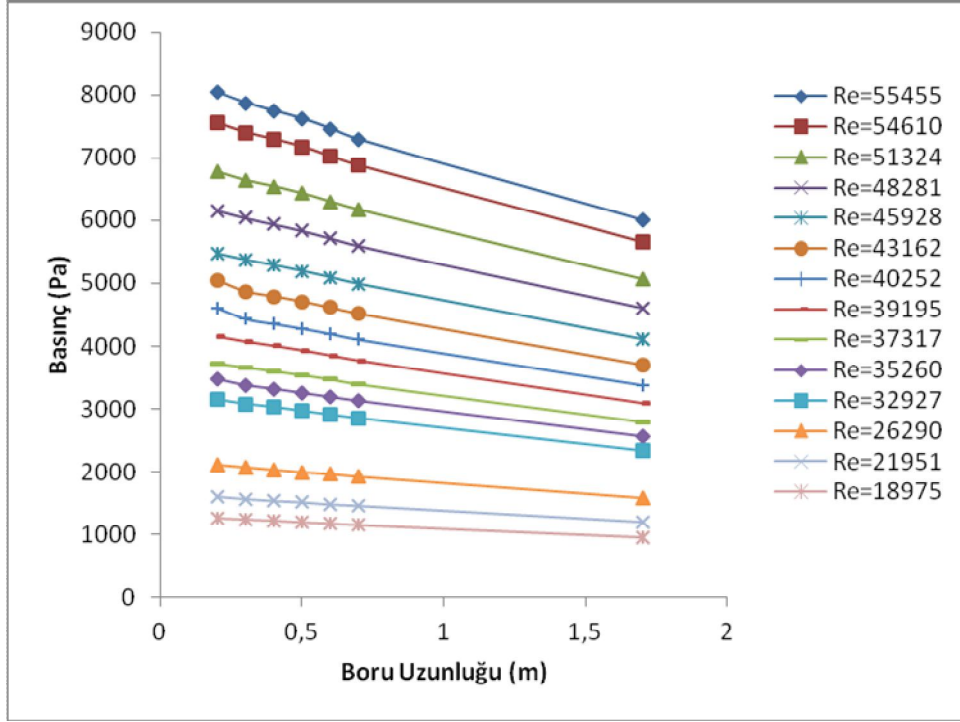


Şekil 3.13. Tüm boruların ortalama  $Re$ - $f$  grafikleri.

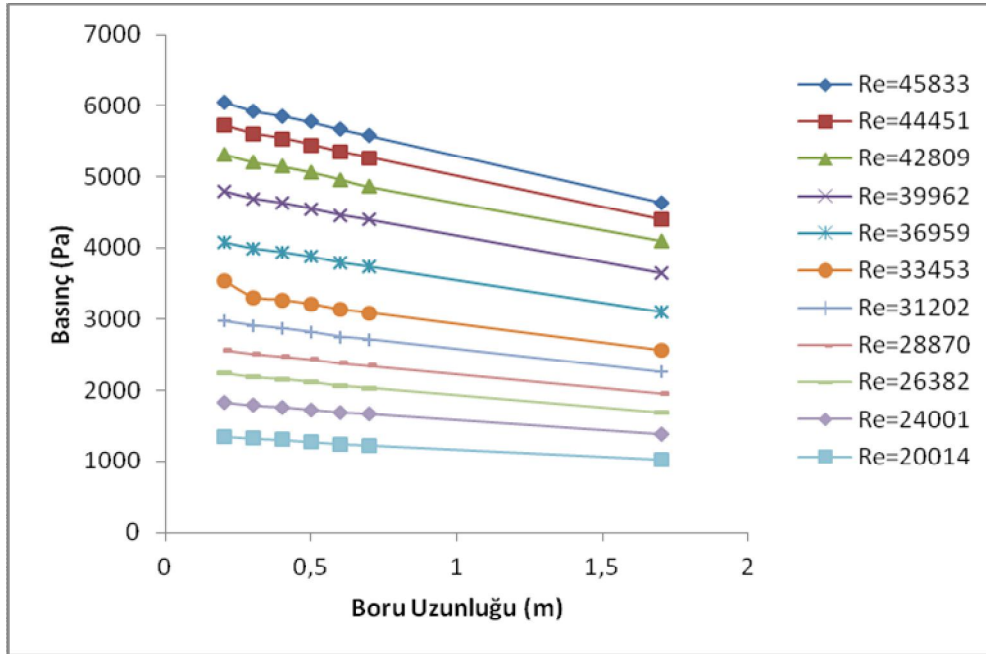
Şekil 3.13’de görüldüğü gibi siyah, galvaniz ve alüminyum borularının sürtünme faktörünün benzerlik gösterdiği, PPRC ve bakır boruların ise sürtünme faktörü  $f$  değerinin birbirine yaklaştığı tespit edilmiştir. Tüm Re sayıları için siyah borunun sürtünme faktörü  $f$ ’nin yani pürüzlülüğünün en fazla olduğu tespit edilmiştir.



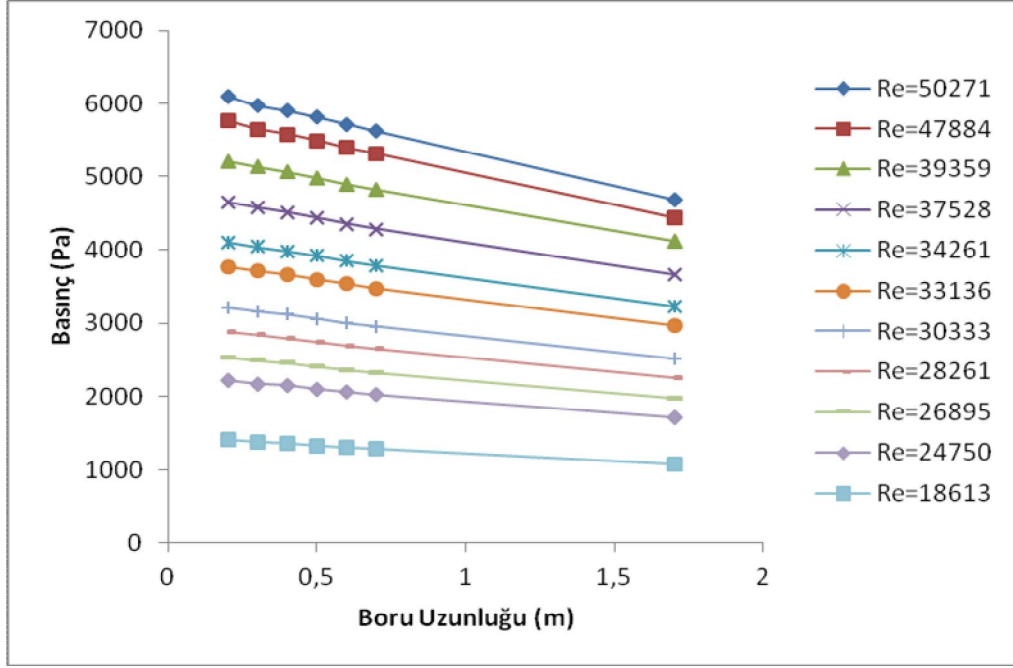
Şekil 3.14 Alüminyum boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.



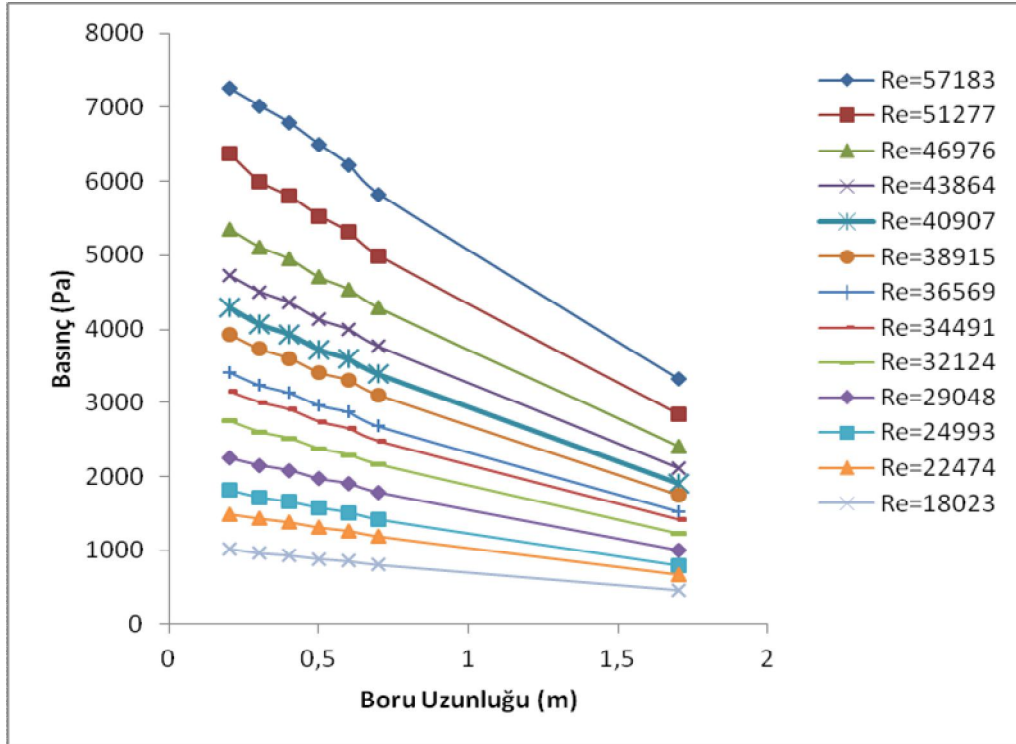
Şekil 3.15 Bakır boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.



Şekil 3.16 Siyah boru için değişik Reynolds sayılarında Basıncın boru boyunca değişimi.



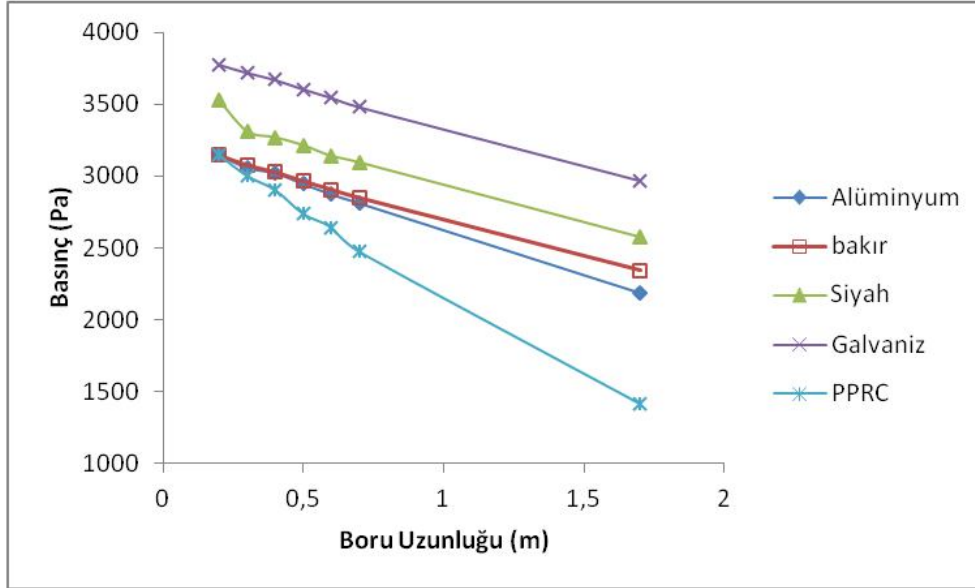
Şekil 3.17 Galvaniz boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.



Şekil 3.18 PPRC boru için değişik Reynolds sayılarında basıncın boru boyunca değişimi.

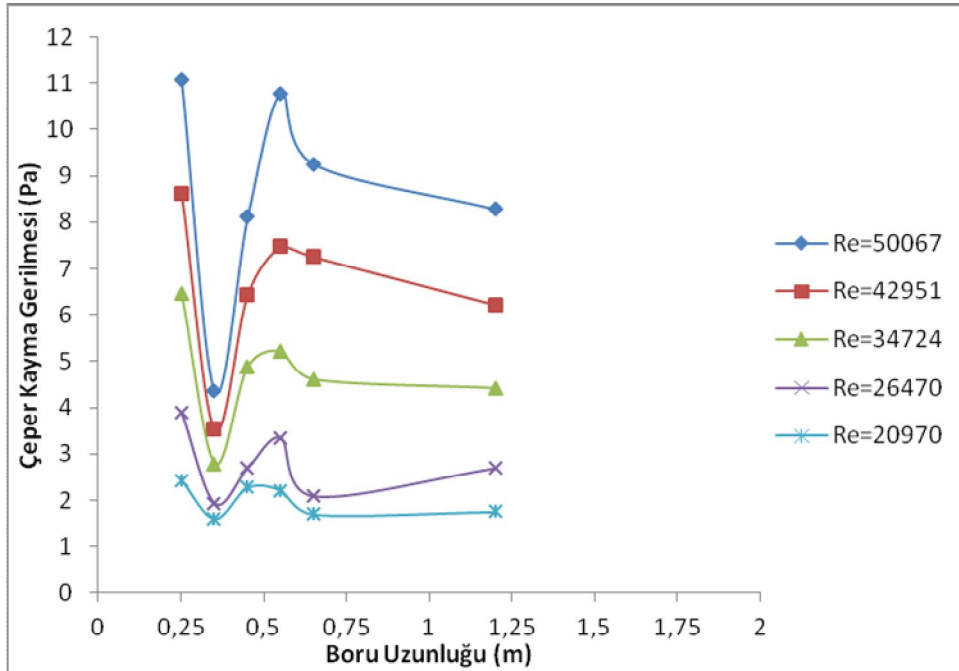


Şekil 3.14, 3.15, 3.16, 3.17 ve 3.18’de görüldüğü gibi alüminyum, bakır, galvanizli, siyah ve PPRC boru için yapılan deneylerde boru boyunca basıncın azaldığı görülmektedir.

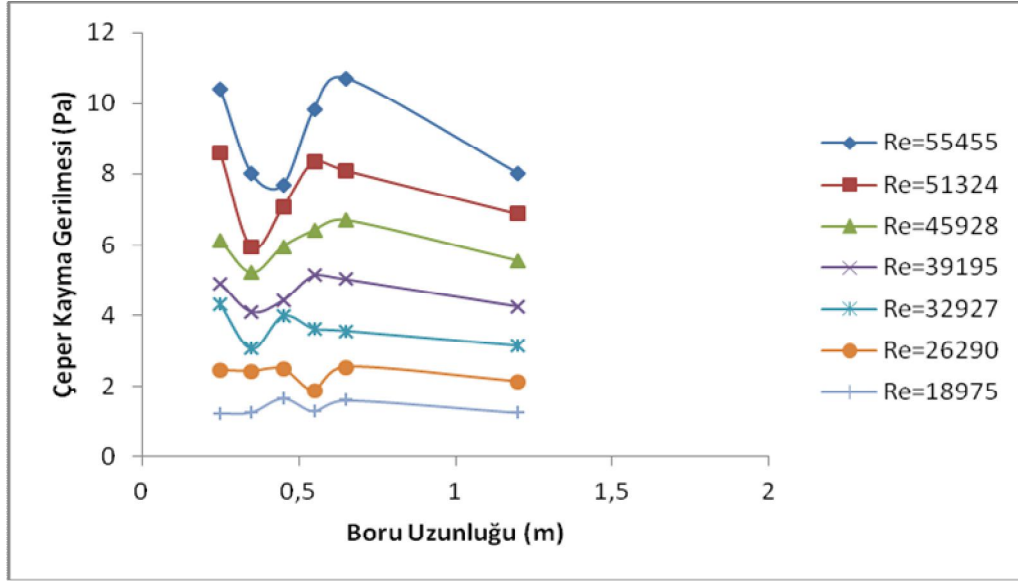


**Şekil 3.19.** Tüm borular için basıncın boru boyunca değişimi ( $Re = 32120-33450$ )

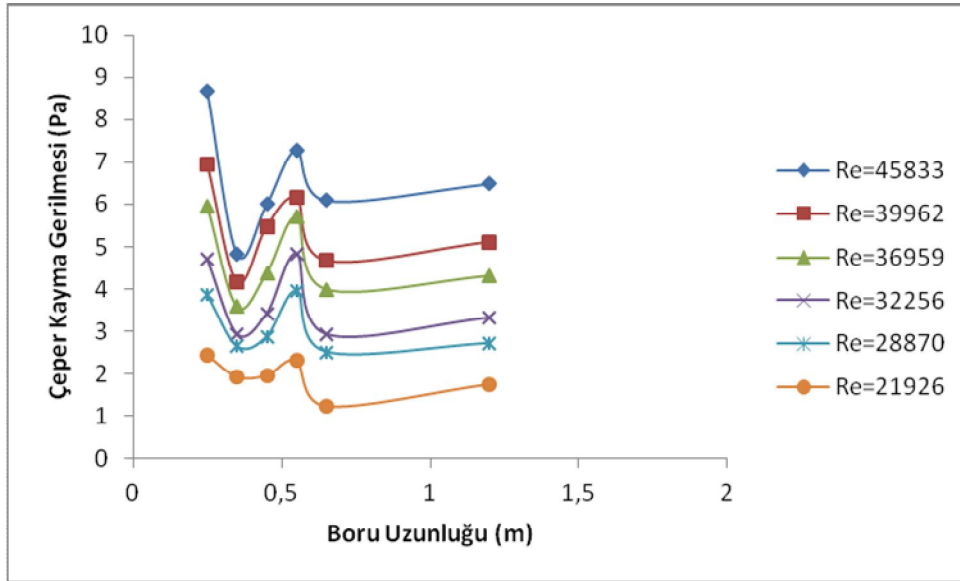
Şekil 3.19’da görüldüğü gibi  $Re = 32120-33450$  aralığında basıncın boru boyunca değişimi verilmiştir.



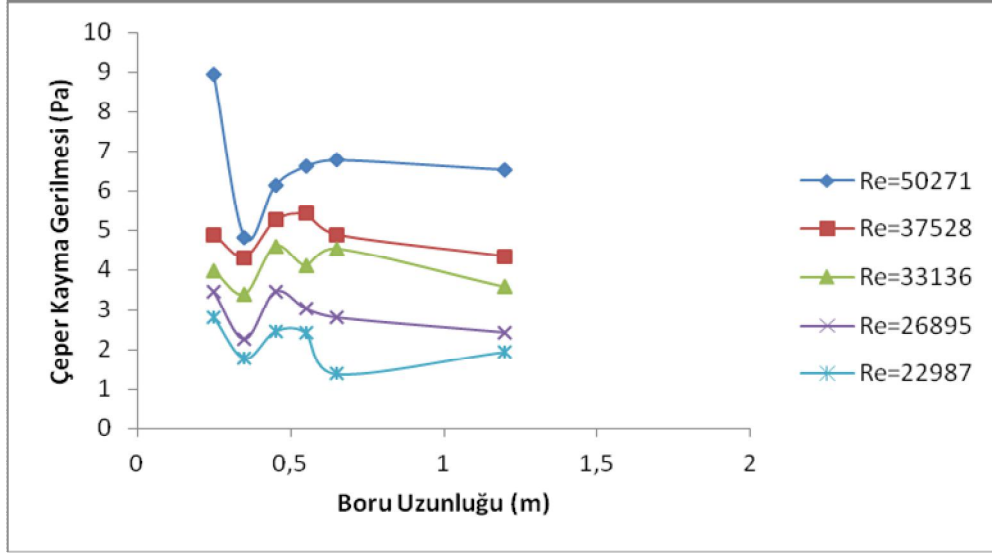
**Şekil 3.20** Alüminyum boru için boru boyunca çeper kayma gerilmesi  $\tau_w$ 'nin değişimi.



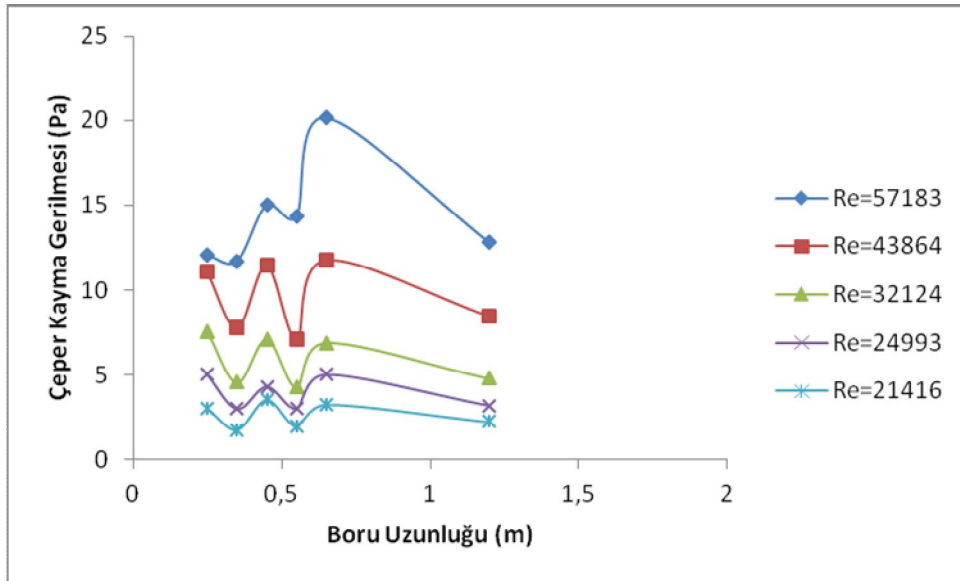
Şekil 3.21 Bakır boru için boru boyunca çeper kayma gerilmesi  $\tau_w$ 'nin değişimi.



Şekil 3.22 Siyah boru için boru boyunca çeper kayma gerilmesi  $\tau_w$ 'nin değişimi.

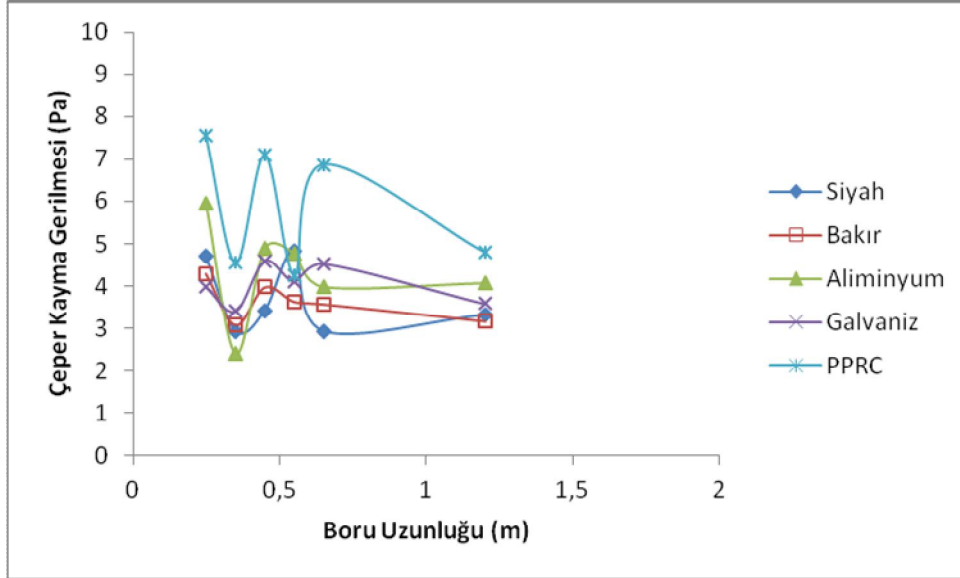


Şekil 3.23 Galvaniz boru için boru boyunca çeper kayma gerilmesi  $\tau_w$ 'nin değişimi.



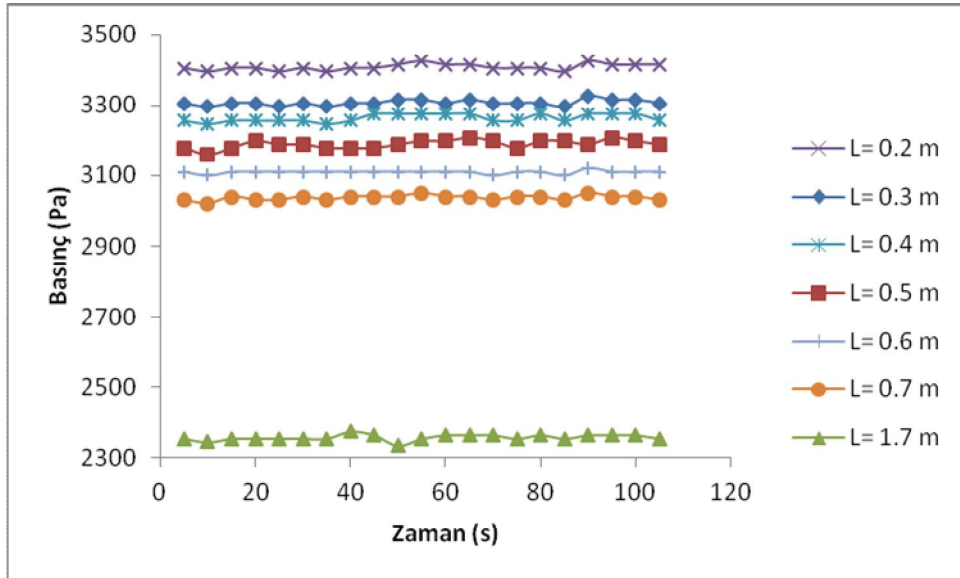
Şekil 3.24 PPRC boru için boru boyunca çeper kayma gerilmesi  $\tau_w$ 'nin değişimi.

Bu deneysel çalışmada bütün borular için Şekil 3.20, 3.21, 3.22, 3.23 ve 3.24'de görüldüğü gibi Re sayısının azalmasıyla çeper kayma gerilmesin  $\tau_w$ 'nin da düştüğü görüldü.

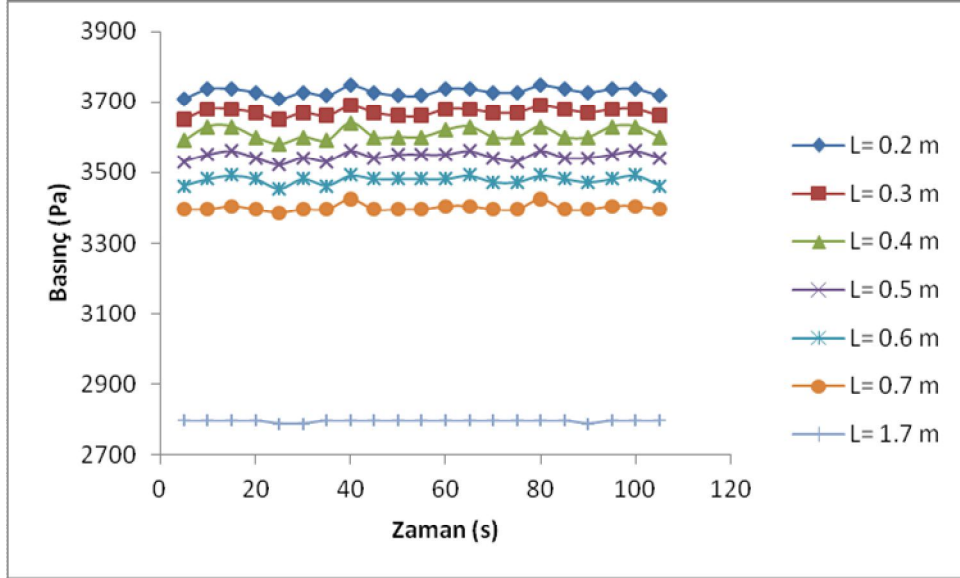


Şekil 3.25 Tüm boruların boru boyunca çeper kayma gerilmesi  $\tau_w$ 'nin değişimi.

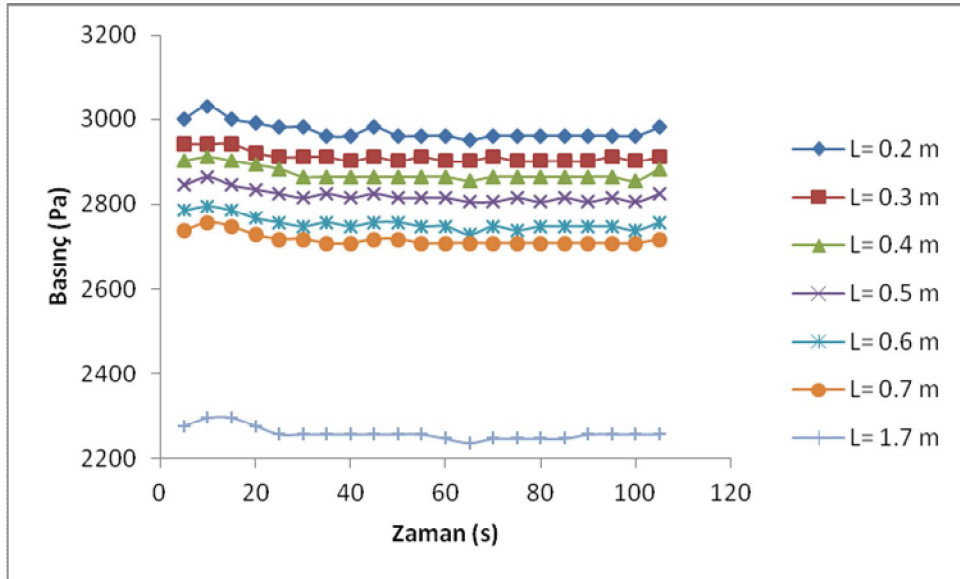
Şekil 3.25 de görüldüğü gibi PPRC borunun çeper kayma gerilmesinin  $\tau_w$  en yüksek, siyah borununkinin ise en düşük olduğu görülmektedir.



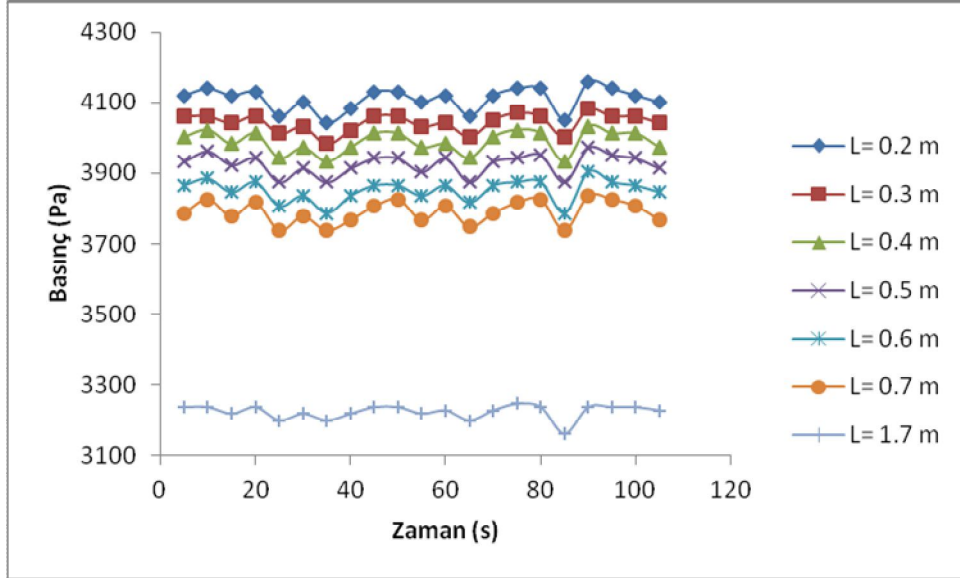
Şekil 3.26 Alüminyum borunun 0.2 m, 0.3 m, 0.4 m, 0.5 m, 0.6 m, 0.7 m ve 1.7 m noktalarında okunan basınç değerlerinin,  $Re=34724$  için, zamana bağlı değişim eğrileri.



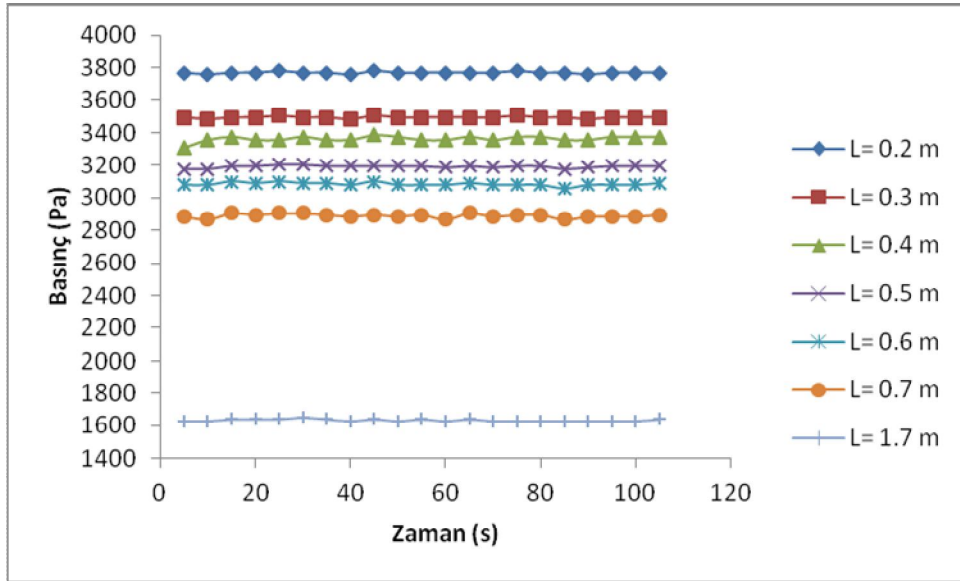
**Şekil 3.27** Bakır borunun 0.2 m, 0.3 m, 0.4 m, 0.5 m, 0.6 m, 0.7 m ve 1.7 m noktalarında okunan basınç değerlerinin,  $Re=37317$  için, zamana bağlı değişim eğrileri.



**Şekil 3.28** Siyah borunun 0.2 m, 0.3 m, 0.4 m, 0.5 m, 0.6 m, 0.7 m ve 1.7 m noktalarında okunan basınç değerlerinin,  $Re=31202$  için, zamana bağlı değişim eğrileri.

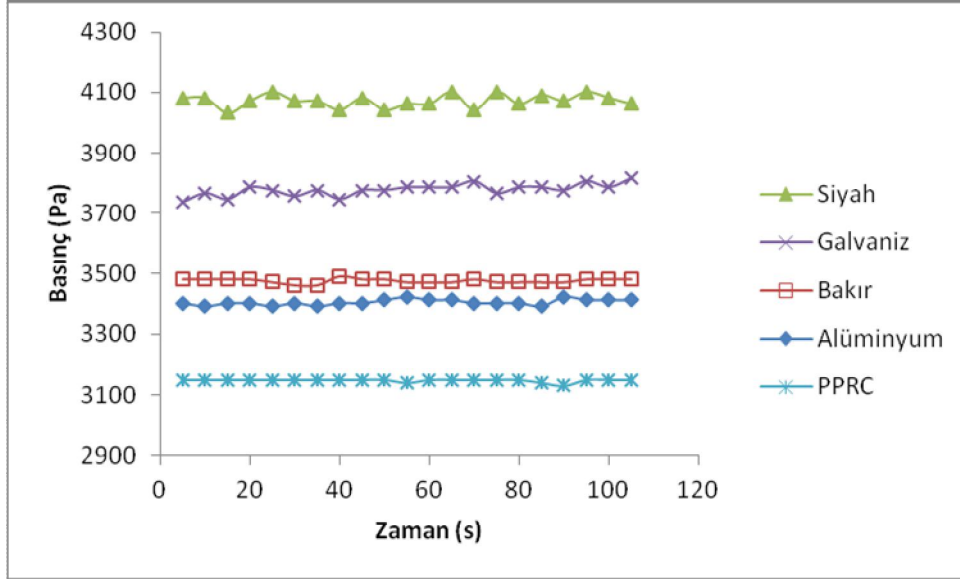


**Şekil 3.29** Galvaniz borunun 0.2 m, 0.3 m, 0.4 m, 0.5 m, 0.6 m, 0.7 m ve 1.7 m noktalarında okunan basınç değerlerinin,  $Re=34261$  için, zamana bağlı değişim eğrileri.



**Şekil 3.30** PPRC borunun 0.2 m, 0.3 m, 0.4 m, 0.5 m, 0.6 m, 0.7 m ve 1.7 m noktalarında okunan basınç değerlerinin,  $Re=38458$  için, zamana bağlı değişim eğrileri.

Deneyde kullanılan tüm borular için Şekil 3.26, 3.27, 3.28, 3.29 ve 3.30'da görüldüğü gibi basınç boru boyunca tedrici olarak azalmaktadır.



**Şekil 3.31** Tüm borular için basıncın zamanla değişimi.

Şekil 3.31’de görüldüğü gibi  $Re = 33136-36959$  aralığında basıncın zamanla değişimi verilmiştir. Sabit  $Re$  sayısında borularda zamanla basınç değişimi siyah boruda en yüksek, PPRC boruda en düşük olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Pürüzlülük, boru çeperlerinin yapıldığı malzemenin yapımından ileri gelen yüzey düzensizlikleridir. Boru pürüzlülüğünün basınç kaybına etkisi özellikle büyük proseslerde çok ciddi bir konudur. Çünkü burada seçimi yapılacak borunun sadece tesisattaki işlevi değil, basınç kayıplarına etkisi için pürüzlülük de dikkate alınmalı ve buna göre boru seçimi yapılmalıdır. Bu seçim, basınç kayıplarına bağlı olarak pompa güçlerini, bu da günümüzde çok pahalı olan enerji maliyetlerini büyük ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmada farklı pürüzlülüğe sahip beş değişik boru için basınç kaybı deneysel olarak araştırılmıştır. Bulunan basınç kaybıyla  $f$  sürtünme faktörü,  $\tau_w$  çeper kayma gerilmesi hesaplanmıştır. Hesaplama detayları Ek'de verilmiştir. Şekil 3.13'de görüleceği gibi pürüzlülüğü en yüksek boru olarak siyah boru tespit edilmiştir. Şekil 3.25 de görüldüğü gibi, en yüksek çeper kayma gerilmesinin PPRC boruda meydana geldiği tespit edilmiştir.

Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5'de ortalama sürtünme faktörünün zamana bağlı değişimi görülmektedir. Bu grafiklerden de Bakır ve PPRC borularındaki türbülans çalkantılarının diğer borulara kıyasla çok daha az olduğu görülmektedir. En yüksek pürüzlülüğe sahip olan siyah borudaki türbülans çalkantılarının ise en fazla olduğu görülmektedir.

Bu konuda araştırma yapacak araştırmacıların konuyu sayısal olarak incelemesi yararlı olacaktır. Özellikle elde edilen değerler Moody eğrisine göre farklılık göstermektedir. Bunun sebebi deneyde kullanılan deney aygıtlarının hassas olamaması olarak açıklanabilir. İleride yapılacak çalışmalarda Colebrook benzeri bir denklemin türetilmesi de daha aydınlatıcı olacaktır.



## KAYNAKLAR

1. **Abraham.J.P.Sparrow. Tong. J.C.K. Bettenhausen. D.W.**. 2010. Internal flows which transist from turbulent through intermittent to laminar. *International Journal of Thermal Sciences*. **49**. 256–263
2. **Çengel.Y. A. JM. Cimbala.** *Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları*. Birinci baskıdan çeviri. İzmir:Güven Kitabevi. 2008.
3. **White. F. M.**. *Fluid Mechanics*. 5th ed. New York: McGraw-Hill. 2003.
4. **Colebrook. CF.** “Turbulent Flow in Pipes. with Particular Reference to the Transition between the Smooth and Rough Pipe Laws.” *Journal of the Institute of Civil Engineers London*. 11 (1939). pp. 133–156.
5. **Moody. L. F.** “Friction Factors for Pipe Flows.” *Transactions of the ASME* 66 (1944). pp. 671–684.
6. **Bhatti. M. S. and Shah. R. K.** “Turbulent and Transition Flow Convective Heat Transfer in Ducts.” In *Handbook of Single-Phase Convective Heat Transfer*. ed. S. Kakaç. R. K. Shah. and W. Aung. New York:Wiley Interscience. 1987.
7. **Kays W. M. and Crawford M E.**. *Convective Heat and Mass Transfer*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill. 1993.
8. **Miller R.W.**. *Flow Measurement Engineering Handbook*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill. 1997.
9. **Fox R.W. and McDonald A.T.**. *Introduction to Fluid Mechanics*. 5th ed. New York: Wiley. 1999.
10. **Crowe C.T. Roberson J. A. and Elger D. F.** *Engineering Fluid Mechanics*. 7th ed. New York:Wiley. 2001.
11. **Özışık. M.N.** *Heat Transfer A Basic Approach*. McGraw Hill. 1985

## EKLER

### Ek.1. Alüminyum boru 1. deney 5. s değerleri için $\dot{m}$ , $v'$ , vort, Re, f, $\tau_w$ ' ın bulunması

$$P_1 : 6376.5 \text{ Pa}$$

$$P_2 : 6199.92 \text{ Pa}$$

$$P_3 : 6131.25 \text{ Pa}$$

$$P_4 : 5984.1 \text{ Pa}$$

$$P_5 : 5836.95 \text{ Pa}$$

$$P_6 : 5689.8 \text{ Pa}$$

$$P_7 : 4424.31 \text{ Pa}$$

$$m : 30 \text{ kg}$$

$$t : 34.4 \text{ s}$$

$$P_6 - P_7 : 1265.49 \text{ Pa}$$

$$D : 0.026 \text{ m}$$

$$T : 28^\circ \text{C} \text{ (Suyun Sıcaklığı)}$$

$$\rho : 996 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu : 0.00085 \text{ kg/m.s}$$

$$v : 8.53 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\dot{m} = \frac{m}{t} = \frac{30 \text{ kg}}{34.4 \text{ s}} = 0.872093 \text{ kg / s}$$

$$\dot{v} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{0.872093 \text{ kg / s}}{1000 \text{ kg / m}^3} = 0.000872 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_{ort} = \frac{4 \times \dot{v}}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 0.000872 \text{ m}^3 / \text{s}}{\pi \times 0.026^2 \text{ m}^2} = 1.642579 \text{ m / s}$$

$$\text{Re} = \frac{v_{ort} \times D}{v} = \frac{\rho \times v_{ort} \times D}{\mu} = \frac{1.642579 \text{ m / s} \times 0.026 \text{ m}}{8.53 \times 10^{-7} \text{ kg / (m} \times \text{s)}} = 50066.88$$

$$f = \frac{(P_6 - P_7) \times D \times 2}{L_{6-7} \times v_{ort}^2 \times 1000} = \frac{1265.49 \text{ N / m}^2 \times 0.026 \text{ m} \times 2}{1 \text{ m} \times (1.642579 \text{ m / s})^2 \times 1000} = 0.02439$$

$$\tau_w = \frac{(D \div 2) \times (P_1 - P_2)}{2 \times (L_2 - L_1)} = 11.08296 \text{ N / m}^2$$

**Ek .2 Tablolar**  
**Alüminyum Boru:**

1. Deney

|             |                 |        |                              |        |                |      |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|--------|----------------|------|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.872093 (kg/s) | $v' =$ | 0.000872 (m <sup>3</sup> /s) | Vort = | 1.642579 (m/s) | Re = | 50066.88 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|--------|----------------|------|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 6376.5   | 6199.92 | 6131.25  | 5984.1   | 5836.95  | 5689.8  | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1265.49  | 0.02439  |
| 10 s  | 6396.12  | 6199.92 | 6141.06  | 6092.01  | 5886     | 5709.42 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1285.11  | 0.024768 |
| 15 s  | 6347.07  | 6170.49 | 6121.44  | 5984.1   | 5827.14  | 5679.99 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1255.68  | 0.024201 |
| 20 s  | 6386.31  | 6199.92 | 6141.06  | 6003.72  | 5846.76  | 5689.8  | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1265.49  | 0.02439  |
| 25 s  | 6386.31  | 6219.54 | 6141.06  | 6042.96  | 5846.76  | 5709.42 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1285.11  | 0.024768 |
| 30 s  | 6366.69  | 6229.35 | 6131.25  | 6023.34  | 5846.76  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 35 s  | 6386.31  | 6199.92 | 6141.06  | 6003.72  | 5846.76  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 40 s  | 6356.88  | 6199.92 | 6141.06  | 5993.91  | 5846.76  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 45 s  | 6347.07  | 6150.87 | 6082.2   | 5954.67  | 5797.71  | 5660.37 | 4404.69  | 30     | 35.5  | 1255.68  | 0.024201 |
| 50 s  | 6347.07  | 6150.87 | 6101.82  | 5974.29  | 5807.52  | 5670.18 | 4404.69  | 30     | 35.5  | 1265.49  | 0.02439  |
| 55 s  | 6396.12  | 6239.16 | 6150.87  | 6033.15  | 5856.57  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 60 s  | 6386.31  | 6190.11 | 6141.06  | 5993.91  | 5836.95  | 5689.8  | 4414.5   | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 65 s  | 6366.69  | 6229.35 | 6150.87  | 6033.15  | 5856.57  | 5729.04 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1304.73  | 0.025146 |
| 70 s  | 6425.55  | 6239.16 | 6160.68  | 6042.96  | 5856.57  | 5729.04 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1304.73  | 0.025146 |
| 75 s  | 6347.07  | 6190.11 | 6141.06  | 6003.72  | 5846.76  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 80 s  | 6347.07  | 6199.92 | 6121.44  | 6003.72  | 5846.76  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 85 s  | 6288.21  | 6150.87 | 6072.39  | 5954.67  | 5787.9   | 5650.56 | 4385.07  | 30     | 35.5  | 1265.49  | 0.02439  |
| 90 s  | 6347.07  | 6160.68 | 6101.82  | 5954.67  | 5797.71  | 5689.8  | 4414.5   | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
| 95 s  | 6347.07  | 6160.68 | 6072.39  | 5954.67  | 5797.71  | 5660.37 | 4414.5   | 30     | 35.5  | 1245.87  | 0.024012 |
| 100 s | 6347.07  | 6190.11 | 6141.06  | 6003.72  | 5836.95  | 5699.61 | 4414.5   | 30     | 35.5  | 1285.11  | 0.024768 |
| 105 s | 6347.07  | 6190.11 | 6121.44  | 5993.91  | 5836.95  | 5699.61 | 4424.31  | 30     | 35.5  | 1275.3   | 0.024579 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | ΔP ORT   | f ORT    |
|       | 6363.887 | 6193.38 | 6126.111 | 6001.384 | 5835.549 | 5693.07 | 4418.704 |        |       | 1274.366 | 0.024561 |

|          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
| 11.08296 | 4.372457 | 8.107264 | 10.77932 | 9.261107 | 8.283377 |

## 2. Deney

|             |                |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.84507 (kg/s) | $v' =$ | 0.000845 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.591682 (m/s) | Re= | 48515.51 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 5935.05  | 5748.66  | 5660.37  | 5572.08  | 5434.74  | 5287.59 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1196.82        | 0.024565 |
| 10 s  | 5856.57  | 5679.99  | 5611.32  | 5503.41  | 5366.07  | 5238.54 | 4071.15  | 30     | 34.4  | 1167.39        | 0.023961 |
| 15 s  | 5876.19  | 5699.61  | 5650.56  | 5532.84  | 5385.69  | 5248.35 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1167.39        | 0.023961 |
| 20 s  | 5895.81  | 5738.85  | 5660.37  | 5552.46  | 5395.5   | 5267.97 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1187.01        | 0.024364 |
| 25 s  | 5895.81  | 5758.47  | 5679.99  | 5562.27  | 5405.31  | 5248.35 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1157.58        | 0.02376  |
| 30 s  | 5935.05  | 5758.47  | 5660.37  | 5562.27  | 5405.31  | 5258.16 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 35 s  | 5886     | 5729.04  | 5660.37  | 5552.46  | 5385.69  | 5267.97 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 40 s  | 5856.57  | 5699.61  | 5640.75  | 5562.27  | 5366.07  | 5258.16 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 45 s  | 5886     | 5729.04  | 5650.56  | 5542.65  | 5385.69  | 5267.97 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 50 s  | 5846.76  | 5679.99  | 5601.51  | 5483.79  | 5346.45  | 5209.11 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1128.15        | 0.023156 |
| 55 s  | 5846.76  | 5679.99  | 5601.51  | 5483.79  | 5356.26  | 5209.11 | 4071.15  | 30     | 34.4  | 1137.96        | 0.023357 |
| 60 s  | 5895.81  | 5738.85  | 5660.37  | 5562.27  | 5405.31  | 5267.97 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 65 s  | 5846.76  | 5699.61  | 5630.94  | 5503.41  | 5366.07  | 5248.35 | 4071.15  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 70 s  | 5846.76  | 5660.37  | 5601.51  | 5483.79  | 5336.64  | 5199.3  | 4061.34  | 30     | 34.4  | 1137.96        | 0.023357 |
| 75 s  | 5856.57  | 5689.8   | 5601.51  | 5503.41  | 5366.07  | 5238.54 | 4071.15  | 30     | 34.4  | 1167.39        | 0.023961 |
| 80 s  | 5905.62  | 5758.47  | 5660.37  | 5562.27  | 5405.31  | 5267.97 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 85 s  | 5876.19  | 5699.61  | 5650.56  | 5542.65  | 5395.5   | 5258.16 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 90 s  | 5886     | 5699.61  | 5660.37  | 5542.65  | 5385.69  | 5267.97 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 95 s  | 5935.05  | 5758.47  | 5679.99  | 5581.89  | 5444.55  | 5297.4  | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1216.44        | 0.024968 |
| 100 s | 5886     | 5738.85  | 5660.37  | 5542.65  | 5385.69  | 5267.97 | 4090.77  | 30     | 34.4  | 1177.2         | 0.024162 |
| 105 s | 5935.05  | 5729.04  | 5670.18  | 5532.84  | 5405.31  | 5277.78 | 4080.96  | 30     | 34.4  | 1196.82        | 0.024565 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 5885.066 | 5717.829 | 5645.421 | 5536.577 | 5387.091 | 5254.89 | 4081.894 |        |       | 1172.996       | 0.024076 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 10.87041      | 4.706464      | 7.074879      | 9.716571      | 8.593093      | 7.624472      |

### 3. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |         |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|
| $\dot{m} =$ | 0.789474 (kg/s) | $v' =$ | 0.000789 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.486966 (m/s) | Re= | 45323.7 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 5297.4  | 5150.25  | 5071.77  | 4973.67  | 4846.14  | 4718.61  | 3678.75 | 30     | 38    | 1039.86        | 0.024455 |
| 10 s  | 5297.4  | 5150.25  | 5081.58  | 4973.67  | 4855.95  | 4718.61  | 3649.32 | 30     | 38    | 1069.29        | 0.025148 |
| 15 s  | 5356.26 | 5199.3   | 5140.44  | 5042.34  | 4895.19  | 4777.47  | 3698.37 | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 20 s  | 5356.26 | 5209.11  | 5140.44  | 5022.72  | 4895.19  | 4777.47  | 3698.37 | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 25 s  | 5267.97 | 5111.01  | 5052.15  | 4963.86  | 4816.71  | 4708.8   | 3639.51 | 30     | 38    | 1069.29        | 0.025148 |
| 30 s  | 5356.26 | 5199.3   | 5150.25  | 4973.67  | 4846.14  | 4777.47  | 3698.37 | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 35 s  | 5346.45 | 5189.49  | 5111.01  | 5012.91  | 4865.76  | 4757.85  | 3698.37 | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 40 s  | 5307.21 | 5160.06  | 5071.77  | 4973.67  | 4826.52  | 4718.61  | 3698.37 | 30     | 38    | 1020.24        | 0.023994 |
| 45 s  | 5317.02 | 5169.87  | 5111.01  | 5003.1   | 4875.57  | 4757.85  | 3698.37 | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 50 s  | 5366.07 | 5209.11  | 5140.44  | 5042.34  | 4895.19  | 4777.47  | 3698.37 | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 55 s  | 5366.07 | 5209.11  | 5160.06  | 5061.96  | 4905     | 4777.47  | 3698.37 | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 60 s  | 5356.26 | 5199.3   | 5140.44  | 5022.72  | 4895.19  | 4777.47  | 3698.37 | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 65 s  | 5346.45 | 5189.49  | 5111.01  | 5012.91  | 4875.57  | 4767.66  | 3708.18 | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 70 s  | 5356.26 | 5199.3   | 5140.44  | 5042.34  | 4905     | 4777.47  | 3708.18 | 30     | 38    | 1069.29        | 0.025148 |
| 75 s  | 5317.02 | 5169.87  | 5091.39  | 5003.1   | 4875.57  | 4757.85  | 3698.37 | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 80 s  | 5356.26 | 5209.11  | 5150.25  | 5042.34  | 4905     | 4777.47  | 3717.99 | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 85 s  | 5356.26 | 5209.11  | 5140.44  | 5022.72  | 4895.19  | 4777.47  | 3717.99 | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 90 s  | 5356.26 | 5199.3   | 5140.44  | 5022.72  | 4895.19  | 4777.47  | 3708.18 | 30     | 38    | 1069.29        | 0.025148 |
| 95 s  | 5385.69 | 5218.92  | 5169.87  | 5061.96  | 4924.62  | 4787.28  | 3727.8  | 30     | 38    | 1059.48        | 0.024917 |
| 100 s | 5385.69 | 5218.92  | 5169.87  | 5071.77  | 4924.62  | 4806.9   | 3727.8  | 30     | 38    | 1079.1         | 0.025378 |
| 105 s | 5356.26 | 5199.3   | 5111.01  | 5022.72  | 4875.57  | 4767.66  | 3698.37 | 30     | 38    | 1069.29        | 0.025148 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 5343.18 | 5189.023 | 5123.623 | 5017.581 | 4880.709 | 4763.923 | 3698.37 |        |       | 1065.553       | 0.02506  |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 10.02021      | 4.251         | 6.892693      | 8.896736      | 7.591071      | 6.926094      |

#### 4. Deney

|             |                |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.74813 (kg/s) | $v' =$ | 0.000748 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.409095 (m/s) | Re= | 42950.14 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 4806.9   | 4679.37  | 4630.32  | 4522.41  | 4414.5   | 4296.78  | 3335.4   | 30     | 40.1  | 961.38         | 0.025178 |
| 10 s  | 4826.52  | 4698.99  | 4630.32  | 4532.22  | 4414.5   | 4306.59  | 3355.02  | 30     | 40.1  | 951.57         | 0.024921 |
| 15 s  | 4787.28  | 4669.56  | 4610.7   | 4512.6   | 4404.69  | 4286.97  | 3325.59  | 30     | 40.1  | 961.38         | 0.025178 |
| 20 s  | 4806.9   | 4679.37  | 4620.51  | 4522.41  | 4404.69  | 4296.78  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 990.81         | 0.025949 |
| 25 s  | 4816.71  | 4689.18  | 4630.32  | 4532.22  | 4414.5   | 4306.59  | 3335.4   | 30     | 40.1  | 971.19         | 0.025435 |
| 30 s  | 4767.66  | 4630.32  | 4581.27  | 4483.17  | 4365.45  | 4267.35  | 3315.78  | 30     | 40.1  | 951.57         | 0.024921 |
| 35 s  | 4865.76  | 4718.61  | 4679.37  | 4581.27  | 4463.55  | 4355.64  | 3355.02  | 30     | 40.1  | 1000.62        | 0.026205 |
| 40 s  | 4757.85  | 4620.51  | 4571.46  | 4473.36  | 4355.64  | 4237.92  | 3296.16  | 30     | 40.1  | 941.76         | 0.024664 |
| 45 s  | 4777.47  | 4630.32  | 4591.08  | 4492.98  | 4385.07  | 4277.16  | 3315.78  | 30     | 40.1  | 961.38         | 0.025178 |
| 50 s  | 4806.9   | 4679.37  | 4620.51  | 4522.41  | 4414.5   | 4306.59  | 3325.59  | 30     | 40.1  | 981            | 0.025692 |
| 55 s  | 4846.14  | 4698.99  | 4669.56  | 4571.46  | 4453.74  | 4326.21  | 3335.4   | 30     | 40.1  | 990.81         | 0.025949 |
| 60 s  | 4757.85  | 4610.7   | 4561.65  | 4463.55  | 4355.64  | 4237.92  | 3355.02  | 30     | 40.1  | 882.9          | 0.023122 |
| 65 s  | 4797.09  | 4669.56  | 4600.89  | 4502.79  | 4394.88  | 4286.97  | 3315.78  | 30     | 40.1  | 971.19         | 0.025435 |
| 70 s  | 4757.85  | 4620.51  | 4571.46  | 4473.36  | 4355.64  | 4237.92  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 931.95         | 0.024407 |
| 75 s  | 4806.9   | 4679.37  | 4600.89  | 4512.6   | 4394.88  | 4286.97  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 981            | 0.025692 |
| 80 s  | 4698.99  | 4571.46  | 4502.79  | 4414.5   | 4286.97  | 4188.87  | 3256.92  | 30     | 40.1  | 931.95         | 0.024407 |
| 85 s  | 4767.66  | 4630.32  | 4581.27  | 4473.36  | 4365.45  | 4257.54  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 951.57         | 0.024921 |
| 90 s  | 4777.47  | 4659.75  | 4581.27  | 4492.98  | 4375.26  | 4267.35  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 961.38         | 0.025178 |
| 95 s  | 4777.47  | 4649.94  | 4630.32  | 4492.98  | 4385.07  | 4267.35  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 961.38         | 0.025178 |
| 100 s | 4748.04  | 4620.51  | 4551.84  | 4463.55  | 4336.02  | 4228.11  | 3305.97  | 30     | 40.1  | 922.14         | 0.02415  |
| 105 s | 4767.66  | 4630.32  | 4581.27  | 4483.17  | 4365.45  | 4237.92  | 3296.16  | 30     | 40.1  | 941.76         | 0.024664 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 4786.813 | 4654.144 | 4599.956 | 4500.921 | 4386.004 | 4274.357 | 3317.181 |        |       | 957.1757       | 0.025068 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 8.623457      | 3.522257      | 6.437229      | 7.469614      | 7.257064      | 6.221642      |

## 5.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |       |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|
| $\dot{m} =$ | 0.692841 (kg/s) | $v' =$ | 0.000693 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.304959 (m/s) | Re= | 39776 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 4296.78  | 4188.87  | 4120.2   | 4031.91  | 3924     | 3835.71  | 2962.62  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 10 s  | 4286.97  | 4179.06  | 4110.39  | 4022.1   | 3914.19  | 3825.9   | 2952.81  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 15 s  | 4277.16  | 4139.82  | 4100.58  | 4002.48  | 3904.38  | 3816.09  | 2982.24  | 30     | 43.3  | 833.85        | 0.025462 |
| 20 s  | 4326.21  | 4188.87  | 4139.82  | 4061.34  | 3943.62  | 3845.52  | 2992.05  | 30     | 43.3  | 853.47        | 0.026061 |
| 25 s  | 4375.26  | 4228.11  | 4188.87  | 4090.77  | 3992.67  | 3894.57  | 3001.86  | 30     | 43.3  | 892.71        | 0.02726  |
| 30 s  | 4326.21  | 4208.49  | 4159.44  | 4071.15  | 3973.05  | 3874.95  | 3001.86  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 35 s  | 4375.26  | 4228.11  | 4188.87  | 4090.77  | 3992.67  | 3894.57  | 3011.67  | 30     | 43.3  | 882.9         | 0.02696  |
| 40 s  | 4286.97  | 4179.06  | 4090.77  | 4022.1   | 3924     | 3825.9   | 2962.62  | 30     | 43.3  | 863.28        | 0.026361 |
| 45 s  | 4306.59  | 4169.25  | 4120.2   | 4031.91  | 3933.81  | 3835.71  | 2962.62  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 50 s  | 4267.35  | 4139.82  | 4090.77  | 4002.48  | 3904.38  | 3806.28  | 2952.81  | 30     | 43.3  | 853.47        | 0.026061 |
| 55 s  | 4316.4   | 4188.87  | 4130.01  | 4041.72  | 3943.62  | 3845.52  | 2962.62  | 30     | 43.3  | 882.9         | 0.02696  |
| 60 s  | 4306.59  | 4179.06  | 4120.2   | 4031.91  | 3933.81  | 3835.71  | 2962.62  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 65 s  | 4326.21  | 4198.68  | 4139.82  | 4061.34  | 3943.62  | 3865.14  | 2992.05  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 70 s  | 4316.4   | 4179.06  | 4130.01  | 4041.72  | 3943.62  | 3845.52  | 2982.24  | 30     | 43.3  | 863.28        | 0.026361 |
| 75 s  | 4286.97  | 4159.44  | 4090.77  | 4002.48  | 3914.19  | 3816.09  | 2952.81  | 30     | 43.3  | 863.28        | 0.026361 |
| 80 s  | 4326.21  | 4198.68  | 4139.82  | 4061.34  | 3963.24  | 3865.14  | 2982.24  | 30     | 43.3  | 882.9         | 0.02696  |
| 85 s  | 4306.59  | 4188.87  | 4130.01  | 4031.91  | 3933.81  | 3835.71  | 2962.62  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 90 s  | 4306.59  | 4179.06  | 4130.01  | 4031.91  | 3933.81  | 3835.71  | 2952.81  | 30     | 43.3  | 882.9         | 0.02696  |
| 95 s  | 4296.78  | 4169.25  | 4110.39  | 4022.1   | 3924     | 3816.09  | 2952.81  | 30     | 43.3  | 863.28        | 0.026361 |
| 100 s | 4306.59  | 4179.06  | 4110.39  | 4031.91  | 3933.81  | 3835.71  | 2962.62  | 30     | 43.3  | 873.09        | 0.026661 |
| 105 s | 4277.16  | 4139.82  | 4100.58  | 4012.29  | 3914.19  | 3816.09  | 2952.81  | 30     | 43.3  | 863.28        | 0.026361 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 4309.393 | 4181.396 | 4125.806 | 4037.983 | 3937.547 | 3841.316 | 2971.496 |        |       | 869.82        | 0.026561 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 8.319814      | 3.61335       | 5.708486      | 6.528321      | 6.255043      | 5.65383       |

## 6.Deney

|             |                 |        |                              |       |               |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.666667 (kg/s) | $v' =$ | 0.000667 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.25566 (m/s) | Re= | 38273.35 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (S) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 4041.72  | 3933.81 | 3894.57  | 3796.47  | 3698.37 | 3600.27  | 2795.85  | 30     | 45    | 804.42           | 0.02653  |
| 10 s  | 4071.15  | 3943.62 | 3904.38  | 3816.09  | 3708.18 | 3629.7   | 2795.85  | 30     | 45    | 833.85           | 0.027501 |
| 15 s  | 4071.15  | 3943.62 | 3904.38  | 3816.09  | 3708.18 | 3619.89  | 2795.85  | 30     | 45    | 824.04           | 0.027177 |
| 20 s  | 4080.96  | 3943.62 | 3904.38  | 3825.9   | 3717.99 | 3639.51  | 2795.85  | 30     | 45    | 843.66           | 0.027824 |
| 25 s  | 4090.77  | 3973.05 | 3924     | 3835.71  | 3727.8  | 3649.32  | 2805.66  | 30     | 45    | 843.66           | 0.027824 |
| 30 s  | 4041.72  | 3914.19 | 3894.57  | 3796.47  | 3698.37 | 3600.27  | 2795.85  | 30     | 45    | 804.42           | 0.02653  |
| 35 s  | 4041.72  | 3924    | 3884.76  | 3796.47  | 3698.37 | 3600.27  | 2795.85  | 30     | 45    | 804.42           | 0.02653  |
| 40 s  | 4071.15  | 3933.81 | 3894.57  | 3816.09  | 3708.18 | 3619.89  | 2786.04  | 30     | 45    | 833.85           | 0.027501 |
| 45 s  | 4071.15  | 3933.81 | 3894.57  | 3816.09  | 3698.37 | 3619.89  | 2786.04  | 30     | 45    | 833.85           | 0.027501 |
| 50 s  | 4041.72  | 3914.19 | 3874.95  | 3786.66  | 3688.56 | 3600.27  | 2766.42  | 30     | 45    | 833.85           | 0.027501 |
| 55 s  | 4041.72  | 3933.81 | 3884.76  | 3796.47  | 3698.37 | 3610.08  | 2786.04  | 30     | 45    | 824.04           | 0.027177 |
| 60 s  | 4080.96  | 3973.05 | 3914.19  | 3835.71  | 3717.99 | 3649.32  | 2795.85  | 30     | 45    | 853.47           | 0.028148 |
| 65 s  | 4100.58  | 3982.86 | 3933.81  | 3845.52  | 3708.18 | 3668.94  | 2805.66  | 30     | 45    | 863.28           | 0.028472 |
| 70 s  | 4061.34  | 3933.81 | 3894.57  | 3806.28  | 3698.37 | 3619.89  | 2795.85  | 30     | 45    | 824.04           | 0.027177 |
| 75 s  | 4061.34  | 3943.62 | 3894.57  | 3806.28  | 3708.18 | 3610.08  | 2795.85  | 30     | 45    | 814.23           | 0.026854 |
| 80 s  | 4031.91  | 3924    | 3884.76  | 3796.47  | 3698.37 | 3600.27  | 2795.85  | 30     | 45    | 804.42           | 0.02653  |
| 85 s  | 4071.15  | 3943.62 | 3904.38  | 3825.9   | 3708.18 | 3639.51  | 2795.85  | 30     | 45    | 843.66           | 0.027824 |
| 90 s  | 4120.2   | 3992.67 | 3963.24  | 3865.14  | 3747.42 | 3678.75  | 2805.66  | 30     | 45    | 873.09           | 0.028795 |
| 95 s  | 4002.48  | 3894.57 | 3845.52  | 3747.42  | 3649.32 | 3570.84  | 2786.04  | 30     | 45    | 784.8            | 0.025883 |
| 100 s | 4061.34  | 3933.81 | 3894.57  | 3806.28  | 3708.18 | 3610.08  | 2795.85  | 30     | 45    | 814.23           | 0.026854 |
| 105 s | 4071.15  | 3933.81 | 3894.57  | 3806.28  | 3708.18 | 3610.08  | 2786.04  | 30     | 45    | 824.04           | 0.027177 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 4063.209 | 3940.35 | 3899.241 | 3811.419 | 3704.91 | 3621.291 | 2793.514 |        |       | 827.7771         | 0.027301 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 7.985807      | 2.672057      | 5.708486      | 6.923057      | 5.435207      | 5.380551      |



## 7.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.645161 (kg/s) | $v' =$ | 0.000645 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.215155 (m/s) | Re= | 37038.73 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3698.37  | 3590.46  | 3531.6   | 3453.12  | 3374.64  | 3296.16  | 2550.6   | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 10 s  | 3727.8   | 3619.89  | 3580.65  | 3502.17  | 3413.88  | 3325.59  | 2570.22  | 30     | 46.5  | 755.37        | 0.026601 |
| 15 s  | 3708.18  | 3600.27  | 3551.22  | 3472.74  | 3384.45  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 20 s  | 3717.99  | 3610.08  | 3570.84  | 3492.36  | 3404.07  | 3315.78  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 755.37        | 0.026601 |
| 25 s  | 3717.99  | 3600.27  | 3551.22  | 3492.36  | 3404.07  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 30 s  | 3698.37  | 3600.27  | 3551.22  | 3472.74  | 3384.45  | 3296.16  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 735.75        | 0.02591  |
| 35 s  | 3717.99  | 3600.27  | 3551.22  | 3482.55  | 3394.26  | 3315.78  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 755.37        | 0.026601 |
| 40 s  | 3708.18  | 3600.27  | 3551.22  | 3472.74  | 3394.26  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 45 s  | 3717.99  | 3619.89  | 3570.84  | 3492.36  | 3394.26  | 3315.78  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 755.37        | 0.026601 |
| 50 s  | 3698.37  | 3590.46  | 3541.41  | 3453.12  | 3374.64  | 3296.16  | 2550.6   | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 55 s  | 3698.37  | 3590.46  | 3531.6   | 3453.12  | 3384.45  | 3296.16  | 2550.6   | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 60 s  | 3717.99  | 3600.27  | 3570.84  | 3482.55  | 3404.07  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 65 s  | 3698.37  | 3590.46  | 3551.22  | 3453.12  | 3384.45  | 3296.16  | 2550.6   | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 70 s  | 3727.8   | 3619.89  | 3590.46  | 3502.17  | 3413.88  | 3325.59  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 765.18        | 0.026947 |
| 75 s  | 3708.18  | 3600.27  | 3551.22  | 3472.74  | 3394.26  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 80 s  | 3708.18  | 3600.27  | 3551.22  | 3472.74  | 3394.26  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 85 s  | 3747.42  | 3649.32  | 3600.27  | 3521.79  | 3423.69  | 3345.21  | 2570.22  | 30     | 46.5  | 774.99        | 0.027292 |
| 90 s  | 3708.18  | 3610.08  | 3551.22  | 3472.74  | 3384.45  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 95 s  | 3717.99  | 3610.08  | 3551.22  | 3472.74  | 3394.26  | 3305.97  | 2570.22  | 30     | 46.5  | 735.75        | 0.02591  |
| 100 s | 3708.18  | 3600.27  | 3551.22  | 3482.55  | 3394.26  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
| 105 s | 3717.99  | 3600.27  | 3551.22  | 3472.74  | 3404.07  | 3305.97  | 2560.41  | 30     | 46.5  | 745.56        | 0.026256 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3712.851 | 3604.941 | 3557.293 | 3478.346 | 3395.194 | 3308.773 | 2559.943 |        |       | 748.83        | 0.026371 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 7.01415       | 3.097157      | 5.131564      | 5.404843      | 5.617393      | 4.867395      |

## 8.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.604839 (kg/s) | $v' =$ | 0.000605 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.139208 (m/s) | Re= | 34723.81 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3178.44  | 3109.77  | 3031.29 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 10 s  | 3394.26  | 3296.16  | 3247.11  | 3158.82  | 3099.96  | 3021.48 | 2344.59 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 15 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3178.44  | 3109.77  | 3041.1  | 2354.4  | 30     | 49.6  | 686.7            | 0.027515 |
| 20 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3198.06  | 3109.77  | 3031.29 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 25 s  | 3394.26  | 3296.16  | 3256.92  | 3188.25  | 3109.77  | 3031.29 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 30 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3188.25  | 3109.77  | 3041.1  | 2354.4  | 30     | 49.6  | 686.7            | 0.027515 |
| 35 s  | 3394.26  | 3296.16  | 3247.11  | 3178.44  | 3109.77  | 3031.29 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 40 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3178.44  | 3109.77  | 3041.1  | 2374.02 | 30     | 49.6  | 667.08           | 0.026729 |
| 45 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3276.54  | 3178.44  | 3109.77  | 3041.1  | 2364.21 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 50 s  | 3413.88  | 3315.78  | 3276.54  | 3188.25  | 3109.77  | 3041.1  | 2334.78 | 30     | 49.6  | 706.32           | 0.028301 |
| 55 s  | 3423.69  | 3315.78  | 3276.54  | 3198.06  | 3109.77  | 3050.91 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 696.51           | 0.027908 |
| 60 s  | 3413.88  | 3305.97  | 3276.54  | 3198.06  | 3109.77  | 3041.1  | 2364.21 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 65 s  | 3413.88  | 3315.78  | 3276.54  | 3207.87  | 3109.77  | 3041.1  | 2364.21 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 70 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3198.06  | 3099.96  | 3031.29 | 2364.21 | 30     | 49.6  | 667.08           | 0.026729 |
| 75 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3256.92  | 3178.44  | 3109.77  | 3041.1  | 2354.4  | 30     | 49.6  | 686.7            | 0.027515 |
| 80 s  | 3404.07  | 3305.97  | 3276.54  | 3198.06  | 3109.77  | 3041.1  | 2364.21 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 85 s  | 3394.26  | 3296.16  | 3256.92  | 3198.06  | 3099.96  | 3031.29 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 90 s  | 3423.69  | 3325.59  | 3276.54  | 3188.25  | 3119.58  | 3050.91 | 2364.21 | 30     | 49.6  | 686.7            | 0.027515 |
| 95 s  | 3413.88  | 3315.78  | 3276.54  | 3207.87  | 3109.77  | 3041.1  | 2364.21 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 100 s | 3413.88  | 3315.78  | 3276.54  | 3198.06  | 3109.77  | 3041.1  | 2364.21 | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
| 105 s | 3413.88  | 3305.97  | 3256.92  | 3188.25  | 3109.77  | 3031.29 | 2354.4  | 30     | 49.6  | 676.89           | 0.027122 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT  |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 3406.873 | 3307.371 | 3264.394 | 3189.184 | 3108.836 | 3037.83 | 2357.67 |        |       | 680.16           | 0.027253 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 6.467593      | 2.793514      | 4.88865       | 5.222657      | 4.615371      | 4.42104       |

## 9.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.582524 (kg/s) | $v' =$ | 0.000583 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.097179 (m/s) | Re= | 33442.73 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 3099.96 | 3031.29 | 3021.48  | 2893.95  | 2844.9   | 2786.04  | 2168.01  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 10 s  | 3149.01 | 3050.91 | 3011.67  | 2943     | 2854.71  | 2805.66  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 627.84         | 0.02712  |
| 15 s  | 3129.39 | 3041.1  | 3001.86  | 2913.57  | 2854.71  | 2786.04  | 2168.01  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 20 s  | 3129.39 | 3041.1  | 3011.67  | 2933.19  | 2854.71  | 2795.85  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 25 s  | 3178.44 | 3080.34 | 3050.91  | 2962.62  | 2903.76  | 2825.28  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 627.84         | 0.02712  |
| 30 s  | 3158.82 | 3080.34 | 3031.29  | 2962.62  | 2884.14  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 35 s  | 3158.82 | 3060.72 | 3021.48  | 2952.81  | 2893.95  | 2864.52  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 686.7          | 0.029663 |
| 40 s  | 3149.01 | 3050.91 | 3021.48  | 2952.81  | 2864.52  | 2805.66  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 608.22         | 0.026273 |
| 45 s  | 3149.01 | 3050.91 | 3011.67  | 2943     | 2864.52  | 2805.66  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 627.84         | 0.02712  |
| 50 s  | 3158.82 | 3060.72 | 3031.29  | 2952.81  | 2884.14  | 2815.47  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 637.65         | 0.027544 |
| 55 s  | 3149.01 | 3060.72 | 3021.48  | 2952.81  | 2864.52  | 2815.47  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 637.65         | 0.027544 |
| 60 s  | 3158.82 | 3060.72 | 3031.29  | 2952.81  | 2864.52  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 65 s  | 3158.82 | 3080.34 | 3031.29  | 2962.62  | 2893.95  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 70 s  | 3158.82 | 3060.72 | 3021.48  | 2952.81  | 2884.14  | 2815.47  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 637.65         | 0.027544 |
| 75 s  | 3149.01 | 3050.91 | 3011.67  | 2943     | 2864.52  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 80 s  | 3178.44 | 3090.15 | 3041.1   | 2962.62  | 2903.76  | 2835.09  | 2217.06  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 85 s  | 3158.82 | 3060.72 | 3021.48  | 2952.81  | 2884.14  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 90 s  | 3158.82 | 3060.72 | 3021.48  | 2952.81  | 2884.14  | 2815.47  | 2207.25  | 30     | 51.5  | 608.22         | 0.026273 |
| 95 s  | 3149.01 | 3060.72 | 3021.48  | 2952.81  | 2864.52  | 2815.47  | 2177.82  | 30     | 51.5  | 637.65         | 0.027544 |
| 100 s | 3158.82 | 3080.34 | 3031.29  | 2962.62  | 2884.14  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
| 105 s | 3158.82 | 3060.72 | 3031.29  | 2962.62  | 2884.14  | 2815.47  | 2197.44  | 30     | 51.5  | 618.03         | 0.026697 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 3152.28 | 3060.72 | 3023.816 | 2948.606 | 2875.264 | 2814.069 | 2188.564 |        |       | 625.5043       | 0.02702  |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 5.9514        | 2.398779      | 4.88865       | 4.767193      | 3.977721      | 4.065778      |

## 10.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.540541 (kg/s) | $v' =$ | 0.000541 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.018103 (m/s) | Re= | 31032.45 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 2805.66  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2491.74  | 1932.57  | 30     | 55.5  | 559.17        | 0.028052 |
| 10 s  | 2795.85  | 2697.75 | 2658.51  | 2609.46  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 15 s  | 2795.85  | 2697.75 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2491.74  | 1932.57  | 30     | 55.5  | 559.17        | 0.028052 |
| 20 s  | 2805.66  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2491.74  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 568.98        | 0.028544 |
| 25 s  | 2786.04  | 2707.56 | 2658.51  | 2599.65  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 30 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1932.57  | 30     | 55.5  | 539.55        | 0.027068 |
| 35 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 40 s  | 2795.85  | 2697.75 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 45 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2658.51  | 2609.46  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 50 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 55 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 60 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 65 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2658.51  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 70 s  | 2786.04  | 2707.56 | 2658.51  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 75 s  | 2766.42  | 2697.75 | 2658.51  | 2599.65  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 80 s  | 2786.04  | 2697.75 | 2658.51  | 2609.46  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 85 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2658.51  | 2609.46  | 2530.98  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 90 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2658.51  | 2609.46  | 2530.98  | 2491.74  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 568.98        | 0.028544 |
| 95 s  | 2795.85  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2472.12  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 549.36        | 0.02756  |
| 100 s | 2805.66  | 2707.56 | 2668.32  | 2609.46  | 2540.79  | 2491.74  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 568.98        | 0.028544 |
| 105 s | 2766.42  | 2687.94 | 2638.89  | 2570.22  | 2521.17  | 2462.31  | 1922.76  | 30     | 55.5  | 539.55        | 0.027068 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 2793.047 | 2704.29 | 2662.714 | 2606.657 | 2536.119 | 2476.324 | 1924.161 |        |       | 552.1629      | 0.0277   |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 5.769214      | 2.702421      | 3.643714      | 4.585007      | 3.886629      | 3.589059      |

# 11.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |       |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|
| $\dot{m} =$ | 0.497788 (kg/s) | $v' =$ | 0.000498 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.937578 (m/s) | Re= | 28578 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 2413.26  | 2334.78  | 2315.16  | 2236.68  | 2177.82  | 2138.58  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
| 10 s  | 2413.26  | 2334.78  | 2315.16  | 2236.68  | 2177.82  | 2138.58  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
| 15 s  | 2403.45  | 2324.97  | 2295.54  | 2236.68  | 2177.82  | 2138.58  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
| 20 s  | 2403.45  | 2324.97  | 2275.92  | 2236.68  | 2177.82  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 25 s  | 2413.26  | 2324.97  | 2305.35  | 2246.49  | 2177.82  | 2138.58  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
| 30 s  | 2374.02  | 2324.97  | 2275.92  | 2226.87  | 2177.82  | 2128.77  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
| 35 s  | 2393.64  | 2324.97  | 2275.92  | 2226.87  | 2177.82  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 40 s  | 2393.64  | 2324.97  | 2275.92  | 2236.68  | 2177.82  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 45 s  | 2364.21  | 2305.35  | 2266.11  | 2217.06  | 2168.01  | 2109.15  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 470.88         | 0.027855 |
| 50 s  | 2374.02  | 2315.16  | 2275.92  | 2226.87  | 2168.01  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 55 s  | 2393.64  | 2324.97  | 2275.92  | 2236.68  | 2177.82  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 60 s  | 2374.02  | 2324.97  | 2275.92  | 2226.87  | 2168.01  | 2118.96  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 65 s  | 2374.02  | 2315.16  | 2275.92  | 2226.87  | 2168.01  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 70 s  | 2393.64  | 2315.16  | 2275.92  | 2226.87  | 2168.01  | 2128.77  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
| 75 s  | 2374.02  | 2315.16  | 2275.92  | 2226.87  | 2168.01  | 2128.77  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 80 s  | 2374.02  | 2315.16  | 2266.11  | 2226.87  | 2168.01  | 2118.96  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 470.88         | 0.027855 |
| 85 s  | 2364.21  | 2295.54  | 2266.11  | 2217.06  | 2158.2   | 2109.15  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 470.88         | 0.027855 |
| 90 s  | 2374.02  | 2315.16  | 2275.92  | 2217.06  | 2168.01  | 2118.96  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 470.88         | 0.027855 |
| 95 s  | 2374.02  | 2315.16  | 2266.11  | 2217.06  | 2168.01  | 2118.96  | 1648.08 | 22.5   | 45.2  | 470.88         | 0.027855 |
| 100 s | 2374.02  | 2315.16  | 2275.92  | 2217.06  | 2168.01  | 2118.96  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 480.69         | 0.028435 |
| 105 s | 2393.64  | 2324.97  | 2275.92  | 2236.68  | 2168.01  | 2128.77  | 1638.27 | 22.5   | 45.2  | 490.5          | 0.029015 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 2386.166 | 2319.831 | 2280.124 | 2228.739 | 2171.747 | 2126.434 | 1644.81 |        |       | 481.6243       | 0.02849  |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 4.311729      | 2.580964      | 3.340071      | 3.704443      | 2.945336      | 3.130558      |

## 12.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.461066 (kg/s) | $v' =$ | 0.000461 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.868413 (m/s) | Re= | 26469.79 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 2040.48  | 1981.62  | 1952.19  | 1912.95  | 1854.09  | 1824.66  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 431.64        | 0.029763 |
| 10 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1932.57  | 1903.14  | 1854.09  | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 15 s  | 2020.86  | 1962     | 1932.57  | 1883.52  | 1834.47  | 1805.04  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 392.4         | 0.027057 |
| 20 s  | 2040.48  | 1971.81  | 1942.38  | 1903.14  | 1863.9   | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 25 s  | 2030.67  | 1981.62  | 1952.19  | 1922.76  | 1854.09  | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 30 s  | 2050.29  | 1981.62  | 1952.19  | 1922.76  | 1873.71  | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 35 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1952.19  | 1903.14  | 1844.28  | 1824.66  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 431.64        | 0.029763 |
| 40 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1952.19  | 1912.95  | 1854.09  | 1824.66  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 431.64        | 0.029763 |
| 45 s  | 2040.48  | 1981.62  | 1952.19  | 1912.95  | 1854.09  | 1824.66  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 431.64        | 0.029763 |
| 50 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1932.57  | 1883.52  | 1844.28  | 1805.04  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 55 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1942.38  | 1912.95  | 1854.09  | 1814.85  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 421.83        | 0.029086 |
| 60 s  | 2020.86  | 1962     | 1932.57  | 1883.52  | 1834.47  | 1805.04  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 65 s  | 2050.29  | 1981.62  | 1962     | 1922.76  | 1863.9   | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 70 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1942.38  | 1903.14  | 1844.28  | 1814.85  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 402.21        | 0.027733 |
| 75 s  | 2020.86  | 1962     | 1932.57  | 1883.52  | 1844.28  | 1805.04  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 80 s  | 2020.86  | 1971.81  | 1932.57  | 1883.52  | 1844.28  | 1805.04  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 85 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1942.38  | 1883.52  | 1844.28  | 1814.85  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 421.83        | 0.029086 |
| 90 s  | 2040.48  | 1971.81  | 1942.38  | 1912.95  | 1854.09  | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
| 95 s  | 2030.67  | 1971.81  | 1932.57  | 1883.52  | 1844.28  | 1814.85  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 402.21        | 0.027733 |
| 100 s | 2030.67  | 1971.81  | 1932.57  | 1883.52  | 1834.47  | 1814.85  | 1393.02  | 22.5   | 48.8  | 421.83        | 0.029086 |
| 105 s | 2030.67  | 1971.81  | 1952.19  | 1912.95  | 1854.09  | 1824.66  | 1412.64  | 22.5   | 48.8  | 412.02        | 0.02841  |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 2032.539 | 1972.744 | 1942.847 | 1901.271 | 1849.886 | 1817.653 | 1402.363 |        |       | 415.29        | 0.028635 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.886629      | 1.943314      | 2.702421      | 3.340071      | 2.095136      | 2.699385      |

### 13.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.424528 (kg/s) | $v' =$ | 0.000425 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.799595 (m/s) | Re= | 24372.18 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 1746.18  | 1716.75  | 1677.51  | 1628.46  | 1579.41  | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 10 s  | 1755.99  | 1706.94  | 1677.51  | 1638.27  | 1589.22  | 1569.6   | 1196.82  | 22.5   | 53    | 372.78         | 0.030319 |
| 15 s  | 1746.18  | 1706.94  | 1677.51  | 1638.27  | 1579.41  | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 20 s  | 1736.37  | 1687.32  | 1677.51  | 1628.46  | 1579.41  | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 25 s  | 1746.18  | 1687.32  | 1677.51  | 1628.46  | 1579.41  | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 30 s  | 1736.37  | 1677.51  | 1648.08  | 1628.46  | 1559.79  | 1530.36  | 1187.01  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 35 s  | 1736.37  | 1687.32  | 1667.7   | 1628.46  | 1579.41  | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 40 s  | 1736.37  | 1677.51  | 1657.89  | 1628.46  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 45 s  | 1736.37  | 1677.51  | 1657.89  | 1618.65  | 1559.79  | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 50 s  | 1736.37  | 1687.32  | 1667.7   | 1628.46  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 55 s  | 1736.37  | 1687.32  | 1667.7   | 1628.46  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 60 s  | 1736.37  | 1677.51  | 1648.08  | 1618.65  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 65 s  | 1736.37  | 1677.51  | 1657.89  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 70 s  | 1736.37  | 1677.51  | 1657.89  | 1628.46  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 75 s  | 1746.18  | 1687.32  | 1667.7   | 1628.46  | 1569.6   | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 80 s  | 1726.56  | 1677.51  | 1648.08  | 1628.46  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 85 s  | 1726.56  | 1677.51  | 1657.89  | 1628.46  | 1569.6   | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 90 s  | 1746.18  | 1687.32  | 1677.51  | 1628.46  | 1579.41  | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 95 s  | 1736.37  | 1687.32  | 1667.7   | 1628.46  | 1579.41  | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
| 100 s | 1736.37  | 1677.51  | 1648.08  | 1618.65  | 1579.41  | 1540.17  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 343.35         | 0.027925 |
| 105 s | 1736.37  | 1677.51  | 1657.89  | 1628.46  | 1569.6   | 1549.98  | 1196.82  | 22.5   | 53    | 353.16         | 0.028723 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 1738.706 | 1685.919 | 1663.963 | 1627.059 | 1573.337 | 1544.841 | 1196.353 |        |       | 348.4886       | 0.028343 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 3.431164      | 1.427121      | 2.398779      | 3.491893      | 1.852221      | 2.265176      |

# 14.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.391986 (kg/s) | $v' =$ | 0.000392 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.738302 (m/s) | Re= | 22503.93 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 1559.79  | 1510.74  | 1481.31  | 1451.88  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 10 s  | 1569.6   | 1520.55  | 1481.31  | 1451.88  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 15 s  | 1559.79  | 1520.55  | 1481.31  | 1442.07  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 20 s  | 1540.17  | 1481.31  | 1461.69  | 1432.26  | 1383.21  | 1363.59  | 1049.67  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 25 s  | 1540.17  | 1491.12  | 1481.31  | 1442.07  | 1393.02  | 1373.4   | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 304.11         | 0.029011 |
| 30 s  | 1549.98  | 1491.12  | 1481.31  | 1442.07  | 1393.02  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 35 s  | 1549.98  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1393.02  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 40 s  | 1559.79  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 45 s  | 1559.79  | 1510.74  | 1481.31  | 1461.69  | 1422.45  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 50 s  | 1559.79  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 55 s  | 1559.79  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1393.02  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 60 s  | 1540.17  | 1491.12  | 1471.5   | 1442.07  | 1393.02  | 1373.4   | 1059.48  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 65 s  | 1549.98  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 70 s  | 1549.98  | 1510.74  | 1481.31  | 1451.88  | 1393.02  | 1383.21  | 1059.48  | 22.5   | 57.4  | 323.73         | 0.030883 |
| 75 s  | 1540.17  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1393.02  | 1373.4   | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 304.11         | 0.029011 |
| 80 s  | 1540.17  | 1491.12  | 1471.5   | 1432.26  | 1393.02  | 1363.59  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 294.3          | 0.028075 |
| 85 s  | 1549.98  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1393.02  | 1373.4   | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 304.11         | 0.029011 |
| 90 s  | 1559.79  | 1510.74  | 1491.12  | 1461.69  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 95 s  | 1559.79  | 1520.55  | 1491.12  | 1461.69  | 1412.64  | 1383.21  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 313.92         | 0.029947 |
| 100 s | 1540.17  | 1491.12  | 1471.5   | 1442.07  | 1393.02  | 1373.4   | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 304.11         | 0.029011 |
| 105 s | 1559.79  | 1520.55  | 1491.12  | 1461.69  | 1412.64  | 1393.02  | 1069.29  | 22.5   | 57.4  | 323.73         | 0.030883 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 1552.316 | 1506.536 | 1480.376 | 1446.274 | 1402.363 | 1379.473 | 1067.421 |        |       | 312.0514       | 0.029769 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 2.9757        | 1.7004        | 2.216593      | 2.854243      | 1.48785       | 2.028334      |



# 15.Deney

|             |                |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.36526 (kg/s) | $v' =$ | 0.000365 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.687963 (m/s) | Re= | 20969.57 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 1363.59  | 1334.16  | 1294.92  | 1275.3   | 1236.06  | 1196.82  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 264.87   | 0.029101 |
| 10 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1285.11  | 1255.68  | 1216.44  | 1196.82  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 264.87   | 0.029101 |
| 15 s  | 1383.21  | 1334.16  | 1324.35  | 1285.11  | 1236.06  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 20 s  | 1363.59  | 1314.54  | 1294.92  | 1265.49  | 1236.06  | 1196.82  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 255.06   | 0.028023 |
| 25 s  | 1383.21  | 1334.16  | 1314.54  | 1285.11  | 1245.87  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 30 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1294.92  | 1245.87  | 1216.44  | 1196.82  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 264.87   | 0.029101 |
| 35 s  | 1353.78  | 1334.16  | 1294.92  | 1265.49  | 1226.25  | 1196.82  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 264.87   | 0.029101 |
| 40 s  | 1363.59  | 1334.16  | 1314.54  | 1265.49  | 1236.06  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 45 s  | 1373.4   | 1334.16  | 1314.54  | 1275.3   | 1245.87  | 1226.25  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 284.49   | 0.031256 |
| 50 s  | 1373.4   | 1334.16  | 1314.54  | 1275.3   | 1236.06  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 55 s  | 1363.59  | 1334.16  | 1294.92  | 1265.49  | 1236.06  | 1196.82  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 264.87   | 0.029101 |
| 60 s  | 1363.59  | 1324.35  | 1294.92  | 1265.49  | 1236.06  | 1196.82  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 255.06   | 0.028023 |
| 65 s  | 1383.21  | 1334.16  | 1324.35  | 1285.11  | 1245.87  | 1226.25  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 284.49   | 0.031256 |
| 70 s  | 1373.4   | 1324.35  | 1314.54  | 1275.3   | 1236.06  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 75 s  | 1343.97  | 1324.35  | 1285.11  | 1255.68  | 1226.25  | 1196.82  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 264.87   | 0.029101 |
| 80 s  | 1363.59  | 1334.16  | 1314.54  | 1265.49  | 1236.06  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 85 s  | 1363.59  | 1314.54  | 1294.92  | 1255.68  | 1226.25  | 1196.82  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 255.06   | 0.028023 |
| 90 s  | 1383.21  | 1334.16  | 1314.54  | 1275.3   | 1236.06  | 1216.44  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 284.49   | 0.031256 |
| 95 s  | 1363.59  | 1324.35  | 1294.92  | 1265.49  | 1236.06  | 1196.82  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 255.06   | 0.028023 |
| 100 s | 1363.59  | 1334.16  | 1294.92  | 1265.49  | 1236.06  | 1216.44  | 941.76   | 22.5   | 61.6  | 274.68   | 0.030179 |
| 105 s | 1363.59  | 1324.35  | 1294.92  | 1265.49  | 1236.06  | 1216.44  | 931.95   | 22.5   | 61.6  | 284.49   | 0.031256 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 1365.459 | 1328.087 | 1303.329 | 1268.293 | 1234.191 | 1208.031 | 938.0229 |        |       | 270.0086 | 0.029665 |

|          |          |          |          |         |          |
|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa) | τ6 (Pa)  |
| 2.429143 | 1.609307 | 2.277321 | 2.216593 | 1.7004  | 1.755056 |

## Bakır Boru:

### 1. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.928793 (kg/s) | $v' =$ | 0.000929 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.892121 (m/s) | Re= | 55454.89 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 8063.82  | 7897.05  | 7769.52 | 7651.8   | 7485.03  | 7318.26  | 6023.34  | 30     | 32.3  | 1294.92          | 0.018085 |
| 10 s  | 8034.39  | 7867.62  | 7740.09 | 7612.56  | 7465.41  | 7288.83  | 6013.53  | 30     | 32.3  | 1275.3           | 0.017811 |
| 15 s  | 8073.63  | 7906.86  | 7779.33 | 7661.61  | 7504.65  | 7318.26  | 6033.15  | 30     | 32.3  | 1285.11          | 0.017948 |
| 20 s  | 8044.2   | 7877.43  | 7749.9  | 7622.37  | 7465.41  | 7298.64  | 6013.53  | 30     | 32.3  | 1285.11          | 0.017948 |
| 25 s  | 8024.58  | 7857.81  | 7720.47 | 7612.56  | 7455.6   | 7279.02  | 6003.72  | 30     | 32.3  | 1275.3           | 0.017811 |
| 30 s  | 8004.96  | 7838.19  | 7710.66 | 7573.32  | 7416.36  | 7269.21  | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1275.3           | 0.017811 |
| 35 s  | 8024.58  | 7857.81  | 7720.47 | 7592.94  | 7445.79  | 7279.02  | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1285.11          | 0.017948 |
| 40 s  | 8024.58  | 7857.81  | 7720.47 | 7602.75  | 7455.6   | 7279.02  | 6003.72  | 30     | 32.3  | 1275.3           | 0.017811 |
| 45 s  | 7985.34  | 7818.57  | 7691.04 | 7563.51  | 7406.55  | 7249.59  | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1255.68          | 0.017537 |
| 50 s  | 8034.39  | 7867.62  | 7740.09 | 7622.37  | 7465.41  | 7279.02  | 6003.72  | 30     | 32.3  | 1275.3           | 0.017811 |
| 55 s  | 8073.63  | 7906.86  | 7769.52 | 7651.8   | 7485.03  | 7318.26  | 6013.53  | 30     | 32.3  | 1304.73          | 0.018222 |
| 60 s  | 8054.01  | 7887.24  | 7759.71 | 7641.99  | 7485.03  | 7288.83  | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1294.92          | 0.018085 |
| 65 s  | 8014.77  | 7848     | 7720.47 | 7583.13  | 7416.36  | 7269.21  | 6003.72  | 30     | 32.3  | 1265.49          | 0.017674 |
| 70 s  | 8083.44  | 7916.67  | 7808.76 | 7681.23  | 7524.27  | 7347.69  | 6023.34  | 30     | 32.3  | 1324.35          | 0.018496 |
| 75 s  | 7985.34  | 7818.57  | 7700.85 | 7573.32  | 7416.36  | 7229.97  | 5984.1   | 30     | 32.3  | 1245.87          | 0.0174   |
| 80 s  | 8004.96  | 7838.19  | 7700.85 | 7583.13  | 7426.17  | 7259.4   | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1265.49          | 0.017674 |
| 85 s  | 8004.96  | 7838.19  | 7710.66 | 7592.94  | 7426.17  | 7269.21  | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1275.3           | 0.017811 |
| 90 s  | 8054.01  | 7887.24  | 7759.71 | 7641.99  | 7475.22  | 7308.45  | 6013.53  | 30     | 32.3  | 1294.92          | 0.018085 |
| 95 s  | 8083.44  | 7916.67  | 7789.14 | 7671.42  | 7514.46  | 7328.07  | 6023.34  | 30     | 32.3  | 1304.73          | 0.018222 |
| 100 s | 8014.77  | 7848     | 7720.47 | 7602.75  | 7445.79  | 7279.02  | 5993.91  | 30     | 32.3  | 1285.11          | 0.017948 |
| 105 s | 8044.2   | 7877.43  | 7759.71 | 7622.37  | 7475.22  | 7298.64  | 6003.72  | 30     | 32.3  | 1294.92          | 0.018085 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 8034.857 | 7868.087 | 7740.09 | 7617.231 | 7459.804 | 7288.363 | 6005.589 |        |       | 1282.774         | 0.017915 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 10.42313      | 7.999821      | 7.678661      | 9.839196      | 10.71509      | 8.017339      |

## 2. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.914634 (kg/s) | $v' =$ | 0.000915 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.863277 (m/s) | Re= | 54609.54 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 7573.32  | 7426.17  | 7318.26  | 7210.35  | 7063.2   | 6906.24  | 5689.8   | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 10 s  | 7465.41  | 7318.26  | 7210.35  | 7092.63  | 6935.67  | 6798.33  | 5621.13  | 30     | 32.8  | 1177.2         | 0.016954 |
| 15 s  | 7573.32  | 7426.17  | 7328.07  | 7220.16  | 7063.2   | 6916.05  | 5699.61  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 20 s  | 7573.32  | 7426.17  | 7318.26  | 7210.35  | 7063.2   | 6906.24  | 5679.99  | 30     | 32.8  | 1226.25        | 0.01766  |
| 25 s  | 7524.27  | 7377.12  | 7269.21  | 7151.49  | 6994.53  | 6867     | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 30 s  | 7504.65  | 7357.5   | 7269.21  | 7131.87  | 6984.72  | 6837.57  | 5640.75  | 30     | 32.8  | 1196.82        | 0.017236 |
| 35 s  | 7543.89  | 7396.74  | 7279.02  | 7171.11  | 7014.15  | 6867     | 5660.37  | 30     | 32.8  | 1206.63        | 0.017378 |
| 40 s  | 7524.27  | 7377.12  | 7269.21  | 7151.49  | 6994.53  | 6867     | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 45 s  | 7553.7   | 7406.55  | 7288.83  | 7171.11  | 7023.96  | 6876.81  | 5660.37  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 50 s  | 7553.7   | 7406.55  | 7288.83  | 7180.92  | 7023.96  | 6886.62  | 5660.37  | 30     | 32.8  | 1226.25        | 0.01766  |
| 55 s  | 7514.46  | 7367.31  | 7269.21  | 7131.87  | 6984.72  | 6837.57  | 5621.13  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 60 s  | 7553.7   | 7406.55  | 7288.83  | 7171.11  | 7023.96  | 6867     | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 65 s  | 7563.51  | 7416.36  | 7318.26  | 7200.54  | 7033.77  | 6896.43  | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1245.87        | 0.017943 |
| 70 s  | 7563.51  | 7416.36  | 7318.26  | 7190.73  | 7033.77  | 6896.43  | 5660.37  | 30     | 32.8  | 1236.06        | 0.017801 |
| 75 s  | 7543.89  | 7396.74  | 7288.83  | 7171.11  | 7023.96  | 6876.81  | 5660.37  | 30     | 32.8  | 1216.44        | 0.017519 |
| 80 s  | 7563.51  | 7416.36  | 7308.45  | 7190.73  | 7023.96  | 6886.62  | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1236.06        | 0.017801 |
| 85 s  | 7573.32  | 7426.17  | 7318.26  | 7210.35  | 7053.39  | 6896.43  | 5689.8   | 30     | 32.8  | 1206.63        | 0.017378 |
| 90 s  | 7563.51  | 7416.36  | 7318.26  | 7200.54  | 7033.77  | 6906.24  | 5679.99  | 30     | 32.8  | 1226.25        | 0.01766  |
| 95 s  | 7602.75  | 7455.6   | 7328.07  | 7229.97  | 7073.01  | 6925.86  | 5699.61  | 30     | 32.8  | 1226.25        | 0.01766  |
| 100 s | 7563.51  | 7416.36  | 7308.45  | 7190.73  | 7033.77  | 6896.43  | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1245.87        | 0.017943 |
| 105 s | 7514.46  | 7367.31  | 7259.4   | 7131.87  | 6984.72  | 6827.76  | 5650.56  | 30     | 32.8  | 1177.2         | 0.016954 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 7548.094 | 7400.944 | 7293.501 | 7176.716 | 7022.091 | 6878.211 | 5660.837 |        |       | 1217.374       | 0.017532 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 9.196875      | 6.715179      | 7.299107      | 9.664018      | 8.9925        | 7.608589      |

### 3. Deney

|             |                 |        |                             |       |               |     |          |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.859599 (kg/s) | $v' =$ | 0.00086 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.75116 (m/s) | Re= | 51323.58 |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 6808.14  | 6670.8   | 6572.7   | 6445.17  | 6307.83 | 6190.11  | 5101.2  | 30     | 34.9  | 1088.91        | 0.017755 |
| 10 s  | 6817.95  | 6680.61  | 6582.51  | 6484.41  | 6337.26 | 6199.92  | 5101.2  | 30     | 34.9  | 1098.72        | 0.017915 |
| 15 s  | 6817.95  | 6680.61  | 6582.51  | 6484.41  | 6337.26 | 6209.73  | 5091.39 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 20 s  | 6768.9   | 6631.56  | 6533.46  | 6425.55  | 6288.21 | 6150.87  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1079.1         | 0.017595 |
| 25 s  | 6729.66  | 6592.32  | 6484.41  | 6376.5   | 6239.16 | 6121.44  | 5042.34 | 30     | 34.9  | 1079.1         | 0.017595 |
| 30 s  | 6778.71  | 6641.37  | 6572.7   | 6445.17  | 6307.83 | 6190.11  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 35 s  | 6817.95  | 6680.61  | 6582.51  | 6474.6   | 6337.26 | 6209.73  | 5101.2  | 30     | 34.9  | 1108.53        | 0.018074 |
| 40 s  | 6817.95  | 6680.61  | 6582.51  | 6445.17  | 6337.26 | 6190.11  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 45 s  | 6798.33  | 6660.99  | 6562.89  | 6445.17  | 6307.83 | 6190.11  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 50 s  | 6759.09  | 6621.75  | 6523.65  | 6415.74  | 6288.21 | 6141.06  | 5061.96 | 30     | 34.9  | 1079.1         | 0.017595 |
| 55 s  | 6778.71  | 6641.37  | 6543.27  | 6435.36  | 6298.02 | 6180.3   | 5061.96 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 60 s  | 6739.47  | 6602.13  | 6523.65  | 6405.93  | 6278.4  | 6141.06  | 5032.53 | 30     | 34.9  | 1108.53        | 0.018074 |
| 65 s  | 6739.47  | 6602.13  | 6504.03  | 6386.31  | 6239.16 | 6131.25  | 5052.15 | 30     | 34.9  | 1079.1         | 0.017595 |
| 70 s  | 6778.71  | 6641.37  | 6543.27  | 6435.36  | 6298.02 | 6170.49  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1098.72        | 0.017915 |
| 75 s  | 6759.09  | 6621.75  | 6523.65  | 6405.93  | 6278.4  | 6141.06  | 5061.96 | 30     | 34.9  | 1079.1         | 0.017595 |
| 80 s  | 6768.9   | 6631.56  | 6533.46  | 6425.55  | 6298.02 | 6150.87  | 5061.96 | 30     | 34.9  | 1088.91        | 0.017755 |
| 85 s  | 6739.47  | 6602.13  | 6504.03  | 6396.12  | 6268.59 | 6141.06  | 5052.15 | 30     | 34.9  | 1088.91        | 0.017755 |
| 90 s  | 6768.9   | 6631.56  | 6543.27  | 6435.36  | 6307.83 | 6180.3   | 5061.96 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 95 s  | 6768.9   | 6631.56  | 6543.27  | 6435.36  | 6298.02 | 6170.49  | 5052.15 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 100 s | 6798.33  | 6660.99  | 6562.89  | 6445.17  | 6317.64 | 6190.11  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1118.34        | 0.018234 |
| 105 s | 6768.9   | 6631.56  | 6533.46  | 6415.74  | 6288.21 | 6150.87  | 5071.77 | 30     | 34.9  | 1079.1         | 0.017595 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 6777.309 | 6639.969 | 6544.671 | 6431.623 | 6298.02 | 6168.621 | 5068.5  |        |       | 1100.121       | 0.017937 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 8.58375       | 5.956071      | 7.065536      | 8.350179      | 8.087411      | 6.875759      |

#### 4. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.808625 (kg/s) | $v' =$ | 0.000809 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.647318 (m/s) | Re= | 48280.13 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 6170.49  | 6052.77  | 5954.67  | 5856.57 | 5738.85  | 5621.13  | 4620.51  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 10 s  | 6199.92  | 6082.2   | 5984.1   | 5856.57 | 5748.66  | 5630.94  | 4630.32  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 15 s  | 6190.11  | 6072.39  | 5974.29  | 5856.57 | 5748.66  | 5630.94  | 4630.32  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 20 s  | 6190.11  | 6072.39  | 5974.29  | 5876.19 | 5748.66  | 5630.94  | 4630.32  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 25 s  | 6160.68  | 6042.96  | 5944.86  | 5846.76 | 5719.23  | 5601.51  | 4610.7   | 30     | 37.1  | 990.81         | 0.018256 |
| 30 s  | 6170.49  | 6052.77  | 5974.29  | 5856.57 | 5748.66  | 5621.13  | 4620.51  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 35 s  | 6160.68  | 6042.96  | 5944.86  | 5846.76 | 5738.85  | 5611.32  | 4630.32  | 30     | 37.1  | 981            | 0.018075 |
| 40 s  | 6170.49  | 6052.77  | 5954.67  | 5846.76 | 5738.85  | 5621.13  | 4620.51  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 45 s  | 6150.87  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95 | 5709.42  | 5591.7   | 4600.89  | 30     | 37.1  | 990.81         | 0.018256 |
| 50 s  | 6150.87  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95 | 5709.42  | 5601.51  | 4600.89  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 55 s  | 6150.87  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95 | 5709.42  | 5591.7   | 4600.89  | 30     | 37.1  | 990.81         | 0.018256 |
| 60 s  | 6131.25  | 6013.53  | 5915.43  | 5817.33 | 5689.8   | 5562.27  | 4571.46  | 30     | 37.1  | 990.81         | 0.018256 |
| 65 s  | 6160.68  | 6042.96  | 5944.86  | 5846.76 | 5738.85  | 5601.51  | 4600.89  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 70 s  | 6141.06  | 6023.34  | 5935.05  | 5827.14 | 5709.42  | 5581.89  | 4581.27  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
| 75 s  | 6170.49  | 6052.77  | 5954.67  | 5856.57 | 5748.66  | 5621.13  | 4581.27  | 30     | 37.1  | 1039.86        | 0.01916  |
| 80 s  | 6170.49  | 6052.77  | 5856.57  | 5758.47 | 5660.37  | 5523.03  | 4571.46  | 30     | 37.1  | 951.57         | 0.017533 |
| 85 s  | 6121.44  | 6003.72  | 5905.62  | 5807.52 | 5699.61  | 5552.46  | 4571.46  | 30     | 37.1  | 981            | 0.018075 |
| 90 s  | 6131.25  | 6013.53  | 5925.24  | 5817.33 | 5699.61  | 5591.7   | 4581.27  | 30     | 37.1  | 1010.43        | 0.018617 |
| 95 s  | 6131.25  | 6013.53  | 5905.62  | 5817.33 | 5699.61  | 5562.27  | 4571.46  | 30     | 37.1  | 990.81         | 0.018256 |
| 100 s | 6141.06  | 6023.34  | 5925.24  | 5827.14 | 5699.61  | 5581.89  | 4571.46  | 30     | 37.1  | 1010.43        | 0.018617 |
| 105 s | 6150.87  | 6033.15  | 5944.86  | 5846.76 | 5719.23  | 5601.51  | 4600.89  | 30     | 37.1  | 1000.62        | 0.018437 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 6157.877 | 6040.157 | 5939.254 | 5836.95 | 5720.164 | 5596.839 | 4599.956 |        |       | 996.8829       | 0.018368 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 7.3575        | 6.306429      | 6.394018      | 7.299107      | 7.707857      | 6.230518      |

## 5. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.769231 (kg/s) | $v' =$ | 0.000769 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.567064 (m/s) | Re= | 45928.02 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 5513.22  | 5415.12  | 5326.83  | 5228.73  | 5130.63  | 5022.72 | 4120.2   | 30     | 39    | 902.52         | 0.018376 |
| 10 s  | 5493.6   | 5395.5   | 5307.21  | 5209.11  | 5101.2   | 5003.1  | 4110.39  | 30     | 39    | 892.71         | 0.018176 |
| 15 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5287.59  | 5189.49  | 5071.77  | 4973.67 | 4080.96  | 30     | 39    | 892.71         | 0.018176 |
| 20 s  | 5503.41  | 5405.31  | 5307.21  | 5218.92  | 5111.01  | 5012.91 | 4110.39  | 30     | 39    | 902.52         | 0.018376 |
| 25 s  | 5503.41  | 5405.31  | 5317.02  | 5218.92  | 5120.82  | 5012.91 | 4120.2   | 30     | 39    | 892.71         | 0.018176 |
| 30 s  | 5483.79  | 5385.69  | 5307.21  | 5209.11  | 5111.01  | 4993.29 | 4110.39  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
| 35 s  | 5493.6   | 5395.5   | 5317.02  | 5218.92  | 5120.82  | 5012.91 | 4090.77  | 30     | 39    | 922.14         | 0.018776 |
| 40 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5267.97  | 5169.87  | 5071.77  | 4973.67 | 4090.77  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
| 45 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5297.4   | 5199.3   | 5091.39  | 4973.67 | 4090.77  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
| 50 s  | 5454.36  | 5356.26  | 5267.97  | 5169.87  | 5071.77  | 4963.86 | 4080.96  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
| 55 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5297.4   | 5209.11  | 5101.2   | 4993.29 | 4090.77  | 30     | 39    | 902.52         | 0.018376 |
| 60 s  | 5454.36  | 5356.26  | 5267.97  | 5169.87  | 5061.96  | 4963.86 | 4090.77  | 30     | 39    | 873.09         | 0.017777 |
| 65 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5297.4   | 5199.3   | 5101.2   | 4973.67 | 4090.77  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
| 70 s  | 5454.36  | 5356.26  | 5267.97  | 5169.87  | 5071.77  | 4963.86 | 4080.96  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
| 75 s  | 5493.6   | 5395.5   | 5307.21  | 5228.73  | 5120.82  | 5012.91 | 4090.77  | 30     | 39    | 922.14         | 0.018776 |
| 80 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5267.97  | 5169.87  | 5071.77  | 4973.67 | 4080.96  | 30     | 39    | 892.71         | 0.018176 |
| 85 s  | 5513.22  | 5415.12  | 5326.83  | 5248.35  | 5140.44  | 5022.72 | 4120.2   | 30     | 39    | 902.52         | 0.018376 |
| 90 s  | 5454.36  | 5356.26  | 5267.97  | 5169.87  | 5071.77  | 4963.86 | 4090.77  | 30     | 39    | 873.09         | 0.017777 |
| 95 s  | 5464.17  | 5366.07  | 5297.4   | 5199.3   | 5101.2   | 4993.29 | 4090.77  | 30     | 39    | 902.52         | 0.018376 |
| 100 s | 5483.79  | 5385.69  | 5307.21  | 5209.11  | 5101.2   | 4993.29 | 4188.87  | 30     | 39    | 804.42         | 0.016379 |
| 105 s | 5464.17  | 5366.07  | 5297.4   | 5199.3   | 5101.2   | 4993.29 | 4110.39  | 30     | 39    | 882.9          | 0.017977 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 5476.783 | 5378.683 | 5295.531 | 5200.234 | 5097.463 | 4990.02 | 4101.514 |        |       | 888.5057       | 0.018091 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 6.13125       | 5.196964      | 5.956071      | 6.423214      | 6.715179      | 5.553161      |

## 6. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.722892 (kg/s) | $v' =$ | 0.000723 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.472663 (m/s) | Re= | 43161.27 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 5052.15  | 4875.57  | 4797.09  | 4718.61  | 4620.51  | 4522.41  | 3717.99  | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 10 s  | 5081.58  | 4905     | 4826.52  | 4738.23  | 4640.13  | 4542.03  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 814.23         | 0.018772 |
| 15 s  | 5120.82  | 4944.24  | 4826.52  | 4738.23  | 4640.13  | 4542.03  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 814.23         | 0.018772 |
| 20 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4806.9   | 4728.42  | 4630.32  | 4532.22  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 25 s  | 5091.39  | 4914.81  | 4836.33  | 4748.04  | 4649.94  | 4551.84  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 824.04         | 0.018998 |
| 30 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4806.9   | 4728.42  | 4630.32  | 4532.22  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 35 s  | 5091.39  | 4914.81  | 4836.33  | 4757.85  | 4659.75  | 4561.65  | 3737.61  | 30     | 41.5  | 824.04         | 0.018998 |
| 40 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4816.71  | 4728.42  | 4630.32  | 4532.22  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 45 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4816.71  | 4728.42  | 4630.32  | 4532.22  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 50 s  | 5071.77  | 4895.19  | 4816.71  | 4728.42  | 4630.32  | 4532.22  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 55 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4806.9   | 4718.61  | 4620.51  | 4522.41  | 3698.37  | 30     | 41.5  | 824.04         | 0.018998 |
| 60 s  | 5081.58  | 4905     | 4826.52  | 4738.23  | 4640.13  | 4542.03  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 814.23         | 0.018772 |
| 65 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4806.9   | 4728.42  | 4630.32  | 4532.22  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 70 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4806.9   | 4718.61  | 4620.51  | 4522.41  | 3717.99  | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 75 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4806.9   | 4718.61  | 4620.51  | 4522.41  | 3717.99  | 30     | 41.5  | 804.42         | 0.018546 |
| 80 s  | 5052.15  | 4875.57  | 4797.09  | 4708.8   | 4620.51  | 4522.41  | 3727.8   | 30     | 41.5  | 794.61         | 0.01832  |
| 85 s  | 5012.91  | 4836.33  | 4757.85  | 4669.56  | 4571.46  | 4473.36  | 3649.32  | 30     | 41.5  | 824.04         | 0.018998 |
| 90 s  | 4934.43  | 4757.85  | 4669.56  | 4600.89  | 4502.79  | 4404.69  | 3619.89  | 30     | 41.5  | 784.8          | 0.018093 |
| 95 s  | 4944.24  | 4767.66  | 4698.99  | 4620.51  | 4522.41  | 4424.31  | 3649.32  | 30     | 41.5  | 774.99         | 0.017867 |
| 100 s | 4993.29  | 4816.71  | 4728.42  | 4640.13  | 4551.84  | 4453.74  | 3659.13  | 30     | 41.5  | 794.61         | 0.01832  |
| 105 s | 4983.48  | 4806.9   | 4718.61  | 4630.32  | 4532.22  | 4434.12  | 3639.51  | 30     | 41.5  | 794.61         | 0.01832  |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 5044.209 | 4867.629 | 4791.017 | 4706.464 | 4609.299 | 4511.199 | 3705.377 |        |       | 805.8214       | 0.018578 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 11.03625      | 4.788214      | 5.284554      | 6.072857      | 6.13125       | 5.036384      |

## 7. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.674157 (kg/s) | $v' =$ | 0.000674 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.373382 (m/s) | Re= | 40251.52 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|---------|---------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 4610.7   | 4434.12  | 4316.4  | 4286.97  | 4218.3  | 4120.2  | 3384.45  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 10 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4375.26 | 4286.97  | 4218.3  | 4120.2  | 3384.45  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 15 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4365.45 | 4286.97  | 4218.3  | 4120.2  | 3384.45  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 20 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4365.45 | 4286.97  | 4208.49 | 4120.2  | 3374.64  | 30     | 44.5  | 745.56         | 0.019764 |
| 25 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4355.64 | 4277.16  | 4179.06 | 4090.77 | 3374.64  | 30     | 44.5  | 716.13         | 0.018984 |
| 30 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4365.45 | 4286.97  | 4208.49 | 4120.2  | 3384.45  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 35 s  | 4620.51  | 4443.93  | 4375.26 | 4286.97  | 4218.3  | 4120.2  | 3384.45  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 40 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4365.45 | 4286.97  | 4188.87 | 4120.2  | 3384.45  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 45 s  | 4542.03  | 4365.45  | 4286.97 | 4218.3   | 4130.01 | 4041.72 | 3335.4   | 30     | 44.5  | 706.32         | 0.018724 |
| 50 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4365.45 | 4277.16  | 4188.87 | 4110.39 | 3384.45  | 30     | 44.5  | 725.94         | 0.019244 |
| 55 s  | 4659.75  | 4483.17  | 4336.02 | 4237.92  | 4179.06 | 4080.96 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 725.94         | 0.019244 |
| 60 s  | 4600.89  | 4424.31  | 4345.83 | 4267.35  | 4179.06 | 4090.77 | 3364.83  | 30     | 44.5  | 725.94         | 0.019244 |
| 65 s  | 4591.08  | 4414.5   | 4336.02 | 4267.35  | 4179.06 | 4080.96 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 725.94         | 0.019244 |
| 70 s  | 4600.89  | 4424.31  | 4355.64 | 4267.35  | 4179.06 | 4090.77 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 75 s  | 4600.89  | 4424.31  | 4345.83 | 4267.35  | 4179.06 | 4090.77 | 3364.83  | 30     | 44.5  | 725.94         | 0.019244 |
| 80 s  | 4600.89  | 4424.31  | 4345.83 | 4277.16  | 4179.06 | 4090.77 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 85 s  | 4610.7   | 4434.12  | 4355.64 | 4277.16  | 4188.87 | 4090.77 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 90 s  | 4591.08  | 4414.5   | 4345.83 | 4267.35  | 4179.06 | 4090.77 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 735.75         | 0.019504 |
| 95 s  | 4551.84  | 4375.26  | 4316.4  | 4277.16  | 4149.63 | 4051.53 | 3345.21  | 30     | 44.5  | 706.32         | 0.018724 |
| 100 s | 4659.75  | 4483.17  | 4404.69 | 4336.02  | 4247.73 | 4149.63 | 3355.02  | 30     | 44.5  | 794.61         | 0.021064 |
| 105 s | 4620.51  | 4443.93  | 4375.26 | 4286.97  | 4218.3  | 4120.2  | 3364.83  | 30     | 44.5  | 755.37         | 0.020024 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 4606.496 | 4429.916 | 4352.37 | 4276.693 | 4192.14 | 4100.58 | 3366.699 |        |       | 733.8814       | 0.019454 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 11.03625      | 4.846607      | 4.729821      | 5.284554      | 5.7225        | 4.586759      |



## 8. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.656455 (kg/s) | $v' =$ | 0.000656 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.337319 (m/s) | Re= | 39194.59 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 4120.2   | 4041.72  | 3973.05  | 3914.19 | 3835.71  | 3747.42  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 657.27         | 0.018376 |
| 10 s  | 4149.63  | 4071.15  | 3992.67  | 3933.81 | 3845.52  | 3767.04  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 676.89         | 0.018924 |
| 15 s  | 4159.44  | 4080.96  | 4022.1   | 3943.62 | 3855.33  | 3786.66  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 20 s  | 4149.63  | 4071.15  | 4031.91  | 3943.62 | 3865.14  | 3786.66  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 25 s  | 4169.25  | 4090.77  | 4031.91  | 3963.24 | 3874.95  | 3796.47  | 3109.77 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 30 s  | 4169.25  | 4090.77  | 4031.91  | 3943.62 | 3874.95  | 3786.66  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 35 s  | 4159.44  | 4080.96  | 4012.29  | 3933.81 | 3855.33  | 3776.85  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 40 s  | 4149.63  | 4071.15  | 3992.67  | 3933.81 | 3796.47  | 3776.85  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 676.89         | 0.018924 |
| 45 s  | 4149.63  | 4071.15  | 4022.1   | 3943.62 | 3874.95  | 3786.66  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 50 s  | 4159.44  | 4080.96  | 4031.91  | 3953.43 | 3884.76  | 3786.66  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 55 s  | 4139.82  | 4061.34  | 3992.67  | 3924    | 3845.52  | 3757.23  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 667.08         | 0.01865  |
| 60 s  | 4130.01  | 4051.53  | 3982.86  | 3924    | 3835.71  | 3757.23  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 667.08         | 0.01865  |
| 65 s  | 4159.44  | 4080.96  | 4012.29  | 3933.81 | 3855.33  | 3767.04  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 676.89         | 0.018924 |
| 70 s  | 4139.82  | 4061.34  | 3982.86  | 3924    | 3835.71  | 3747.42  | 3080.34 | 30     | 45.7  | 667.08         | 0.01865  |
| 75 s  | 4139.82  | 4061.34  | 3982.86  | 3924    | 3845.52  | 3767.04  | 3080.34 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 80 s  | 4139.82  | 4061.34  | 3992.67  | 3914.19 | 3835.71  | 3757.23  | 3080.34 | 30     | 45.7  | 676.89         | 0.018924 |
| 85 s  | 4130.01  | 4051.53  | 3982.86  | 3924    | 3835.71  | 3757.23  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 667.08         | 0.01865  |
| 90 s  | 4149.63  | 4071.15  | 3992.67  | 3924    | 3845.52  | 3757.23  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 667.08         | 0.01865  |
| 95 s  | 4149.63  | 4071.15  | 4022.1   | 3943.62 | 3874.95  | 3786.66  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 686.7          | 0.019198 |
| 100 s | 4159.44  | 4080.96  | 4022.1   | 3943.62 | 3865.14  | 3776.85  | 3099.96 | 30     | 45.7  | 676.89         | 0.018924 |
| 105 s | 4139.82  | 4061.34  | 3982.86  | 3924    | 3845.52  | 3767.04  | 3090.15 | 30     | 45.7  | 676.89         | 0.018924 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 4148.229 | 4069.749 | 4004.349 | 3933.81 | 3851.593 | 3771.244 | 3093.42 |        |       | 677.8243       | 0.01895  |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 4.905         | 4.0875        | 4.408661      | 5.138571      | 5.021786      | 4.236402      |

## 9. Deney

|             |              |        |                              |       |               |     |          |
|-------------|--------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.625 (kg/s) | $v' =$ | 0.000625 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.27324 (m/s) | Re= | 37316.52 |
|-------------|--------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 3708.18  | 3649.32  | 3590.46  | 3531.6   | 3462.93 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 10 s  | 3737.61  | 3678.75  | 3629.7   | 3551.22  | 3482.55 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 15 s  | 3737.61  | 3678.75  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36 | 3404.07  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 20 s  | 3727.8   | 3668.94  | 3600.27  | 3541.41  | 3482.55 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 25 s  | 3708.18  | 3649.32  | 3580.65  | 3521.79  | 3453.12 | 3384.45  | 2786.04  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 30 s  | 3727.8   | 3668.94  | 3600.27  | 3541.41  | 3482.55 | 3394.26  | 2786.04  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 35 s  | 3717.99  | 3659.13  | 3590.46  | 3531.6   | 3462.93 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 40 s  | 3747.42  | 3688.56  | 3639.51  | 3561.03  | 3492.36 | 3423.69  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 627.84         | 0.019364 |
| 45 s  | 3727.8   | 3668.94  | 3600.27  | 3541.41  | 3482.55 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 50 s  | 3717.99  | 3659.13  | 3600.27  | 3551.22  | 3482.55 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 55 s  | 3717.99  | 3659.13  | 3600.27  | 3551.22  | 3482.55 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 60 s  | 3737.61  | 3678.75  | 3619.89  | 3551.22  | 3482.55 | 3404.07  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 65 s  | 3737.61  | 3678.75  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36 | 3404.07  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 70 s  | 3727.8   | 3668.94  | 3600.27  | 3541.41  | 3472.74 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 75 s  | 3727.8   | 3668.94  | 3600.27  | 3531.6   | 3472.74 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 80 s  | 3747.42  | 3688.56  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36 | 3423.69  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 627.84         | 0.019364 |
| 85 s  | 3737.61  | 3678.75  | 3600.27  | 3541.41  | 3482.55 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
| 90 s  | 3727.8   | 3668.94  | 3600.27  | 3541.41  | 3472.74 | 3394.26  | 2786.04  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 95 s  | 3737.61  | 3678.75  | 3629.7   | 3551.22  | 3482.55 | 3404.07  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 100 s | 3737.61  | 3678.75  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36 | 3404.07  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 608.22         | 0.018759 |
| 105 s | 3717.99  | 3659.13  | 3600.27  | 3541.41  | 3462.93 | 3394.26  | 2795.85  | 22.5   | 36    | 598.41         | 0.018456 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 3729.201 | 3670.341 | 3609.613 | 3546.081 | 3479.28 | 3398.931 | 2794.449 |        |       | 604.4829       | 0.018644 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 3.67875       | 3.795536      | 3.970714      | 4.175089      | 5.021786      | 3.778018      |

## 10. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |         |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|
| $\dot{m} =$ | 0.590551 (kg/s) | $v' =$ | 0.000591 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.203061 (m/s) | Re= | 35259.7 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 3482.55  | 3384.45  | 3305.97  | 3247.11  | 3198.06  | 3129.39  | 2560.41  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 10 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3335.4   | 3256.92  | 3198.06  | 3139.2   | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 15 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3305.97  | 3247.11  | 3188.25  | 3109.77  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 539.55         | 0.018639 |
| 20 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3335.4   | 3266.73  | 3198.06  | 3139.2   | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 25 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3305.97  | 3247.11  | 3188.25  | 3109.77  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 539.55         | 0.018639 |
| 30 s  | 3462.93  | 3364.83  | 3305.97  | 3237.3   | 3168.63  | 3099.96  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 529.74         | 0.0183   |
| 35 s  | 3462.93  | 3364.83  | 3305.97  | 3247.11  | 3188.25  | 3129.39  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 40 s  | 3492.36  | 3394.26  | 3335.4   | 3266.73  | 3198.06  | 3139.2   | 2580.03  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 45 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3335.4   | 3266.73  | 3198.06  | 3139.2   | 2580.03  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 50 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3335.4   | 3266.73  | 3198.06  | 3139.2   | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 55 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3247.11  | 3188.25  | 3129.39  | 2560.41  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 60 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3256.92  | 3188.25  | 3129.39  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 65 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3256.92  | 3198.06  | 3129.39  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 70 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3335.4   | 3266.73  | 3198.06  | 3139.2   | 2560.41  | 22.5   | 38.1  | 578.79         | 0.019995 |
| 75 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3256.92  | 3198.06  | 3139.2   | 2560.41  | 22.5   | 38.1  | 578.79         | 0.019995 |
| 80 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3256.92  | 3198.06  | 3139.2   | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 85 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3256.92  | 3188.25  | 3129.39  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 90 s  | 3472.74  | 3374.64  | 3325.59  | 3256.92  | 3188.25  | 3139.2   | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 95 s  | 3482.55  | 3384.45  | 3335.4   | 3266.73  | 3198.06  | 3129.39  | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 559.17         | 0.019317 |
| 100 s | 3482.55  | 3384.45  | 3325.59  | 3266.73  | 3198.06  | 3139.2   | 2570.22  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
| 105 s | 3482.55  | 3384.45  | 3325.59  | 3247.11  | 3188.25  | 3129.39  | 2560.41  | 22.5   | 38.1  | 568.98         | 0.019656 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 3477.411 | 3379.311 | 3324.189 | 3256.453 | 3192.921 | 3130.791 | 2568.819 |        |       | 561.9729       | 0.019414 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 6.13125       | 3.445179      | 4.233482      | 3.970714      | 3.883125      | 3.51233       |

## 11. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.551471 (kg/s) | $v' =$ | 0.000551 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.123447 (m/s) | Re= | 32926.34 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 3158.82  | 3090.15  | 3041.1   | 2972.43  | 2903.76  | 2854.71  | 2354.4   | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
| 10 s  | 3168.63  | 3099.96  | 3050.91  | 2992.05  | 2933.19  | 2874.33  | 2354.4   | 22.5   | 40.8  | 519.93         | 0.020597 |
| 15 s  | 3158.82  | 3090.15  | 3041.1   | 2972.43  | 2903.76  | 2854.71  | 2354.4   | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
| 20 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3011.67  | 2952.81  | 2903.76  | 2835.09  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 490.5          | 0.019431 |
| 25 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3011.67  | 2952.81  | 2903.76  | 2844.9   | 2324.97  | 22.5   | 40.8  | 519.93         | 0.020597 |
| 30 s  | 3158.82  | 3090.15  | 3041.1   | 2972.43  | 2913.57  | 2864.52  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 519.93         | 0.020597 |
| 35 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3031.29  | 2962.62  | 2903.76  | 2854.71  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 510.12         | 0.020209 |
| 40 s  | 3158.82  | 3090.15  | 3041.1   | 2972.43  | 2913.57  | 2854.71  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 510.12         | 0.020209 |
| 45 s  | 3158.82  | 3090.15  | 3041.1   | 2972.43  | 2913.57  | 2864.52  | 2354.4   | 22.5   | 40.8  | 510.12         | 0.020209 |
| 50 s  | 3149.01  | 3080.34  | 3031.29  | 2962.62  | 2903.76  | 2844.9   | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
| 55 s  | 3149.01  | 3080.34  | 3041.1   | 2972.43  | 2913.57  | 2854.71  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 510.12         | 0.020209 |
| 60 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3031.29  | 2962.62  | 2903.76  | 2844.9   | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
| 65 s  | 3129.39  | 3060.72  | 3011.67  | 2952.81  | 2903.76  | 2844.9   | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
| 70 s  | 3129.39  | 3060.72  | 3011.67  | 2952.81  | 2893.95  | 2835.09  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 490.5          | 0.019431 |
| 75 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3011.67  | 2952.81  | 2893.95  | 2835.09  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 490.5          | 0.019431 |
| 80 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3011.67  | 2962.62  | 2903.76  | 2844.9   | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
| 85 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3011.67  | 2962.62  | 2903.76  | 2844.9   | 2324.97  | 22.5   | 40.8  | 519.93         | 0.020597 |
| 90 s  | 3129.39  | 3060.72  | 3001.86  | 2952.81  | 2893.95  | 2835.09  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 490.5          | 0.019431 |
| 95 s  | 3139.2   | 3070.53  | 3031.29  | 2962.62  | 2903.76  | 2854.71  | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 510.12         | 0.020209 |
| 100 s | 3139.2   | 3070.53  | 3031.29  | 2952.81  | 2903.76  | 2835.09  | 2324.97  | 22.5   | 40.8  | 510.12         | 0.020209 |
| 105 s | 3139.2   | 3070.53  | 3031.29  | 2962.62  | 2903.76  | 2844.9   | 2344.59  | 22.5   | 40.8  | 500.31         | 0.01982  |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 3144.806 | 3076.136 | 3027.086 | 2963.554 | 2905.629 | 2848.637 | 2343.656 |        |       | 504.9814       | 0.020005 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 4.291875      | 3.065625      | 3.970714      | 3.620357      | 3.561964      | 3.156134      |

## 12. Deney

|             |                 |        |                                    |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.531915 (kg/s) | $v' =$ | 0.000532 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | vort= | 1.083608 (m/s) | Re= | 31758.74 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 2903.76 | 2854.71 | 2795.85 | 2746.8   | 2687.94  | 2638.89  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 10 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2687.94  | 2638.89  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 15 s  | 2864.52 | 2815.47 | 2776.23 | 2717.37  | 2668.32  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
| 20 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2678.13  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
| 25 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2786.04 | 2736.99  | 2678.13  | 2638.89  | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 470.88         | 0.020051 |
| 30 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2786.04 | 2736.99  | 2678.13  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
| 35 s  | 2864.52 | 2815.47 | 2786.04 | 2717.37  | 2668.32  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
| 40 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 490.5          | 0.020886 |
| 45 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2678.13  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
| 50 s  | 2864.52 | 2815.47 | 2776.23 | 2717.37  | 2668.32  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
| 55 s  | 2903.76 | 2854.71 | 2805.66 | 2756.61  | 2697.75  | 2648.7   | 2177.82  | 22.5   | 42.3  | 470.88         | 0.020051 |
| 60 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2717.37  | 2678.13  | 2619.27  | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 451.26         | 0.019216 |
| 65 s  | 2903.76 | 2854.71 | 2805.66 | 2756.61  | 2697.75  | 2648.7   | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 70 s  | 2903.76 | 2854.71 | 2795.85 | 2736.99  | 2687.94  | 2648.7   | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 75 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2678.13  | 2638.89  | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 470.88         | 0.020051 |
| 80 s  | 2903.76 | 2854.71 | 2795.85 | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 85 s  | 2903.76 | 2854.71 | 2795.85 | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 90 s  | 2864.52 | 2815.47 | 2776.23 | 2717.37  | 2668.32  | 2609.46  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 451.26         | 0.019216 |
| 95 s  | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2687.94  | 2638.89  | 2168.01  | 22.5   | 42.3  | 470.88         | 0.020051 |
| 100 s | 2893.95 | 2844.9  | 2795.85 | 2746.8   | 2687.94  | 2638.89  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 480.69         | 0.020469 |
| 105 s | 2884.14 | 2835.09 | 2795.85 | 2717.37  | 2668.32  | 2619.27  | 2158.2   | 22.5   | 42.3  | 461.07         | 0.019633 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 2890.68 | 2841.63 | 2792.58 | 2737.924 | 2681.867 | 2632.817 | 2162.871 |        |       | 469.9457       | 0.020011 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 3.065625      | 3.065625      | 3.415982      | 3.503571      | 3.065625      | 2.937161      |

### 13. Deney

|             |                 |        |                             |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.440313 (kg/s) | $v' =$ | 0.00044 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.896999 (m/s) | Re= | 26289.52 |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 10 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 15 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 20 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 25 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2020.86  | 1981.62  | 1952.19 | 1912.95  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 333.54         | 0.020727 |
| 30 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1952.19 | 1912.95  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 333.54         | 0.020727 |
| 35 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1912.95  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 333.54         | 0.020727 |
| 40 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1912.95  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 333.54         | 0.020727 |
| 45 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 50 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 55 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 60 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 65 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 70 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 75 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 80 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 85 s  | 2118.96  | 2079.72  | 2060.1   | 2011.05  | 1981.62 | 1932.57  | 1589.22  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 90 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 95 s  | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 100 s | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
| 105 s | 2109.15  | 2069.91  | 2030.67  | 1991.43  | 1962    | 1922.76  | 1579.41  | 22.5   | 51.1  | 343.35         | 0.021337 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 2109.617 | 2070.377 | 2031.604 | 1991.897 | 1962    | 1921.359 | 1579.877 |        |       | 341.4814       | 0.02122  |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 2.4525        | 2.423304      | 2.481696      | 1.868571      | 2.540089      | 2.134259      |

## 14. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.367647 (kg/s) | $v' =$ | 0.000368 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.748964 (m/s) | Re= | 21950.89 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 10 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1510.74  | 1481.31  | 1461.69  | 1216.44  | 15     | 40.8  | 245.25         | 0.02186  |
| 15 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1510.74  | 1481.31  | 1461.69  | 1206.63  | 15     | 40.8  | 255.06         | 0.022735 |
| 20 s  | 1599.03  | 1559.79  | 1540.17  | 1500.93  | 1471.5   | 1442.07  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 245.25         | 0.02186  |
| 25 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 30 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 35 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 40 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 45 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 50 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 55 s  | 1628.46  | 1589.22  | 1559.79  | 1530.36  | 1500.93  | 1481.31  | 1206.63  | 15     | 40.8  | 274.68         | 0.024484 |
| 60 s  | 1618.65  | 1579.41  | 1540.17  | 1520.55  | 1491.12  | 1471.5   | 1196.82  | 15     | 40.8  | 274.68         | 0.024484 |
| 65 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 70 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 75 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1500.93  | 1471.5   | 1442.07  | 1187.01  | 15     | 40.8  | 255.06         | 0.022735 |
| 80 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 85 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1530.36  | 1510.74  | 1481.31  | 1442.07  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 245.25         | 0.02186  |
| 90 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 95 s  | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
| 100 s | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1491.12  | 1471.5   | 1196.82  | 15     | 40.8  | 274.68         | 0.024484 |
| 105 s | 1608.84  | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1196.82  | 15     | 40.8  | 264.87         | 0.023609 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 1609.774 | 1570.534 | 1540.637 | 1517.747 | 1482.244 | 1460.756 | 1198.221 |        |       | 262.5343       | 0.023401 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 2.4525        | 1.868571      | 1.430625      | 2.218929      | 1.343036      | 1.640839      |

## 15. Deney

|             |                 |        |                              |       |               |     |         |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|---------|
| $\dot{m} =$ | 0.317797 (kg/s) | $v' =$ | 0.000318 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.64741 (m/s) | Re= | 18974.5 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 1245.87  | 1226.25  | 1206.63  | 1187.01  | 1157.58  | 1137.96 | 912.33   | 15     | 47.2  | 225.63         | 0.026916 |
| 10 s  | 1147.77  | 1128.15  | 1108.53  | 1088.91  | 1059.48  | 1039.86 | 922.14   | 15     | 47.2  | 117.72         | 0.014043 |
| 15 s  | 1275.3   | 1255.68  | 1236.06  | 1206.63  | 1187.01  | 1167.39 | 951.57   | 15     | 47.2  | 215.82         | 0.025746 |
| 20 s  | 1255.68  | 1236.06  | 1206.63  | 1187.01  | 1167.39  | 1137.96 | 941.76   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 25 s  | 1275.3   | 1255.68  | 1236.06  | 1206.63  | 1187.01  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 30 s  | 1275.3   | 1255.68  | 1236.06  | 1206.63  | 1187.01  | 1167.39 | 951.57   | 15     | 47.2  | 215.82         | 0.025746 |
| 35 s  | 1275.3   | 1255.68  | 1226.25  | 1196.82  | 1177.2   | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 40 s  | 1275.3   | 1255.68  | 1236.06  | 1206.63  | 1187.01  | 1167.39 | 951.57   | 15     | 47.2  | 215.82         | 0.025746 |
| 45 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1196.82  | 1177.2   | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 50 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1196.82  | 1187.01  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 55 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1206.63  | 1187.01  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 60 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1206.63  | 1187.01  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 65 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1206.63  | 1187.01  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 70 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1196.82  | 1167.39  | 1147.77 | 941.76   | 15     | 47.2  | 206.01         | 0.024575 |
| 75 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1196.82  | 1167.39  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 80 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1196.82  | 1187.01  | 1167.39 | 941.76   | 15     | 47.2  | 225.63         | 0.026916 |
| 85 s  | 1265.49  | 1245.87  | 1226.25  | 1187.01  | 1167.39  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 90 s  | 1245.87  | 1226.25  | 1206.63  | 1187.01  | 1167.39  | 1147.77 | 951.57   | 15     | 47.2  | 196.2          | 0.023405 |
| 95 s  | 1226.25  | 1206.63  | 1196.82  | 1167.39  | 1147.77  | 1128.15 | 941.76   | 15     | 47.2  | 186.39         | 0.022235 |
| 100 s | 1275.3   | 1255.68  | 1236.06  | 1206.63  | 1187.01  | 1167.39 | 941.76   | 15     | 47.2  | 225.63         | 0.026916 |
| 105 s | 1236.06  | 1216.44  | 1196.82  | 1167.39  | 1147.77  | 1128.15 | 941.76   | 15     | 47.2  | 186.39         | 0.022235 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 1257.081 | 1237.461 | 1217.374 | 1190.747 | 1170.193 | 1144.5  | 945.4971 |        |       | 199.0029       | 0.023739 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 1.22625       | 1.255446      | 1.664196      | 1.284643      | 1.605804      | 1.243768      |



## Siyah Boru:

### 1.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.847458 (kg/s) | $v' =$ | 0.000847 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.416478 (m/s) | Re= | 45832.13 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 6072.39  | 5944.86  | 5876.19  | 5787.9   | 5679.99  | 5581.89  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 931.95         | 0.02564  |
| 10 s  | 6101.82  | 5974.29  | 5905.62  | 5807.52  | 5709.42  | 5611.32  | 4659.75 | 30     | 35.4  | 951.57         | 0.026179 |
| 15 s  | 6062.58  | 5944.86  | 5866.38  | 5807.52  | 5670.18  | 5572.08  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 922.14         | 0.02537  |
| 20 s  | 6023.34  | 5895.81  | 5827.14  | 5768.28  | 5640.75  | 5572.08  | 4630.32 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 25 s  | 6052.77  | 5935.05  | 5856.57  | 5768.28  | 5670.18  | 5572.08  | 4630.32 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 30 s  | 6042.96  | 5905.62  | 5836.95  | 5768.28  | 5679.99  | 5572.08  | 4630.32 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 35 s  | 6082.2   | 5954.67  | 5886     | 5797.71  | 5689.8   | 5601.51  | 4659.75 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 40 s  | 6092.01  | 5964.48  | 5895.81  | 5797.71  | 5699.61  | 5601.51  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 951.57         | 0.026179 |
| 45 s  | 6092.01  | 5964.48  | 5895.81  | 5797.71  | 5699.61  | 5601.51  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 951.57         | 0.026179 |
| 50 s  | 6062.58  | 5935.05  | 5866.38  | 5768.28  | 5689.8   | 5572.08  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 922.14         | 0.02537  |
| 55 s  | 6033.15  | 5905.62  | 5836.95  | 5768.28  | 5650.56  | 5572.08  | 4630.32 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 60 s  | 5993.91  | 5866.38  | 5797.71  | 5699.61  | 5601.51  | 5572.08  | 4600.89 | 30     | 35.4  | 971.19         | 0.026719 |
| 65 s  | 6082.2   | 5944.86  | 5886     | 5787.9   | 5670.18  | 5581.89  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 931.95         | 0.02564  |
| 70 s  | 5993.91  | 5866.38  | 5787.9   | 5699.61  | 5591.7   | 5572.08  | 4610.7  | 30     | 35.4  | 961.38         | 0.026449 |
| 75 s  | 6072.39  | 5944.86  | 5876.19  | 5778.09  | 5679.99  | 5581.89  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 931.95         | 0.02564  |
| 80 s  | 6072.39  | 5954.67  | 5886     | 5787.9   | 5679.99  | 5581.89  | 4659.75 | 30     | 35.4  | 922.14         | 0.02537  |
| 85 s  | 6052.77  | 5925.24  | 5866.38  | 5768.28  | 5670.18  | 5572.08  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 922.14         | 0.02537  |
| 90 s  | 6052.77  | 5935.05  | 5856.57  | 5758.47  | 5640.75  | 5572.08  | 4630.32 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 95 s  | 6062.58  | 5944.86  | 5866.38  | 5768.28  | 5670.18  | 5572.08  | 4649.94 | 30     | 35.4  | 922.14         | 0.02537  |
| 100 s | 6062.58  | 5935.05  | 5866.38  | 5768.28  | 5670.18  | 5572.08  | 4630.32 | 30     | 35.4  | 941.76         | 0.02591  |
| 105 s | 6023.34  | 5905.62  | 5836.95  | 5797.71  | 5679.99  | 5572.08  | 4620.51 | 30     | 35.4  | 951.57         | 0.026179 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 6056.507 | 5930.846 | 5860.774 | 5773.886 | 5668.311 | 5580.021 | 4640.13 |        |       | 939.8914       | 0.025858 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 8.670639      | 4.834929      | 5.995311      | 7.284626      | 6.09201       | 6.485251      |

## 2. Deney

|             |                 |        |                              |       |               |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.821918 (kg/s) | $v' =$ | 0.000822 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.37379 (m/s) | Re= | 44450.88 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 5699.61  | 5591.7   | 5513.22  | 5434.74  | 5336.64  | 5248.35 | 4394.88  | 30     | 36.5  | 853.47         | 0.024962 |
| 10 s  | 5689.8   | 5572.08  | 5503.41  | 5415.12  | 5317.02  | 5218.92 | 4375.26  | 30     | 36.5  | 843.66         | 0.024675 |
| 15 s  | 5748.66  | 5630.94  | 5572.08  | 5473.98  | 5375.88  | 5287.59 | 4404.69  | 30     | 36.5  | 882.9          | 0.025823 |
| 20 s  | 5738.85  | 5630.94  | 5572.08  | 5473.98  | 5366.07  | 5287.59 | 4404.69  | 30     | 36.5  | 882.9          | 0.025823 |
| 25 s  | 5758.47  | 5640.75  | 5572.08  | 5473.98  | 5375.88  | 5297.4  | 4404.69  | 30     | 36.5  | 892.71         | 0.02611  |
| 30 s  | 5729.04  | 5611.32  | 5552.46  | 5454.36  | 5356.26  | 5277.78 | 4404.69  | 30     | 36.5  | 873.09         | 0.025536 |
| 35 s  | 5738.85  | 5630.94  | 5552.46  | 5464.17  | 5356.26  | 5277.78 | 4404.69  | 30     | 36.5  | 873.09         | 0.025536 |
| 40 s  | 5709.42  | 5601.51  | 5542.65  | 5444.55  | 5346.45  | 5277.78 | 4385.07  | 30     | 36.5  | 892.71         | 0.02611  |
| 45 s  | 5689.8   | 5581.89  | 5513.22  | 5434.74  | 5317.02  | 5248.35 | 4385.07  | 30     | 36.5  | 863.28         | 0.025249 |
| 50 s  | 5679.99  | 5572.08  | 5503.41  | 5415.12  | 5307.21  | 5218.92 | 4375.26  | 30     | 36.5  | 843.66         | 0.024675 |
| 55 s  | 5748.66  | 5630.94  | 5562.27  | 5473.98  | 5356.26  | 5287.59 | 4394.88  | 30     | 36.5  | 892.71         | 0.02611  |
| 60 s  | 5729.04  | 5611.32  | 5552.46  | 5464.17  | 5356.26  | 5277.78 | 4385.07  | 30     | 36.5  | 892.71         | 0.02611  |
| 65 s  | 5699.61  | 5581.89  | 5503.41  | 5415.12  | 5317.02  | 5238.54 | 4385.07  | 30     | 36.5  | 853.47         | 0.024962 |
| 70 s  | 5709.42  | 5601.51  | 5542.65  | 5454.36  | 5346.45  | 5258.16 | 4385.07  | 30     | 36.5  | 873.09         | 0.025536 |
| 75 s  | 5709.42  | 5591.7   | 5513.22  | 5444.55  | 5346.45  | 5297.4  | 4385.07  | 30     | 36.5  | 912.33         | 0.026684 |
| 80 s  | 5689.8   | 5581.89  | 5503.41  | 5415.12  | 5317.02  | 5238.54 | 4385.07  | 30     | 36.5  | 853.47         | 0.024962 |
| 85 s  | 5738.85  | 5611.32  | 5552.46  | 5464.17  | 5356.26  | 5277.78 | 4394.88  | 30     | 36.5  | 882.9          | 0.025823 |
| 90 s  | 5748.66  | 5640.75  | 5572.08  | 5473.98  | 5375.88  | 5277.78 | 4394.88  | 30     | 36.5  | 882.9          | 0.025823 |
| 95 s  | 5748.66  | 5630.94  | 5552.46  | 5473.98  | 5366.07  | 5277.78 | 4394.88  | 30     | 36.5  | 882.9          | 0.025823 |
| 100 s | 5679.99  | 5562.27  | 5503.41  | 5405.31  | 5307.21  | 5277.78 | 4375.26  | 30     | 36.5  | 902.52         | 0.026397 |
| 105 s | 5729.04  | 5611.32  | 5562.27  | 5454.36  | 5346.45  | 5277.78 | 4394.88  | 30     | 36.5  | 882.9          | 0.025823 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 5719.697 | 5605.714 | 5538.913 | 5448.754 | 5345.049 | 5267.97 | 4391.143 |        |       | 876.8271       | 0.025646 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 7.864817      | 4.609299      | 6.220941      | 7.155694      | 5.318421      | 6.050107      |

### 3. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |         |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|
| $\dot{m} =$ | 0.791557 (kg/s) | $v' =$ | 0.000792 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.323043 (m/s) | Re= | 42808.9 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 5287.59 | 5169.87  | 5101.2   | 5022.72  | 4924.62  | 4267.35  | 4080.96  | 30     | 37.9  | 786.23         | 0.024794 |
| 10 s  | 5356.26 | 5258.16  | 5179.68  | 5101.2   | 5003.1   | 4924.62  | 4110.39  | 30     | 37.9  | 814.23         | 0.025677 |
| 15 s  | 5336.64 | 5218.92  | 5160.06  | 5081.58  | 4983.48  | 4905     | 4100.58  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 20 s  | 5267.97 | 5160.06  | 5081.58  | 5012.91  | 4905     | 4826.52  | 4071.15  | 30     | 37.9  | 755.37         | 0.02382  |
| 25 s  | 5346.45 | 5218.92  | 5160.06  | 5091.39  | 4983.48  | 4905     | 4100.58  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 30 s  | 5267.97 | 5160.06  | 5081.58  | 5003.1   | 4905     | 4826.52  | 4061.34  | 30     | 37.9  | 765.18         | 0.02413  |
| 35 s  | 5317.02 | 5209.11  | 5150.25  | 5061.96  | 4963.86  | 4885.38  | 4100.58  | 30     | 37.9  | 784.8          | 0.024749 |
| 40 s  | 5375.88 | 5258.16  | 5209.11  | 5111.01  | 5012.91  | 4924.62  | 4120.2   | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 45 s  | 5317.02 | 5199.3   | 5140.44  | 5061.96  | 4963.86  | 4885.38  | 4080.96  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 50 s  | 5346.45 | 5218.92  | 5160.06  | 5081.58  | 4973.67  | 4905     | 4100.58  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 55 s  | 5336.64 | 5209.11  | 5160.06  | 5081.58  | 4983.48  | 4905     | 4100.58  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 60 s  | 5317.02 | 5209.11  | 5140.44  | 5071.77  | 4963.86  | 4885.38  | 4080.96  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 65 s  | 5346.45 | 5238.54  | 5169.87  | 5091.39  | 4983.48  | 4905     | 4100.58  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 70 s  | 5297.4  | 5179.68  | 5111.01  | 5042.34  | 4924.62  | 4865.76  | 4080.96  | 30     | 37.9  | 784.8          | 0.024749 |
| 75 s  | 5287.59 | 5179.68  | 5101.2   | 5022.72  | 4924.62  | 4846.14  | 4071.15  | 30     | 37.9  | 774.99         | 0.024439 |
| 80 s  | 5375.88 | 5258.16  | 5209.11  | 5111.01  | 5012.91  | 4924.62  | 4120.2   | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 85 s  | 5356.26 | 5248.35  | 5179.68  | 5101.2   | 5003.1   | 4914.81  | 4100.58  | 30     | 37.9  | 814.23         | 0.025677 |
| 90 s  | 5317.02 | 5209.11  | 5140.44  | 5071.77  | 4963.86  | 4885.38  | 4080.96  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
| 95 s  | 5336.64 | 5218.92  | 5160.06  | 5081.58  | 4983.48  | 4905     | 4080.96  | 30     | 37.9  | 824.04         | 0.025986 |
| 100 s | 5287.59 | 5179.68  | 5111.01  | 5022.72  | 4924.62  | 4855.95  | 4071.15  | 30     | 37.9  | 784.8          | 0.024749 |
| 105 s | 5317.02 | 5209.11  | 5150.25  | 5081.58  | 4963.86  | 4885.38  | 4080.96  | 30     | 37.9  | 804.42         | 0.025367 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 5323.56 | 5210.044 | 5145.579 | 5067.099 | 4964.327 | 4858.753 | 4090.303 |        |       | 797.0138       | 0.025134 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 7.832584      | 4.448134      | 5.41512       | 7.091229      | 7.284626      | 5.302305      |

#### 4. Deney

|     |                 |     |                              |       |                |     |       |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|
| m = | 0.738916 (kg/s) | v'= | 0.000739 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.235057 (m/s) | Re= | 39962 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 4748.04  | 4659.75  | 4581.27  | 4512.6   | 4424.31  | 4355.64  | 3619.89  | 30     | 40.6  | 735.75   | 0.026625 |
| 10 s  | 4787.28  | 4679.37  | 4620.51  | 4551.84  | 4463.55  | 4394.88  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 15 s  | 4806.9   | 4708.8   | 4649.94  | 4571.46  | 4483.17  | 4414.5   | 3668.94  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 20 s  | 4846.14  | 4816.71  | 4689.18  | 4591.08  | 4492.98  | 4424.31  | 3688.56  | 30     | 40.6  | 735.75   | 0.026625 |
| 25 s  | 4806.9   | 4689.18  | 4630.32  | 4571.46  | 4473.36  | 4394.88  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 30 s  | 4757.85  | 4669.56  | 4600.89  | 4522.41  | 4434.12  | 4375.26  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 735.75   | 0.026625 |
| 35 s  | 4806.9   | 4708.8   | 4630.32  | 4571.46  | 4473.36  | 4404.69  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 755.37   | 0.027335 |
| 40 s  | 4806.9   | 4708.8   | 4669.56  | 4581.27  | 4483.17  | 4414.5   | 3678.75  | 30     | 40.6  | 735.75   | 0.026625 |
| 45 s  | 4777.47  | 4679.37  | 4610.7   | 4532.22  | 4434.12  | 4385.07  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 50 s  | 4787.28  | 4689.18  | 4630.32  | 4453.74  | 4463.55  | 4394.88  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 55 s  | 4846.14  | 4728.42  | 4689.18  | 4610.7   | 4512.6   | 4434.12  | 3678.75  | 30     | 40.6  | 755.37   | 0.027335 |
| 60 s  | 4806.9   | 4689.18  | 4630.32  | 4571.46  | 4473.36  | 4355.64  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 706.32   | 0.02556  |
| 65 s  | 4757.85  | 4669.56  | 4591.08  | 4522.41  | 4424.31  | 4365.45  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 725.94   | 0.02627  |
| 70 s  | 4767.66  | 4679.37  | 4620.51  | 4532.22  | 4453.74  | 4385.07  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 75 s  | 4846.14  | 4748.04  | 4689.18  | 4610.7   | 4512.6   | 4453.74  | 3688.56  | 30     | 40.6  | 765.18   | 0.02769  |
| 80 s  | 4787.28  | 4689.18  | 4630.32  | 4561.65  | 4463.55  | 4394.88  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 745.56   | 0.02698  |
| 85 s  | 4777.47  | 4679.37  | 4610.7   | 4532.22  | 4453.74  | 4394.88  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 755.37   | 0.027335 |
| 90 s  | 4777.47  | 4581.27  | 4630.32  | 4551.84  | 4453.74  | 4385.07  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 735.75   | 0.026625 |
| 95 s  | 4748.04  | 4649.94  | 4581.27  | 4512.6   | 4414.5   | 4355.64  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 716.13   | 0.025915 |
| 100 s | 4777.47  | 4679.37  | 4610.7   | 4532.22  | 4434.12  | 4375.26  | 3639.51  | 30     | 40.6  | 735.75   | 0.026625 |
| 105 s | 4787.28  | 4689.18  | 4630.32  | 4561.65  | 4463.55  | 4404.69  | 3649.32  | 30     | 40.6  | 755.37   | 0.027335 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔP ORT   | f ORT    |
|       | 4791.017 | 4690.114 | 4629.853 | 4550.439 | 4461.214 | 4393.479 | 3652.123 |        |       | 741.3557 | 0.026828 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 6.962297 | 4.158039 | 5.479586 | 6.156476 | 4.673764 | 5.115354 |

## 5. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.683371 (kg/s) | $v' =$ | 0.000683 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.142217 (m/s) | Re= | 36958.02 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 4080.96  | 3992.67  | 3933.81  | 3874.95  | 3796.47  | 3727.8   | 3109.77 | 30     | 43.9  | 618.03         | 0.026149 |
| 10 s  | 4080.96  | 3992.67  | 3943.62  | 3884.76  | 3796.47  | 3737.61  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 637.65         | 0.026979 |
| 15 s  | 4031.91  | 3963.24  | 3904.38  | 3825.9   | 3747.42  | 3688.56  | 3090.15 | 30     | 43.9  | 598.41         | 0.025319 |
| 20 s  | 4071.15  | 3982.86  | 3924     | 3865.14  | 3776.85  | 3727.8   | 3099.96 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 25 s  | 4100.58  | 4012.29  | 3973.05  | 3894.57  | 3806.28  | 3767.04  | 3109.77 | 30     | 43.9  | 657.27         | 0.027809 |
| 30 s  | 4071.15  | 3982.86  | 3924     | 3865.14  | 3776.85  | 3737.61  | 3109.77 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 35 s  | 4071.15  | 3982.86  | 3933.81  | 3865.14  | 3786.66  | 3717.99  | 3109.77 | 30     | 43.9  | 608.22         | 0.025734 |
| 40 s  | 4041.72  | 3943.62  | 3904.38  | 3835.71  | 3767.04  | 3698.37  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 598.41         | 0.025319 |
| 45 s  | 4080.96  | 3992.67  | 3943.62  | 3884.76  | 3806.28  | 3737.61  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 637.65         | 0.026979 |
| 50 s  | 4041.72  | 3973.05  | 3914.19  | 3845.52  | 3767.04  | 3708.18  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 608.22         | 0.025734 |
| 55 s  | 4061.34  | 3973.05  | 3924     | 3874.95  | 3776.85  | 3727.8   | 3099.96 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 60 s  | 4061.34  | 3982.86  | 3924     | 3865.14  | 3786.66  | 3727.8   | 3109.77 | 30     | 43.9  | 618.03         | 0.026149 |
| 65 s  | 4100.58  | 4012.29  | 3963.24  | 3904.38  | 3816.09  | 3767.04  | 3109.77 | 30     | 43.9  | 657.27         | 0.027809 |
| 70 s  | 4041.72  | 3963.24  | 3914.19  | 3845.52  | 3767.04  | 3708.18  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 608.22         | 0.025734 |
| 75 s  | 4100.58  | 4002.48  | 3963.24  | 3894.57  | 3806.28  | 3747.42  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 647.46         | 0.027394 |
| 80 s  | 4061.34  | 3982.86  | 3924     | 3865.14  | 3786.66  | 3727.8   | 3099.96 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 85 s  | 4090.77  | 4002.48  | 3933.81  | 3884.76  | 3806.28  | 3737.61  | 3109.77 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 90 s  | 4071.15  | 3982.86  | 3933.81  | 3874.95  | 3786.66  | 3727.8   | 3099.96 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 95 s  | 4100.58  | 4002.48  | 3973.05  | 3894.57  | 3806.28  | 3747.42  | 3119.58 | 30     | 43.9  | 627.84         | 0.026564 |
| 100 s | 4080.96  | 3982.86  | 3933.81  | 3874.95  | 3786.66  | 3737.61  | 3099.96 | 30     | 43.9  | 637.65         | 0.026979 |
| 105 s | 4061.34  | 3982.86  | 3914.19  | 3845.52  | 3776.85  | 3708.18  | 3090.15 | 30     | 43.9  | 618.03         | 0.026149 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 4071.617 | 3985.196 | 3933.343 | 3869.811 | 3787.127 | 3729.201 | 3103.23 |        |       | 625.9714       | 0.026485 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 5.963079      | 3.577847      | 4.383669      | 5.705216      | 3.996874      | 4.319203      |

## 6. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.618557 (kg/s) | $v' =$ | 0.000619 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.033883 (m/s) | Re= | 33452.73 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 3404.07  | 3325.59  | 3296.16 | 3227.49  | 3158.82  | 3119.58  | 2599.65  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 10 s  | 3384.45  | 3315.78  | 3276.54 | 3207.87  | 3139.2   | 3090.15  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 15 s  | 3374.64  | 3305.97  | 3256.92 | 3207.87  | 3129.39  | 3090.15  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 20 s  | 3394.26  | 3315.78  | 3286.35 | 3237.3   | 3158.82  | 3109.77  | 2589.84  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 25 s  | 3394.26  | 3315.78  | 3276.54 | 3217.68  | 3149.01  | 3099.96  | 2589.84  | 30     | 48.5  | 510.12         | 0.026343 |
| 30 s  | 3384.45  | 3315.78  | 3256.92 | 3207.87  | 3139.2   | 3090.15  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 35 s  | 3384.45  | 3315.78  | 3256.92 | 3217.68  | 3139.2   | 3090.15  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 40 s  | 3384.45  | 3315.78  | 3256.92 | 3217.68  | 3139.2   | 3099.96  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 529.74         | 0.027356 |
| 45 s  | 3384.45  | 3315.78  | 3276.54 | 3217.68  | 3139.2   | 3099.96  | 2589.84  | 30     | 48.5  | 510.12         | 0.026343 |
| 50 s  | 3394.26  | 3315.78  | 3276.54 | 3227.49  | 3149.01  | 3099.96  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 529.74         | 0.027356 |
| 55 s  | 6327.45  | 3305.97  | 3276.54 | 3217.68  | 3139.2   | 3099.96  | 2589.84  | 30     | 48.5  | 510.12         | 0.026343 |
| 60 s  | 3394.26  | 3315.78  | 3276.54 | 3217.68  | 3139.2   | 3099.96  | 2560.41  | 30     | 48.5  | 539.55         | 0.027863 |
| 65 s  | 3384.45  | 3315.78  | 3276.54 | 3217.68  | 3149.01  | 3099.96  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 529.74         | 0.027356 |
| 70 s  | 3394.26  | 3325.59  | 3286.35 | 3237.3   | 3149.01  | 3109.77  | 2589.84  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 75 s  | 3355.02  | 3296.16  | 3256.92 | 3198.06  | 3119.58  | 3080.34  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 510.12         | 0.026343 |
| 80 s  | 3374.64  | 3305.97  | 3256.92 | 3198.06  | 3129.39  | 3090.15  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 519.93         | 0.02685  |
| 85 s  | 3374.64  | 3305.97  | 3256.92 | 3207.87  | 3119.58  | 3080.34  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 510.12         | 0.026343 |
| 90 s  | 3394.26  | 3315.78  | 3286.35 | 3217.68  | 3149.01  | 3099.96  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 529.74         | 0.027356 |
| 95 s  | 3404.07  | 3325.59  | 3296.16 | 3237.3   | 3158.82  | 3109.77  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 539.55         | 0.027863 |
| 100 s | 3374.64  | 3305.97  | 3247.11 | 3198.06  | 3129.39  | 3080.34  | 2570.22  | 30     | 48.5  | 510.12         | 0.026343 |
| 105 s | 3443.31  | 3276.54  | 3237.3  | 3189.231 | 3109.77  | 3060.72  | 2560.41  | 30     | 48.5  | 500.31         | 0.025837 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 3528.797 | 3312.043 | 3270    | 3215.391 | 3139.667 | 3095.289 | 2575.359 |        |       | 519.93         | 0.02685  |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 14.95605      | 2.900957      | 3.768021      | 5.224946      | 3.062121      | 3.587517      |

## 7. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.596421 (kg/s) | $v' =$ | 0.000596 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.996885 (m/s) | Re= | 32255.61 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 3188.25  | 3109.77  | 3060.72  | 3021.48  | 2952.81  | 2903.76  | 2423.07  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 10 s  | 3149.01  | 3090.15  | 3050.91  | 3001.86  | 2923.38  | 2884.14  | 2413.26  | 30     | 50.3  | 470.88         | 0.026155 |
| 15 s  | 3158.82  | 3099.96  | 3050.91  | 3001.86  | 2933.19  | 2903.76  | 2413.26  | 30     | 50.3  | 490.5          | 0.027245 |
| 20 s  | 3149.01  | 3080.34  | 3050.91  | 3001.86  | 2933.19  | 2884.14  | 2413.26  | 30     | 50.3  | 470.88         | 0.026155 |
| 25 s  | 3158.82  | 3099.96  | 3050.91  | 3011.67  | 2943     | 2903.76  | 2413.26  | 30     | 50.3  | 490.5          | 0.027245 |
| 30 s  | 3149.01  | 3090.15  | 3050.91  | 3001.86  | 2933.19  | 2893.95  | 2413.26  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 35 s  | 3158.82  | 3099.96  | 3050.91  | 3011.67  | 2933.19  | 2893.95  | 2413.26  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 40 s  | 3119.58  | 3060.72  | 3011.67  | 2962.62  | 2903.76  | 2854.71  | 2403.45  | 30     | 50.3  | 451.26         | 0.025065 |
| 45 s  | 3178.44  | 3109.77  | 3060.72  | 3021.48  | 2952.81  | 2903.76  | 2423.07  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 50 s  | 3198.06  | 3119.58  | 3080.34  | 3021.48  | 2952.81  | 2923.38  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 490.5          | 0.027245 |
| 55 s  | 3178.44  | 3119.58  | 3060.72  | 3021.48  | 2952.81  | 2903.76  | 2423.07  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 60 s  | 3198.06  | 3109.77  | 3090.15  | 3041.1   | 2962.62  | 2923.38  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 490.5          | 0.027245 |
| 65 s  | 3198.06  | 3129.39  | 3080.34  | 3021.48  | 2952.81  | 2913.57  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 70 s  | 3198.06  | 3119.58  | 3080.34  | 3031.29  | 2952.81  | 2913.57  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 75 s  | 3188.25  | 3119.58  | 3080.34  | 3021.48  | 2952.81  | 2913.57  | 2423.07  | 30     | 50.3  | 490.5          | 0.027245 |
| 80 s  | 3178.44  | 3119.58  | 3060.72  | 3021.48  | 2952.81  | 2903.76  | 2423.07  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 85 s  | 3198.06  | 3109.77  | 3080.34  | 3031.29  | 2962.62  | 2913.57  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 90 s  | 3198.06  | 3129.39  | 3090.15  | 3031.29  | 2962.62  | 2923.38  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 490.5          | 0.027245 |
| 95 s  | 3188.25  | 3129.39  | 3080.34  | 3021.48  | 2952.81  | 2903.76  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 470.88         | 0.026155 |
| 100 s | 3198.06  | 3119.58  | 3090.15  | 3031.29  | 2962.62  | 2913.57  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
| 105 s | 3188.25  | 3119.58  | 3080.34  | 3021.48  | 2952.81  | 2913.57  | 2432.88  | 30     | 50.3  | 480.69         | 0.0267   |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 3177.039 | 3108.836 | 3066.326 | 3016.809 | 2946.737 | 2904.227 | 2423.537 |        |       | 480.69         | 0.0267   |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 4.705997      | 2.93319       | 3.416683      | 4.834929      | 2.93319       | 3.316761      |

## 8. Deney

|     |                 |     |                              |       |                |     |         |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|
| m = | 0.576923 (kg/s) | v'= | 0.000577 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.964295 (m/s) | Re= | 31201.1 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7  | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|--------|----------|
| 5 s   | 3001.86  | 2943     | 2903.76  | 2844.9   | 2786.04  | 2736.99  | 2275.92  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 10 s  | 3031.29  | 2943     | 2913.57  | 2864.52  | 2795.85  | 2756.61  | 2295.54  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 15 s  | 3001.86  | 2943     | 2903.76  | 2844.9   | 2786.04  | 2746.8   | 2295.54  | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 20 s  | 2992.05  | 2923.38  | 2893.95  | 2835.09  | 2766.42  | 2727.18  | 2275.92  | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 25 s  | 2982.24  | 2913.57  | 2884.14  | 2825.28  | 2756.61  | 2717.37  | 2256.3   | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 30 s  | 2982.24  | 2913.57  | 2864.52  | 2815.47  | 2746.8   | 2717.37  | 2256.3   | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 35 s  | 2962.62  | 2913.57  | 2864.52  | 2825.28  | 2756.61  | 2707.56  | 2256.3   | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 40 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2815.47  | 2746.8   | 2707.56  | 2256.3   | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 45 s  | 2982.24  | 2913.57  | 2864.52  | 2825.28  | 2756.61  | 2717.37  | 2256.3   | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 50 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2815.47  | 2756.61  | 2717.37  | 2256.3   | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 55 s  | 2962.62  | 2913.57  | 2864.52  | 2815.47  | 2746.8   | 2707.56  | 2256.3   | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 60 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2815.47  | 2746.8   | 2707.56  | 2246.49  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 65 s  | 2952.81  | 2903.76  | 2854.71  | 2805.66  | 2727.18  | 2707.56  | 2236.68  | 30     | 52    | 470.88 | 0.027953 |
| 70 s  | 2962.62  | 2913.57  | 2864.52  | 2805.66  | 2746.8   | 2707.56  | 2246.49  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 75 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2815.47  | 2736.99  | 2707.56  | 2246.49  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 80 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2805.66  | 2746.8   | 2707.56  | 2246.49  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 85 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2815.47  | 2746.8   | 2707.56  | 2246.49  | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
| 90 s  | 2962.62  | 2903.76  | 2864.52  | 2805.66  | 2746.8   | 2707.56  | 2256.3   | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 95 s  | 2962.62  | 2913.57  | 2864.52  | 2815.47  | 2746.8   | 2707.56  | 2256.3   | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 100 s | 2962.62  | 2903.76  | 2854.71  | 2805.66  | 2736.99  | 2707.56  | 2256.3   | 30     | 52    | 451.26 | 0.026788 |
| 105 s | 2982.24  | 2913.57  | 2884.14  | 2825.28  | 2756.61  | 2717.37  | 2256.3   | 30     | 52    | 461.07 | 0.027371 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔPORT  | f ORT    |
|       | 2974.299 | 2914.037 | 2872.929 | 2821.076 | 2754.274 | 2716.436 | 2258.636 |        |       | 457.8  | 0.027177 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa) |
|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 4.158039 | 2.836491 | 3.577847 | 4.609299 | 2.610861 | 3.15882 |



## 9. Deney

|             |                 |        |                              |       |               |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.533808 (kg/s) | $v' =$ | 0.000534 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.89223 (m/s) | Re= | 28869.35 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 2609.46  | 2540.79 | 2511.36  | 2462.31  | 2413.26 | 2364.21  | 1971.81  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 10 s  | 2599.65  | 2550.6  | 2511.36  | 2462.31  | 2403.45 | 2364.21  | 1971.81  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 15 s  | 2599.65  | 2530.98 | 2511.36  | 2462.31  | 2403.45 | 2364.21  | 1971.81  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 20 s  | 2589.84  | 2530.98 | 2491.74  | 2452.5   | 2403.45 | 2364.21  | 1971.81  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 25 s  | 2599.65  | 2540.79 | 2511.36  | 2462.31  | 2403.45 | 2364.21  | 1962     | 30     | 56.2  | 402.21           | 0.027889 |
| 30 s  | 2599.65  | 2540.79 | 2511.36  | 2462.31  | 2403.45 | 2364.21  | 1971.81  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 35 s  | 2550.6   | 2511.36 | 2462.31  | 2423.07  | 2364.21 | 2334.78  | 1932.57  | 30     | 56.2  | 402.21           | 0.027889 |
| 40 s  | 2550.6   | 2511.36 | 2462.31  | 2423.07  | 2364.21 | 2324.97  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 382.59           | 0.026529 |
| 45 s  | 2550.6   | 2501.55 | 2462.31  | 2423.07  | 2354.4  | 2324.97  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 382.59           | 0.026529 |
| 50 s  | 2560.41  | 2501.55 | 2472.12  | 2423.07  | 2374.02 | 2334.78  | 1952.19  | 30     | 56.2  | 382.59           | 0.026529 |
| 55 s  | 2560.41  | 2501.55 | 2472.12  | 2423.07  | 2364.21 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 60 s  | 2560.41  | 2511.36 | 2472.12  | 2432.88  | 2374.02 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 65 s  | 2570.22  | 2511.36 | 2491.74  | 2432.88  | 2374.02 | 2354.4   | 1942.38  | 30     | 56.2  | 412.02           | 0.02857  |
| 70 s  | 2589.84  | 2511.36 | 2501.55  | 2442.69  | 2393.64 | 2344.59  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 402.21           | 0.027889 |
| 75 s  | 2560.41  | 2511.36 | 2472.12  | 2432.88  | 2374.02 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 80 s  | 2560.41  | 2511.36 | 2472.12  | 2432.88  | 2374.02 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 85 s  | 2589.84  | 2521.17 | 2393.64  | 2442.69  | 2374.02 | 2354.4   | 1942.38  | 30     | 56.2  | 412.02           | 0.02857  |
| 90 s  | 2550.6   | 2501.55 | 2462.31  | 2413.26  | 2364.21 | 2324.97  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 382.59           | 0.026529 |
| 95 s  | 2560.41  | 2511.36 | 2462.31  | 2423.07  | 2364.21 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 100 s | 2570.22  | 2511.36 | 2491.74  | 2432.88  | 2374.02 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
| 105 s | 2570.22  | 2511.36 | 2472.12  | 2432.88  | 2374.02 | 2334.78  | 1942.38  | 30     | 56.2  | 392.4            | 0.027209 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 2573.957 | 2517.9  | 2479.594 | 2438.019 | 2380.56 | 2344.123 | 1950.321 |        |       | 393.8014         | 0.027306 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.867943      | 2.643094      | 2.868724      | 3.964641      | 2.514163      | 2.71723       |

## 10. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.487805 (kg/s) | $v' =$ | 0.000488 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.815339 (m/s) | Re= | 26381.42 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 2217.06  | 2168.01  | 2128.77  | 2109.15  | 2040.48  | 2020.86  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 10 s  | 2275.92  | 2217.06  | 2177.82  | 2158.2   | 2109.15  | 2069.91  | 1726.56  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 15 s  | 2256.3   | 2207.25  | 2168.01  | 2128.77  | 2069.91  | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 20 s  | 2275.92  | 2226.87  | 2197.44  | 2148.39  | 2109.15  | 2069.91  | 1716.75  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 25 s  | 2236.68  | 2197.44  | 2158.2   | 2128.77  | 2060.1   | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 30 s  | 2256.3   | 2207.25  | 2177.82  | 2128.77  | 1981.62  | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 35 s  | 2246.49  | 2177.82  | 2168.01  | 2128.77  | 2069.91  | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 40 s  | 2236.68  | 2207.25  | 2168.01  | 2118.96  | 2069.91  | 2040.48  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 362.97           | 0.030139 |
| 45 s  | 2236.68  | 2177.82  | 2158.2   | 2118.96  | 2060.1   | 2040.48  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 362.97           | 0.030139 |
| 50 s  | 2226.87  | 2158.2   | 2138.58  | 2109.15  | 2040.48  | 2011.05  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 333.54           | 0.027696 |
| 55 s  | 2236.68  | 2168.01  | 2148.39  | 2118.96  | 2060.1   | 2020.86  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 60 s  | 2236.68  | 2177.82  | 2158.2   | 2118.96  | 2069.91  | 2030.67  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 65 s  | 2256.3   | 2197.44  | 2168.01  | 2138.58  | 2079.72  | 2050.29  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 362.97           | 0.030139 |
| 70 s  | 2236.68  | 2177.82  | 2158.2   | 2118.96  | 2060.1   | 2040.48  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 362.97           | 0.030139 |
| 75 s  | 2256.3   | 2197.44  | 2177.82  | 2138.58  | 2069.91  | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 80 s  | 2246.49  | 2197.44  | 2168.01  | 2118.96  | 2069.91  | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 85 s  | 2236.68  | 2168.01  | 2148.39  | 2109.15  | 2060.1   | 2020.86  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 90 s  | 2226.87  | 2177.82  | 2138.58  | 2099.34  | 2040.48  | 2020.86  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 95 s  | 2226.87  | 2168.01  | 2138.58  | 2109.15  | 2069.91  | 2020.86  | 1677.51  | 30     | 61.5  | 343.35           | 0.02851  |
| 100 s | 2217.06  | 2158.2   | 2138.58  | 2079.72  | 2040.48  | 2020.86  | 1667.7   | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
| 105 s | 2256.3   | 2197.44  | 2168.01  | 2128.77  | 2069.91  | 2040.48  | 1687.32  | 30     | 61.5  | 353.16           | 0.029325 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 2242.753 | 2187.163 | 2159.601 | 2121.763 | 2061.969 | 2036.276 | 1685.451 |        |       | 350.8243         | 0.029131 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.83571       | 1.901739      | 2.610861      | 4.125806      | 1.772807      | 2.420688      |

## 11. Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.443787 (kg/s) | $v' =$ | 0.000444 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.741765 (m/s) | Re= | 24000.85 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 1814.85  | 1775.61 | 1755.99  | 1716.75  | 1677.51  | 1657.89  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 294.3    | 0.029525 |
| 10 s  | 1824.66  | 1775.61 | 1755.99  | 1726.56  | 1677.51  | 1648.08  | 1383.21 | 22.5   | 50.7  | 264.87   | 0.026573 |
| 15 s  | 1824.66  | 1775.61 | 1746.18  | 1716.75  | 1677.51  | 1657.89  | 1383.21 | 22.5   | 50.7  | 274.68   | 0.027557 |
| 20 s  | 1824.66  | 1785.42 | 1765.8   | 1716.75  | 1677.51  | 1657.89  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 294.3    | 0.029525 |
| 25 s  | 1834.47  | 1785.42 | 1765.8   | 1726.56  | 1677.51  | 1657.89  | 1383.21 | 22.5   | 50.7  | 274.68   | 0.027557 |
| 30 s  | 1814.85  | 1775.61 | 1746.18  | 1716.75  | 1677.51  | 1648.08  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 284.49   | 0.028541 |
| 35 s  | 1814.85  | 1775.61 | 1746.18  | 1716.75  | 1667.7   | 1648.08  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 284.49   | 0.028541 |
| 40 s  | 1854.09  | 1785.42 | 1775.61  | 1746.18  | 1706.94  | 1677.51  | 1383.21 | 22.5   | 50.7  | 294.3    | 0.029525 |
| 45 s  | 1814.85  | 1775.61 | 1746.18  | 1706.94  | 1677.51  | 1648.08  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 284.49   | 0.028541 |
| 50 s  | 1785.42  | 1746.18 | 1726.56  | 1687.32  | 1648.08  | 1628.46  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 264.87   | 0.026573 |
| 55 s  | 1824.66  | 1785.42 | 1755.99  | 1726.56  | 1677.51  | 1657.89  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 294.3    | 0.029525 |
| 60 s  | 1805.04  | 1755.99 | 1726.56  | 1687.32  | 1657.89  | 1638.27  | 1383.21 | 22.5   | 50.7  | 255.06   | 0.025589 |
| 65 s  | 1922.76  | 1863.9  | 1844.28  | 1716.75  | 1755.99  | 1736.37  | 1432.26 | 22.5   | 50.7  | 304.11   | 0.03051  |
| 70 s  | 1922.76  | 1873.71 | 1854.09  | 1814.85  | 1765.8   | 1736.37  | 1412.64 | 22.5   | 50.7  | 323.73   | 0.032478 |
| 75 s  | 1903.14  | 1854.09 | 1834.47  | 1805.04  | 1755.99  | 1736.37  | 1412.64 | 22.5   | 50.7  | 323.73   | 0.032478 |
| 80 s  | 1814.85  | 1765.8  | 1746.18  | 1716.75  | 1667.7   | 1648.08  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 284.49   | 0.028541 |
| 85 s  | 1844.28  | 1785.42 | 1775.61  | 1746.18  | 1706.94  | 1677.51  | 1383.21 | 22.5   | 50.7  | 294.3    | 0.029525 |
| 90 s  | 1844.28  | 1785.42 | 1775.61  | 1736.37  | 1706.94  | 1677.51  | 1393.02 | 22.5   | 50.7  | 284.49   | 0.028541 |
| 95 s  | 1854.09  | 1805.04 | 1785.42  | 1765.8   | 1716.75  | 1687.32  | 1393.02 | 22.5   | 50.7  | 294.3    | 0.029525 |
| 100 s | 1814.85  | 1775.61 | 1746.18  | 1716.75  | 1677.51  | 1648.08  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 284.49   | 0.028541 |
| 105 s | 1785.42  | 1755.99 | 1726.56  | 1687.32  | 1657.89  | 1638.27  | 1363.59 | 22.5   | 50.7  | 274.68   | 0.027557 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 1835.404 | 1788.69 | 1766.734 | 1728.429 | 1691.057 | 1667.233 | 1379.94 |        |       | 287.2929 | 0.028822 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.223286      | 1.514944      | 2.643094      | 2.578629      | 1.643876      | 1.982321      |

## 12. Deney

|     |                 |     |                              |       |                |     |         |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|
| m = | 0.405405 (kg/s) | v'= | 0.000405 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.677613 (m/s) | Re= | 21925.1 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 1589.22 | 1559.79  | 1530.36  | 1491.12  | 1461.69  | 1451.88  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 10 s  | 1589.22 | 1549.98  | 1530.36  | 1491.12  | 1461.69  | 1442.07  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 245.25   | 0.029484 |
| 15 s  | 1589.22 | 1549.98  | 1530.36  | 1491.12  | 1451.88  | 1442.07  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 20 s  | 1579.41 | 1549.98  | 1530.36  | 1491.12  | 1451.88  | 1442.07  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 25 s  | 1589.22 | 1559.79  | 1540.17  | 1510.74  | 1471.5   | 1451.88  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 30 s  | 1589.22 | 1569.6   | 1530.36  | 1491.12  | 1471.5   | 1451.88  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 35 s  | 1589.22 | 1569.6   | 1540.17  | 1520.55  | 1471.5   | 1451.88  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 264.87   | 0.031843 |
| 40 s  | 1638.27 | 1589.22  | 1569.6   | 1540.17  | 1491.12  | 1481.31  | 1216.44  | 22.5   | 55.5  | 264.87   | 0.031843 |
| 45 s  | 1569.6  | 1530.36  | 1491.12  | 1471.5   | 1442.07  | 1422.45  | 1167.39  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 50 s  | 1589.22 | 1559.79  | 1432.26  | 1491.12  | 1461.69  | 1451.88  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 255.06   | 0.030663 |
| 55 s  | 1559.79 | 1520.55  | 1491.12  | 1461.69  | 1442.07  | 1432.26  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 245.25   | 0.029484 |
| 60 s  | 1520.55 | 1491.12  | 1471.5   | 1442.07  | 1412.64  | 1383.21  | 1167.39  | 22.5   | 55.5  | 215.82   | 0.025946 |
| 65 s  | 1589.22 | 1549.98  | 1540.17  | 1491.12  | 1461.69  | 1442.07  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 245.25   | 0.029484 |
| 70 s  | 1628.46 | 1589.22  | 1569.6   | 1530.36  | 1491.12  | 1481.31  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 294.3    | 0.035381 |
| 75 s  | 1608.84 | 1579.41  | 1549.98  | 1520.55  | 1481.31  | 1461.69  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 274.68   | 0.033022 |
| 80 s  | 1579.41 | 1549.98  | 1530.36  | 1491.12  | 1451.88  | 1432.26  | 1167.39  | 22.5   | 55.5  | 264.87   | 0.031843 |
| 85 s  | 1579.41 | 1530.36  | 1520.55  | 1491.12  | 1451.88  | 1432.26  | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 235.44   | 0.028305 |
| 90 s  | 1540.17 | 1500.93  | 1481.31  | 1442.07  | 1422.45  | 1393.02  | 1177.2   | 22.5   | 55.5  | 215.82   | 0.025946 |
| 95 s  | 1559.79 | 1530.36  | 1491.12  | 1471.5   | 1442.07  | 1422.45  | 1177.2   | 22.5   | 55.5  | 245.25   | 0.029484 |
| 100 s | 1618.65 | 1579.41  | 1559.79  | 1530.36  | 1491.12  | 1471.5   | 1196.82  | 22.5   | 55.5  | 274.68   | 0.033022 |
| 105 s | 1608.84 | 1549.98  | 1540.17  | 1510.74  | 1481.31  | 1451.88  | 1187.01  | 22.5   | 55.5  | 264.87   | 0.031843 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 1585.95 | 1550.447 | 1522.419 | 1493.923 | 1460.289 | 1442.537 | 1188.411 |        |       | 254.1257 | 0.030551 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2.449697 | 1.933971 | 1.966204 | 2.320766 | 1.224849 | 1.753467 |

### 13. Deney

|             |                 |        |                             |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.370066 (kg/s) | $v' =$ | 0.00037 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.618544 (m/s) | Re= | 20013.86 |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 1294.92  | 1275.3   | 1255.68 | 1236.06 | 1196.82  | 1187.01  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 186.39           | 0.026892 |
| 10 s  | 1353.78  | 1334.16  | 1314.54 | 1285.11 | 1255.68  | 1236.06  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 196.2            | 0.028307 |
| 15 s  | 1393.02  | 1363.59  | 1343.97 | 1314.54 | 1285.11  | 1265.49  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 225.63           | 0.032553 |
| 20 s  | 1393.02  | 1353.78  | 1343.97 | 1314.54 | 1265.49  | 1255.68  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 25 s  | 1383.21  | 1353.78  | 1324.35 | 1294.92 | 1265.49  | 1245.87  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 206.01           | 0.029723 |
| 30 s  | 1393.02  | 1353.78  | 1343.97 | 1314.54 | 1285.11  | 1265.49  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 225.63           | 0.032553 |
| 35 s  | 1383.21  | 1353.78  | 1334.16 | 1294.92 | 1265.49  | 1255.68  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 40 s  | 1393.02  | 1343.97  | 1334.16 | 1314.54 | 1275.3   | 1255.68  | 1039.86  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 45 s  | 1373.4   | 1343.97  | 1324.35 | 1294.92 | 1255.68  | 1236.06  | 1030.05  | 22.5   | 60.8  | 206.01           | 0.029723 |
| 50 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1294.92 | 1255.68 | 1236.06  | 1216.44  | 1020.24  | 22.5   | 60.8  | 196.2            | 0.028307 |
| 55 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1294.92 | 1255.68 | 1236.06  | 1216.44  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 60 s  | 1334.16  | 1314.54  | 1285.11 | 1255.68 | 1226.25  | 1216.44  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 65 s  | 1353.78  | 1314.54  | 1294.92 | 1265.49 | 1236.06  | 1216.44  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 70 s  | 1334.16  | 1294.92  | 1285.11 | 1255.68 | 1226.25  | 1196.82  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 196.2            | 0.028307 |
| 75 s  | 1353.78  | 1314.54  | 1294.92 | 1255.68 | 1236.06  | 1216.44  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 80 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1294.92 | 1255.68 | 1226.25  | 1216.44  | 1000.62  | 22.5   | 60.8  | 215.82           | 0.031138 |
| 85 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1294.92 | 1275.3  | 1236.06  | 1216.44  | 1020.24  | 22.5   | 60.8  | 196.2            | 0.028307 |
| 90 s  | 1353.78  | 1324.35  | 1294.92 | 1275.3  | 1245.87  | 1226.25  | 1020.24  | 22.5   | 60.8  | 206.01           | 0.029723 |
| 95 s  | 1343.97  | 1314.54  | 1285.11 | 1265.49 | 1226.25  | 1196.82  | 990.81   | 22.5   | 60.8  | 206.01           | 0.029723 |
| 100 s | 1334.16  | 1314.54  | 1285.11 | 1255.68 | 1226.25  | 1196.82  | 990.81   | 22.5   | 60.8  | 206.01           | 0.029723 |
| 105 s | 1314.54  | 1294.92  | 1275.3  | 1245.87 | 1216.44  | 1187.01  | 990.81   | 22.5   | 60.8  | 196.2            | 0.028307 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 1355.181 | 1324.817 | 1304.73 | 1275.3  | 1244.001 | 1224.849 | 1016.503 |        |       | 208.3457         | 0.03006  |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 2.095136      | 1.386013      | 2.03067       | 2.159601      | 1.321547      | 1.437585      |

## 14. Deney

|             |                 |        |                             |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.330396 (kg/s) | $v' =$ | 0.00033 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.552239 (m/s) | Re= | 17868.47 |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 1196.82  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1098.72  | 1088.91  | 892.71   | 15     | 45.4  | 196.2            | 0.035513 |
| 10 s  | 1216.44  | 1187.01  | 1177.2   | 1147.77  | 1118.34  | 1098.72  | 902.52   | 15     | 45.4  | 196.2            | 0.035513 |
| 15 s  | 1236.06  | 1196.82  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1128.15  | 902.52   | 15     | 45.4  | 225.63           | 0.04084  |
| 20 s  | 1196.82  | 1167.39  | 1147.77  | 1128.15  | 1098.72  | 1079.1   | 902.52   | 15     | 45.4  | 176.58           | 0.031961 |
| 25 s  | 1196.82  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1098.72  | 1088.91  | 902.52   | 15     | 45.4  | 186.39           | 0.033737 |
| 30 s  | 1236.06  | 1196.82  | 1187.01  | 1157.58  | 1137.96  | 1118.34  | 902.52   | 15     | 45.4  | 215.82           | 0.039064 |
| 35 s  | 1196.82  | 1177.2   | 1147.77  | 1128.15  | 1098.72  | 1079.1   | 902.52   | 15     | 45.4  | 176.58           | 0.031961 |
| 40 s  | 1216.44  | 1187.01  | 1177.2   | 1137.96  | 1108.53  | 1088.91  | 902.52   | 15     | 45.4  | 186.39           | 0.033737 |
| 45 s  | 1226.25  | 1187.01  | 1167.39  | 1147.77  | 1118.34  | 1098.72  | 902.52   | 15     | 45.4  | 196.2            | 0.035513 |
| 50 s  | 1226.25  | 1187.01  | 1177.2   | 1157.58  | 1128.15  | 1118.34  | 902.52   | 15     | 45.4  | 215.82           | 0.039064 |
| 55 s  | 1216.44  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1098.72  | 1088.91  | 902.52   | 15     | 45.4  | 186.39           | 0.033737 |
| 60 s  | 1187.01  | 1157.58  | 1137.96  | 1118.34  | 1088.91  | 1069.29  | 892.71   | 15     | 45.4  | 176.58           | 0.031961 |
| 65 s  | 1216.44  | 1187.01  | 1167.39  | 1137.96  | 1098.72  | 1079.1   | 892.71   | 15     | 45.4  | 186.39           | 0.033737 |
| 70 s  | 1236.06  | 1196.82  | 1187.01  | 1157.58  | 1137.96  | 1118.34  | 902.52   | 15     | 45.4  | 215.82           | 0.039064 |
| 75 s  | 1265.49  | 1226.25  | 1216.44  | 1187.01  | 1157.58  | 1147.77  | 922.14   | 15     | 45.4  | 225.63           | 0.04084  |
| 80 s  | 1196.82  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1098.72  | 1088.91  | 902.52   | 15     | 45.4  | 186.39           | 0.033737 |
| 85 s  | 1187.01  | 1167.39  | 1137.96  | 1118.34  | 1088.91  | 1079.1   | 902.52   | 15     | 45.4  | 176.58           | 0.031961 |
| 90 s  | 1216.44  | 1177.2   | 1167.39  | 1137.96  | 1118.34  | 1098.72  | 922.14   | 15     | 45.4  | 176.58           | 0.031961 |
| 95 s  | 1236.06  | 1187.01  | 1177.2   | 1157.58  | 1128.15  | 1118.34  | 902.52   | 15     | 45.4  | 215.82           | 0.039064 |
| 100 s | 1216.44  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1108.53  | 1098.72  | 902.52   | 15     | 45.4  | 196.2            | 0.035513 |
| 105 s | 1216.44  | 1177.2   | 1157.58  | 1137.96  | 1098.72  | 1088.91  | 902.52   | 15     | 45.4  | 186.39           | 0.033737 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 1215.973 | 1183.273 | 1166.456 | 1143.099 | 1112.734 | 1098.253 | 902.9871 |        |       | 195.2657         | 0.035344 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2.2563        | 1.160383      | 1.611643      | 2.095136      | 0.999219      | 1.347333      |

## 15. Deney

|             |                 |        |                      |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|----------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.322581 (kg/s) | $v' =$ | 0.000323 ( $m^3/s$ ) | vort= | 0.539176 (m/s) | Re= | 17445.78 |
|-------------|-----------------|--------|----------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 1177.2   | 1137.96 | 1128.15 | 1098.72  | 1079.1   | 1059.48 | 882.9   | 15     | 46.5  | 176.58           | 0.033529 |
| 10 s  | 1196.82  | 1167.39 | 1157.58 | 1137.96  | 1187.01  | 1079.1  | 873.09  | 15     | 46.5  | 206.01           | 0.039117 |
| 15 s  | 1157.58  | 1137.96 | 1128.15 | 1088.91  | 1059.48  | 1049.67 | 863.28  | 15     | 46.5  | 186.39           | 0.035392 |
| 20 s  | 1236.06  | 1196.82 | 1177.2  | 1157.58  | 1118.34  | 1098.72 | 902.52  | 15     | 46.5  | 196.2            | 0.037254 |
| 25 s  | 1157.58  | 1137.96 | 1098.72 | 1088.91  | 1059.48  | 1039.86 | 853.47  | 15     | 46.5  | 186.39           | 0.035392 |
| 30 s  | 1187.01  | 1157.58 | 1147.77 | 1118.34  | 1088.91  | 1079.1  | 882.9   | 15     | 46.5  | 196.2            | 0.037254 |
| 35 s  | 1118.34  | 1088.91 | 1079.1  | 1049.67  | 1030.05  | 1000.62 | 843.66  | 15     | 46.5  | 156.96           | 0.029804 |
| 40 s  | 1118.34  | 1088.91 | 1079.1  | 1049.67  | 1030.05  | 1020.24 | 843.66  | 15     | 46.5  | 176.58           | 0.033529 |
| 45 s  | 1147.77  | 1128.15 | 1118.34 | 1079.1   | 1049.67  | 1039.86 | 843.66  | 15     | 46.5  | 196.2            | 0.037254 |
| 50 s  | 1098.72  | 1088.91 | 1059.48 | 1039.86  | 1020.24  | 1000.62 | 843.66  | 15     | 46.5  | 156.96           | 0.029804 |
| 55 s  | 1137.96  | 1118.34 | 1098.72 | 1079.1   | 1049.67  | 1039.86 | 863.28  | 15     | 46.5  | 176.58           | 0.033529 |
| 60 s  | 1098.72  | 1079.1  | 1059.48 | 1039.86  | 1000.62  | 990.81  | 824.04  | 15     | 46.5  | 166.77           | 0.031666 |
| 65 s  | 1167.39  | 1147.77 | 1128.15 | 1088.91  | 1069.29  | 1049.67 | 863.28  | 15     | 46.5  | 186.39           | 0.035392 |
| 70 s  | 1157.58  | 1128.15 | 1118.34 | 1088.91  | 1059.48  | 1049.67 | 863.28  | 15     | 46.5  | 186.39           | 0.035392 |
| 75 s  | 1128.15  | 1098.72 | 1088.91 | 1059.48  | 1039.86  | 1030.05 | 853.47  | 15     | 46.5  | 176.58           | 0.033529 |
| 80 s  | 1157.58  | 1137.96 | 1118.34 | 1088.91  | 1059.48  | 1049.67 | 863.28  | 15     | 46.5  | 186.39           | 0.035392 |
| 85 s  | 1147.77  | 1118.34 | 1098.72 | 1079.1   | 1049.67  | 1039.86 | 853.47  | 15     | 46.5  | 186.39           | 0.035392 |
| 90 s  | 1157.58  | 1118.34 | 1098.72 | 1079.1   | 1049.67  | 1039.86 | 843.66  | 15     | 46.5  | 196.2            | 0.037254 |
| 95 s  | 1157.58  | 1137.96 | 1128.15 | 1079.1   | 1059.48  | 1049.67 | 843.66  | 15     | 46.5  | 206.01           | 0.039117 |
| 100 s | 1128.15  | 1088.91 | 1069.29 | 1059.48  | 1030.05  | 1000.62 | 833.85  | 15     | 46.5  | 166.77           | 0.031666 |
| 105 s | 1147.77  | 1118.34 | 1098.72 | 1069.29  | 1039.86  | 1030.05 | 853.47  | 15     | 46.5  | 176.58           | 0.033529 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT  |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 1151.507 | 1124.88 | 1108.53 | 1081.903 | 1058.546 | 1039.86 | 856.74  |        |       | 183.12           | 0.034771 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1.837273      | 1.12815       | 1.837273      | 1.611643      | 1.289314      | 1.263528      |

## Galvanizli Boru:

### 1.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.934579 (kg/s) | $v' =$ | 0.000935 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.545256 (m/s) | Re= | 50270.63 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 6111.63  | 5984.1   | 5915.43  | 5827.14  | 5709.42  | 5630.94  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 10 s  | 6141.06  | 6013.53  | 5944.86  | 5846.76  | 5748.66  | 5670.18  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 981           | 0.022801 |
| 15 s  | 6101.82  | 5984.1   | 5925.24  | 5827.14  | 5729.04  | 5611.32  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 922.14        | 0.021433 |
| 20 s  | 6082.2   | 5935.05  | 5876.19  | 5797.71  | 5689.8   | 5621.13  | 4669.56  | 30     | 32.1  | 951.57        | 0.022117 |
| 25 s  | 6141.06  | 5974.29  | 5895.81  | 5807.52  | 5719.23  | 5611.32  | 4669.56  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 30 s  | 6082.2   | 5944.86  | 5886     | 5807.52  | 5729.04  | 5611.32  | 4669.56  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 35 s  | 6131.25  | 6003.72  | 5925.24  | 5836.95  | 5729.04  | 5640.75  | 4698.99  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 40 s  | 6131.25  | 6003.72  | 5935.05  | 5846.76  | 5738.85  | 5640.75  | 4698.99  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 45 s  | 6131.25  | 6003.72  | 5935.05  | 5846.76  | 5738.85  | 5640.75  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 951.57        | 0.022117 |
| 50 s  | 6101.82  | 5974.29  | 5905.62  | 5817.33  | 5729.04  | 5611.32  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 922.14        | 0.021433 |
| 55 s  | 6072.39  | 5944.86  | 5876.19  | 5817.33  | 5689.8   | 5611.32  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 922.14        | 0.021433 |
| 60 s  | 6042.96  | 5915.43  | 5836.95  | 5748.66  | 5650.56  | 5611.32  | 4640.13  | 30     | 32.1  | 971.19        | 0.022573 |
| 65 s  | 6121.44  | 5984.1   | 5915.43  | 5827.14  | 5709.42  | 5611.32  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 922.14        | 0.021433 |
| 70 s  | 6023.34  | 5915.43  | 5836.95  | 5738.85  | 5729.04  | 5611.32  | 4649.94  | 30     | 32.1  | 961.38        | 0.022345 |
| 75 s  | 6111.63  | 5984.1   | 5905.62  | 5817.33  | 5729.04  | 5621.13  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 931.95        | 0.021661 |
| 80 s  | 6121.44  | 6003.72  | 5925.24  | 5827.14  | 5719.23  | 5621.13  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 931.95        | 0.021661 |
| 85 s  | 6101.82  | 5964.48  | 5905.62  | 5807.52  | 5729.04  | 5611.32  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 922.14        | 0.021433 |
| 90 s  | 6092.01  | 5964.48  | 5905.62  | 5807.52  | 5729.04  | 5611.32  | 4669.56  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 95 s  | 6101.82  | 5984.1   | 5905.62  | 5807.52  | 5709.42  | 5611.32  | 4689.18  | 30     | 32.1  | 922.14        | 0.021433 |
| 100 s | 6101.82  | 5974.29  | 5905.62  | 5817.33  | 5709.42  | 5611.32  | 4669.56  | 30     | 32.1  | 941.76        | 0.021889 |
| 105 s | 6062.58  | 5944.86  | 5876.19  | 5807.52  | 5719.23  | 5611.32  | 4659.75  | 30     | 32.1  | 951.57        | 0.022117 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 6100.419 | 5971.487 | 5901.883 | 5813.593 | 5718.296 | 5620.663 | 4679.837 |        |       | 940.8257      | 0.021868 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 8.944618      | 4.828797      | 6.125119      | 6.611239      | 6.773279      | 6.526978      |



## 2.Deney

|             |                 |        |                                   |                    |               |        |          |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.890208 (kg/s) | $v' =$ | 0.00089 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | $v_{\text{ort}} =$ | 1.47189 (m/s) | $Re =$ | 47883.89 |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7                   | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|--------|-------|-------------------------|----------|
| 5 s   | 5738.85  | 5640.75  | 5572.08 | 5483.79  | 5385.69  | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 10 s  | 5729.04  | 5611.32  | 5542.65 | 5454.36  | 5346.45  | 5258.16 | 4414.5  | 30     | 33.7  | 843.66                  | 0.021613 |
| 15 s  | 5787.9   | 5679.99  | 5611.32 | 5513.22  | 5415.12  | 5326.83 | 4443.93 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 20 s  | 5787.9   | 5670.18  | 5601.51 | 5513.22  | 5405.31  | 5326.83 | 4453.74 | 30     | 33.7  | 873.09                  | 0.022367 |
| 25 s  | 5787.9   | 5679.99  | 5611.32 | 5513.22  | 5415.12  | 5336.64 | 4404.69 | 30     | 33.7  | 931.95                  | 0.023875 |
| 30 s  | 5778.09  | 5650.56  | 5591.7  | 5503.41  | 5395.5   | 5317.02 | 4443.93 | 30     | 33.7  | 873.09                  | 0.022367 |
| 35 s  | 5778.09  | 5670.18  | 5591.7  | 5513.22  | 5395.5   | 5317.02 | 4443.93 | 30     | 33.7  | 873.09                  | 0.022367 |
| 40 s  | 5748.66  | 5640.75  | 5581.89 | 5483.79  | 5385.69  | 5326.83 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 892.71                  | 0.022869 |
| 45 s  | 5738.85  | 5630.94  | 5542.65 | 5473.98  | 5375.88  | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 50 s  | 5729.04  | 5611.32  | 5542.65 | 5454.36  | 5346.45  | 5317.02 | 4414.5  | 30     | 33.7  | 902.52                  | 0.023121 |
| 55 s  | 5787.9   | 5679.99  | 5601.51 | 5513.22  | 5395.5   | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 60 s  | 5768.28  | 5650.56  | 5591.7  | 5493.6   | 5395.5   | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 65 s  | 5738.85  | 5630.94  | 5552.46 | 5483.79  | 5356.26  | 5287.59 | 4424.31 | 30     | 33.7  | 863.28                  | 0.022115 |
| 70 s  | 5748.66  | 5640.75  | 5581.89 | 5483.79  | 5385.69  | 5297.4  | 4434.12 | 30     | 33.7  | 863.28                  | 0.022115 |
| 75 s  | 5738.85  | 5630.94  | 5552.46 | 5483.79  | 5434.74  | 5297.4  | 4424.31 | 30     | 33.7  | 873.09                  | 0.022367 |
| 80 s  | 5738.85  | 5611.32  | 5542.65 | 5454.36  | 5346.45  | 5258.16 | 4414.5  | 30     | 33.7  | 843.66                  | 0.021613 |
| 85 s  | 5768.28  | 5650.56  | 5601.51 | 5503.41  | 5395.5   | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 90 s  | 5787.9   | 5679.99  | 5611.32 | 5513.22  | 5415.12  | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 95 s  | 5778.09  | 5670.18  | 5601.51 | 5513.22  | 5395.5   | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
| 100 s | 5709.42  | 5601.51  | 5532.84 | 5444.55  | 5346.45  | 5248.35 | 4424.31 | 30     | 33.7  | 824.04                  | 0.02111  |
| 105 s | 5778.09  | 5650.56  | 5591.7  | 5493.6   | 5395.5   | 5317.02 | 4434.12 | 30     | 33.7  | 882.9                   | 0.022618 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT  |        |       | $\Delta P_{\text{ORT}}$ | f ORT    |
|       | 5759.404 | 5646.823 | 5578.62 | 5489.863 | 5387.091 | 5307.21 | 4430.85 |        |       | 876.36                  | 0.02245  |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 7.810337      | 4.731573      | 6.157527      | 7.129768      | 5.541774      | 6.079748      |

### 3.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.821918 (kg/s) | $v' =$ | 0.000822 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.358978 (m/s) | Re= | 44210.61 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 6298.02  | 6219.54  | 6131.25  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95 | 5012.91  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 10 s  | 6278.4   | 6180.3   | 6092.01  | 6003.72  | 5915.43  | 5827.14 | 5003.1   | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 15 s  | 6327.45  | 6229.35  | 6160.68  | 6062.58  | 5974.29  | 5876.19 | 5012.91  | 30     | 36.5  | 863.28        | 0.025943 |
| 20 s  | 6239.16  | 6141.06  | 6082.2   | 5984.1   | 5886     | 5797.71 | 4993.29  | 30     | 36.5  | 804.42        | 0.024174 |
| 25 s  | 6317.64  | 6229.35  | 6141.06  | 6042.96  | 5944.86  | 5846.76 | 5022.72  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 30 s  | 6298.02  | 6219.54  | 6131.25  | 6033.15  | 5944.86  | 5846.76 | 5022.72  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 35 s  | 6298.02  | 6209.73  | 6131.25  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95 | 5022.72  | 30     | 36.5  | 814.23        | 0.024469 |
| 40 s  | 6278.4   | 6190.11  | 6111.63  | 6023.34  | 5925.24  | 5836.95 | 5003.1   | 30     | 36.5  | 833.85        | 0.025059 |
| 45 s  | 6278.4   | 6180.3   | 6111.63  | 6003.72  | 5905.62  | 5807.52 | 4983.48  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 50 s  | 6278.4   | 6180.3   | 6101.82  | 6003.72  | 5905.62  | 5827.14 | 4993.29  | 30     | 36.5  | 833.85        | 0.025059 |
| 55 s  | 6278.4   | 6180.3   | 6101.82  | 6003.72  | 5905.62  | 5807.52 | 4963.86  | 30     | 36.5  | 843.66        | 0.025353 |
| 60 s  | 6288.21  | 6160.68  | 6131.25  | 6033.15  | 5944.86  | 5846.76 | 4983.48  | 30     | 36.5  | 863.28        | 0.025943 |
| 65 s  | 6209.73  | 6121.44  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95  | 5748.66 | 4944.24  | 30     | 36.5  | 804.42        | 0.024174 |
| 70 s  | 6229.35  | 6141.06  | 6072.39  | 5974.29  | 5876.19  | 5778.09 | 4944.24  | 30     | 36.5  | 833.85        | 0.025059 |
| 75 s  | 6239.16  | 6170.49  | 6082.2   | 5993.91  | 5895.81  | 5797.71 | 4983.48  | 30     | 36.5  | 814.23        | 0.024469 |
| 80 s  | 6199.92  | 6121.44  | 6033.15  | 5935.05  | 5846.76  | 5748.66 | 4963.86  | 30     | 36.5  | 784.8         | 0.023585 |
| 85 s  | 6219.54  | 6131.25  | 6042.96  | 5944.86  | 5846.76  | 5768.28 | 4944.24  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 90 s  | 6180.3   | 6092.01  | 6003.72  | 5915.43  | 5817.33  | 5719.23 | 4924.62  | 30     | 36.5  | 794.61        | 0.023879 |
| 95 s  | 6258.78  | 6170.49  | 6092.01  | 5993.91  | 5925.24  | 5817.33 | 4963.86  | 30     | 36.5  | 853.47        | 0.025648 |
| 100 s | 6190.11  | 6101.82  | 6033.15  | 5935.05  | 5836.95  | 5748.66 | 4924.62  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
| 105 s | 6219.54  | 6131.25  | 6062.58  | 5944.86  | 5846.76  | 5768.28 | 4944.24  | 30     | 36.5  | 824.04        | 0.024764 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 6257.379 | 6166.753 | 6089.674 | 5992.041 | 5897.679 | 5804.25 | 4978.809 |        |       | 825.4414      | 0.024806 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 6.287159      | 5.347326      | 6.773279      | 6.546423      | 6.481607      | 5.7265        |

#### 4.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.775194 (kg/s) | $v' =$ | 0.000775 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.281724 (m/s) | Re= | 41697.34 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 5670.18  | 5581.89  | 5513.22  | 5415.12  | 5317.02  | 5238.54 | 4502.79  | 30     | 38.7  | 735.75        | 0.024856 |
| 10 s  | 5679.99  | 5601.51  | 5513.22  | 5444.55  | 5346.45  | 5248.35 | 4512.6   | 30     | 38.7  | 735.75        | 0.024856 |
| 15 s  | 5689.8   | 5611.32  | 5542.65  | 5444.55  | 5356.26  | 5277.78 | 4522.41  | 30     | 38.7  | 755.37        | 0.025519 |
| 20 s  | 5670.18  | 5591.7   | 5503.41  | 5405.31  | 5317.02  | 5238.54 | 4512.6   | 30     | 38.7  | 725.94        | 0.024525 |
| 25 s  | 5738.85  | 5640.75  | 5591.7   | 5493.6   | 5405.31  | 5326.83 | 4522.41  | 30     | 38.7  | 804.42        | 0.027176 |
| 30 s  | 5738.85  | 5650.56  | 5591.7   | 5513.22  | 5415.12  | 5326.83 | 4532.22  | 30     | 38.7  | 794.61        | 0.026845 |
| 35 s  | 5709.42  | 5621.13  | 5552.46  | 5454.36  | 5385.69  | 5297.4  | 4512.6   | 30     | 38.7  | 784.8         | 0.026513 |
| 40 s  | 5719.23  | 5621.13  | 5552.46  | 5473.98  | 5375.88  | 5297.4  | 4512.6   | 30     | 38.7  | 784.8         | 0.026513 |
| 45 s  | 5689.8   | 5611.32  | 5542.65  | 5454.36  | 5356.26  | 5277.78 | 4512.6   | 30     | 38.7  | 765.18        | 0.02585  |
| 50 s  | 5640.75  | 5552.46  | 5493.6   | 5405.31  | 5317.02  | 5218.92 | 4473.36  | 30     | 38.7  | 745.56        | 0.025188 |
| 55 s  | 5601.51  | 5523.03  | 5444.55  | 5346.45  | 5258.16  | 5160.06 | 4463.55  | 30     | 38.7  | 696.51        | 0.023531 |
| 60 s  | 5709.42  | 5621.13  | 5542.65  | 5454.36  | 5375.88  | 5297.4  | 4502.79  | 30     | 38.7  | 794.61        | 0.026845 |
| 65 s  | 5729.04  | 5640.75  | 5552.46  | 5483.79  | 5395.5   | 5297.4  | 4512.6   | 30     | 38.7  | 784.8         | 0.026513 |
| 70 s  | 5679.99  | 5591.7   | 5523.03  | 5444.55  | 5346.45  | 5248.35 | 4512.6   | 30     | 38.7  | 735.75        | 0.024856 |
| 75 s  | 5738.85  | 5640.75  | 5581.89  | 5493.6   | 5395.5   | 5317.02 | 4522.41  | 30     | 38.7  | 794.61        | 0.026845 |
| 80 s  | 5670.18  | 5572.08  | 5542.65  | 5434.74  | 5346.45  | 5248.35 | 4492.98  | 30     | 38.7  | 755.37        | 0.025519 |
| 85 s  | 5699.61  | 5621.13  | 5542.65  | 5454.36  | 5356.26  | 5277.78 | 4512.6   | 30     | 38.7  | 765.18        | 0.02585  |
| 90 s  | 5748.66  | 5650.56  | 5591.7   | 5503.41  | 5415.12  | 5326.83 | 4512.6   | 30     | 38.7  | 814.23        | 0.027508 |
| 95 s  | 5748.66  | 5650.56  | 5591.7   | 5503.41  | 5415.12  | 5326.83 | 4532.22  | 30     | 38.7  | 794.61        | 0.026845 |
| 100 s | 5679.99  | 5591.7   | 5513.22  | 5434.74  | 5346.45  | 5258.16 | 4502.79  | 30     | 38.7  | 755.37        | 0.025519 |
| 105 s | 5689.8   | 5601.51  | 5532.84  | 5454.36  | 5356.26  | 5258.16 | 4502.79  | 30     | 38.7  | 755.37        | 0.025519 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 5697.274 | 5608.984 | 5540.781 | 5452.959 | 5361.866 | 5274.51 | 4508.863 |        |       | 765.6471      | 0.025866 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 6.125119      | 4.731573      | 6.092711      | 6.319567      | 6.060303      | 5.311677      |

## 5.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.731707 (kg/s) | $v' =$ | 0.000732 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.209822 (m/s) | Re= | 39358.22 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 5150.25  | 5061.96  | 5003.1  | 4924.62  | 4836.33  | 4757.85  | 4080.96  | 30     | 41    | 676.89        | 0.025667 |
| 10 s  | 5395.5   | 5297.4   | 5228.73 | 5160.06  | 5061.96  | 5003.1   | 4159.44  | 30     | 41    | 843.66        | 0.03199  |
| 15 s  | 5228.73  | 5150.25  | 5081.58 | 5003.1   | 4924.62  | 4846.14  | 4120.2   | 30     | 41    | 725.94        | 0.027526 |
| 20 s  | 5199.3   | 5111.01  | 5042.34 | 4963.86  | 4885.38  | 4816.71  | 4100.58  | 30     | 41    | 716.13        | 0.027154 |
| 25 s  | 5307.21  | 5218.92  | 5150.25 | 5061.96  | 4963.86  | 4905     | 4149.63  | 30     | 41    | 755.37        | 0.028642 |
| 30 s  | 5081.58  | 5012.91  | 4944.24 | 4846.14  | 4767.66  | 4698.99  | 4041.72  | 30     | 41    | 657.27        | 0.024923 |
| 35 s  | 5199.3   | 5120.82  | 5052.15 | 4963.86  | 4885.38  | 4806.9   | 4120.2   | 30     | 41    | 686.7         | 0.026039 |
| 40 s  | 5297.4   | 5209.11  | 5130.63 | 5061.96  | 4963.86  | 4895.19  | 4130.01  | 30     | 41    | 765.18        | 0.029014 |
| 45 s  | 5209.11  | 5120.82  | 5052.15 | 4983.48  | 4885.38  | 4816.71  | 4120.2   | 30     | 41    | 696.51        | 0.026411 |
| 50 s  | 5218.92  | 5150.25  | 5081.58 | 5003.1   | 4905     | 4826.52  | 4139.82  | 30     | 41    | 686.7         | 0.026039 |
| 55 s  | 5218.92  | 5140.44  | 5061.96 | 4993.29  | 4905     | 4826.52  | 4120.2   | 30     | 41    | 706.32        | 0.026783 |
| 60 s  | 5140.44  | 5061.96  | 4993.29 | 4905     | 4816.71  | 4738.23  | 4110.39  | 30     | 41    | 627.84        | 0.023807 |
| 65 s  | 5160.06  | 5091.39  | 5022.72 | 4934.43  | 4846.14  | 4767.66  | 4120.2   | 30     | 41    | 647.46        | 0.024551 |
| 70 s  | 5179.68  | 5091.39  | 5022.72 | 4944.24  | 4855.95  | 4787.28  | 4100.58  | 30     | 41    | 686.7         | 0.026039 |
| 75 s  | 5091.39  | 5022.72  | 4944.24 | 4855.95  | 4767.66  | 4689.18  | 4061.34  | 30     | 41    | 627.84        | 0.023807 |
| 80 s  | 5258.16  | 5199.3   | 5120.82 | 5022.72  | 4944.24  | 4865.76  | 4149.63  | 30     | 41    | 716.13        | 0.027154 |
| 85 s  | 5248.35  | 5160.06  | 5101.2  | 5022.72  | 4934.43  | 4855.95  | 4130.01  | 30     | 41    | 725.94        | 0.027526 |
| 90 s  | 5140.44  | 5081.58  | 5003.1  | 4914.81  | 4826.52  | 4748.04  | 4071.15  | 30     | 41    | 676.89        | 0.025667 |
| 95 s  | 5218.92  | 5140.44  | 5061.96 | 4993.29  | 4895.19  | 4816.71  | 4100.58  | 30     | 41    | 716.13        | 0.027154 |
| 100 s | 5258.16  | 5189.49  | 5111.01 | 5022.72  | 4944.24  | 4865.76  | 4159.44  | 30     | 41    | 706.32        | 0.026783 |
| 105 s | 5248.35  | 5160.06  | 5091.39 | 5022.72  | 4924.62  | 4846.14  | 4130.01  | 30     | 41    | 716.13        | 0.027154 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 5211.913 | 5132.966 | 5061.96 | 4981.144 | 4892.387 | 4818.111 | 4115.061 |        |       | 703.05        | 0.026659 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 5.476958      | 4.926021      | 5.60659       | 6.157527      | 5.152878      | 4.877409      |

## 6.Deney

|             |                 |        |                                    |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.697674 (kg/s) | $v' =$ | 0.000698 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | vort= | 1.153551 (m/s) | Re= | 37527.61 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 4640.13  | 4571.46  | 4512.6   | 4434.12 | 4355.64  | 4277.16  | 3668.94  | 30     | 43    | 608.22        | 0.025368 |
| 10 s  | 4620.51  | 4551.84  | 4502.79  | 4424.31 | 4355.64  | 4267.35  | 3668.94  | 30     | 43    | 598.41        | 0.024958 |
| 15 s  | 4610.7   | 4542.03  | 4473.36  | 4404.69 | 4326.21  | 4257.54  | 3649.32  | 30     | 43    | 608.22        | 0.025368 |
| 20 s  | 4620.51  | 4561.65  | 4502.79  | 4424.31 | 4336.02  | 4267.35  | 3659.13  | 30     | 43    | 608.22        | 0.025368 |
| 25 s  | 4649.94  | 4591.08  | 4532.22  | 4453.74 | 4375.26  | 4306.59  | 3659.13  | 30     | 43    | 647.46        | 0.027004 |
| 30 s  | 4649.94  | 4600.89  | 4532.22  | 4453.74 | 4375.26  | 4306.59  | 3668.94  | 30     | 43    | 637.65        | 0.026595 |
| 35 s  | 4649.94  | 4591.08  | 4532.22  | 4453.74 | 4365.45  | 4306.59  | 3668.94  | 30     | 43    | 637.65        | 0.026595 |
| 40 s  | 4649.94  | 4591.08  | 4522.41  | 4443.93 | 4365.45  | 4296.78  | 3649.32  | 30     | 43    | 647.46        | 0.027004 |
| 45 s  | 4698.99  | 4630.32  | 4561.65  | 4492.98 | 4414.5   | 4336.02  | 3678.75  | 30     | 43    | 657.27        | 0.027413 |
| 50 s  | 4610.7   | 4551.84  | 4492.98  | 4414.5  | 4336.02  | 4247.73  | 3659.13  | 30     | 43    | 588.6         | 0.024549 |
| 55 s  | 4689.18  | 4620.51  | 4551.84  | 4473.36 | 4404.69  | 4336.02  | 3688.56  | 30     | 43    | 647.46        | 0.027004 |
| 60 s  | 4591.08  | 4532.22  | 4463.55  | 4375.26 | 4316.4   | 4247.73  | 3649.32  | 30     | 43    | 598.41        | 0.024958 |
| 65 s  | 4610.7   | 4532.22  | 4473.36  | 4414.5  | 4336.02  | 4267.35  | 3649.32  | 30     | 43    | 618.03        | 0.025777 |
| 70 s  | 4649.94  | 4571.46  | 4512.6   | 4434.12 | 4355.64  | 4277.16  | 3659.13  | 30     | 43    | 618.03        | 0.025777 |
| 75 s  | 4649.94  | 4492.98  | 4424.31  | 4355.64 | 4267.35  | 4208.49  | 3619.89  | 30     | 43    | 588.6         | 0.024549 |
| 80 s  | 4649.94  | 4571.46  | 4512.6   | 4443.93 | 4365.45  | 4296.78  | 3649.32  | 30     | 43    | 647.46        | 0.027004 |
| 85 s  | 4649.94  | 4571.46  | 4522.41  | 4443.93 | 4355.64  | 4296.78  | 3659.13  | 30     | 43    | 637.65        | 0.026595 |
| 90 s  | 4630.32  | 4571.46  | 4512.6   | 4434.12 | 4355.64  | 4277.16  | 3659.13  | 30     | 43    | 618.03        | 0.025777 |
| 95 s  | 4669.56  | 4610.7   | 4542.03  | 4463.55 | 4375.26  | 4326.21  | 3688.56  | 30     | 43    | 637.65        | 0.026595 |
| 100 s | 4689.18  | 4620.51  | 4551.84  | 4473.36 | 4404.69  | 4336.02  | 3678.75  | 30     | 43    | 657.27        | 0.027413 |
| 105 s | 4610.7   | 4532.22  | 4473.36  | 4404.69 | 4336.02  | 4257.54  | 3649.32  | 30     | 43    | 608.22        | 0.025368 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 4642.466 | 4571.927 | 4509.797 | 4434.12 | 4356.107 | 4285.569 | 3660.999 |        |       | 624.57        | 0.02605  |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 4.893613      | 4.310269      | 5.250102      | 5.412142      | 4.893613      | 4.332954      |

## 7.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.636943 (kg/s) | $v' =$ | 0.000637 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.053136 (m/s) | Re= | 34260.87 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 4120.2   | 4061.34  | 4002.48  | 3933.81  | 3865.14  | 3786.66  | 3237.3   | 30     | 47.1  | 549.36        | 0.02749  |
| 10 s  | 4139.82  | 4061.34  | 4022.1   | 3963.24  | 3884.76  | 3825.9   | 3237.3   | 30     | 47.1  | 588.6         | 0.029454 |
| 15 s  | 4120.2   | 4041.72  | 3982.86  | 3924     | 3845.52  | 3776.85  | 3217.68  | 30     | 47.1  | 559.17        | 0.027981 |
| 20 s  | 4130.01  | 4061.34  | 4012.29  | 3943.62  | 3874.95  | 3816.09  | 3237.3   | 30     | 47.1  | 578.79        | 0.028963 |
| 25 s  | 4061.34  | 4012.29  | 3943.62  | 3874.95  | 3806.28  | 3737.61  | 3198.06  | 30     | 47.1  | 539.55        | 0.026999 |
| 30 s  | 4100.58  | 4031.91  | 3973.05  | 3914.19  | 3835.71  | 3776.85  | 3217.68  | 30     | 47.1  | 559.17        | 0.027981 |
| 35 s  | 4041.72  | 3982.86  | 3933.81  | 3874.95  | 3786.66  | 3737.61  | 3198.06  | 30     | 47.1  | 539.55        | 0.026999 |
| 40 s  | 4080.96  | 4022.1   | 3973.05  | 3914.19  | 3835.71  | 3767.04  | 3217.68  | 30     | 47.1  | 549.36        | 0.02749  |
| 45 s  | 4130.01  | 4061.34  | 4012.29  | 3943.62  | 3865.14  | 3806.28  | 3237.3   | 30     | 47.1  | 568.98        | 0.028472 |
| 50 s  | 4130.01  | 4061.34  | 4012.29  | 3943.62  | 3865.14  | 3825.9   | 3237.3   | 30     | 47.1  | 588.6         | 0.029454 |
| 55 s  | 4100.58  | 4031.91  | 3973.05  | 3904.38  | 3835.71  | 3767.04  | 3217.68  | 30     | 47.1  | 549.36        | 0.02749  |
| 60 s  | 4120.2   | 4041.72  | 3982.86  | 3943.62  | 3865.14  | 3806.28  | 3227.49  | 30     | 47.1  | 578.79        | 0.028963 |
| 65 s  | 4061.34  | 4002.48  | 3943.62  | 3874.95  | 3816.09  | 3747.42  | 3198.06  | 30     | 47.1  | 549.36        | 0.02749  |
| 70 s  | 4120.2   | 4051.53  | 4002.48  | 3933.81  | 3865.14  | 3786.66  | 3227.49  | 30     | 47.1  | 559.17        | 0.027981 |
| 75 s  | 4139.82  | 4071.15  | 4022.1   | 3943.62  | 3874.95  | 3816.09  | 3247.11  | 30     | 47.1  | 568.98        | 0.028472 |
| 80 s  | 4139.82  | 4061.34  | 4012.29  | 3953.43  | 3874.95  | 3825.9   | 3237.3   | 30     | 47.1  | 588.6         | 0.029454 |
| 85 s  | 4051.53  | 4002.48  | 3933.81  | 3874.95  | 3786.66  | 3737.61  | 3158.82  | 30     | 47.1  | 578.79        | 0.028963 |
| 90 s  | 4159.44  | 4080.96  | 4031.91  | 3973.05  | 3904.38  | 3835.71  | 3237.3   | 30     | 47.1  | 598.41        | 0.029945 |
| 95 s  | 4139.82  | 4061.34  | 4012.29  | 3953.43  | 3874.95  | 3825.9   | 3237.3   | 30     | 47.1  | 588.6         | 0.029454 |
| 100 s | 4120.2   | 4061.34  | 4012.29  | 3943.62  | 3865.14  | 3806.28  | 3237.3   | 30     | 47.1  | 568.98        | 0.028472 |
| 105 s | 4100.58  | 4041.72  | 3973.05  | 3914.19  | 3845.52  | 3767.04  | 3227.49  | 30     | 47.1  | 539.55        | 0.026999 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 4109.923 | 4043.121 | 3988.933 | 3925.869 | 3851.126 | 3789.463 | 3223.286 |        |       | 566.1771      | 0.028332 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 4.634349      | 3.759332      | 4.375085      | 5.185286      | 4.277861      | 3.927854      |

## 8.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.616016 (kg/s) | $v' =$ | 0.000616 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.018536 (m/s) | Re= | 33135.26 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3737.61  | 3678.75  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36  | 3433.5   | 2943     | 30     | 48.7  | 490.5         | 0.026241 |
| 10 s  | 3767.04  | 3708.18  | 3659.13  | 3580.65  | 3531.6   | 3462.93  | 2952.81  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 15 s  | 3747.42  | 3688.56  | 3649.32  | 3580.65  | 3521.79  | 3453.12  | 2952.81  | 30     | 48.7  | 500.31        | 0.026766 |
| 20 s  | 3786.66  | 3727.8   | 3678.75  | 3610.08  | 3551.22  | 3482.55  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 519.93        | 0.027815 |
| 25 s  | 3776.85  | 3717.99  | 3668.94  | 3590.46  | 3531.6   | 3482.55  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 519.93        | 0.027815 |
| 30 s  | 3757.23  | 3688.56  | 3649.32  | 3570.84  | 3521.79  | 3453.12  | 2952.81  | 30     | 48.7  | 500.31        | 0.026766 |
| 35 s  | 3776.85  | 3717.99  | 3668.94  | 3590.46  | 3541.41  | 3482.55  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 519.93        | 0.027815 |
| 40 s  | 3747.42  | 3708.18  | 3688.56  | 3629.7   | 3561.03  | 3511.98  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 539.55        | 0.028865 |
| 45 s  | 3776.85  | 3717.99  | 3668.94  | 3590.46  | 3551.22  | 3472.74  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 50 s  | 3776.85  | 3717.99  | 3668.94  | 3610.08  | 3551.22  | 3472.74  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 55 s  | 3786.66  | 3737.61  | 3678.75  | 3619.89  | 3561.03  | 3492.36  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 519.93        | 0.027815 |
| 60 s  | 3786.66  | 3727.8   | 3678.75  | 3619.89  | 3551.22  | 3482.55  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 65 s  | 3786.66  | 3737.61  | 3688.56  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 529.74        | 0.02834  |
| 70 s  | 3806.28  | 3717.99  | 3668.94  | 3610.08  | 3541.41  | 3472.74  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 75 s  | 3767.04  | 3737.61  | 3688.56  | 3629.7   | 3561.03  | 3492.36  | 2982.24  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 80 s  | 3786.66  | 3717.99  | 3668.94  | 3590.46  | 3541.41  | 3472.74  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 85 s  | 3786.66  | 3727.8   | 3678.75  | 3629.7   | 3551.22  | 3492.36  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 519.93        | 0.027815 |
| 90 s  | 3776.85  | 3727.8   | 3668.94  | 3590.46  | 3551.22  | 3472.74  | 2962.62  | 30     | 48.7  | 510.12        | 0.027291 |
| 95 s  | 3806.28  | 3747.42  | 3688.56  | 3629.7   | 3570.84  | 3511.98  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 539.55        | 0.028865 |
| 100 s | 3786.66  | 3737.61  | 3678.75  | 3619.89  | 3551.22  | 3492.36  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 519.93        | 0.027815 |
| 105 s | 3816.09  | 3747.42  | 3688.56  | 3629.7   | 3570.84  | 3511.98  | 2972.43  | 30     | 48.7  | 539.55        | 0.028865 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3778.251 | 3720.793 | 3671.743 | 3605.409 | 3546.081 | 3480.681 | 2964.489 |        |       | 516.1929      | 0.027615 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.986188      | 3.402844      | 4.601941      | 4.115821      | 4.537125      | 3.581088      |

## 9.Deney

|             |                |        |                                    |       |                |     |          |
|-------------|----------------|--------|------------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.60241 (kg/s) | $v' =$ | 0.000602 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | vort= | 0.996038 (m/s) | Re= | 32403.36 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 3570.84  | 3521.79 | 3472.74  | 3394.26  | 3345.21  | 3286.35  | 2992.05 | 30     | 49.8  | 494              | 0.027636 |
| 10 s  | 3561.03  | 3511.98 | 3453.12  | 3394.26  | 3345.21  | 3276.54  | 2795.85 | 30     | 49.8  | 480.69           | 0.026891 |
| 15 s  | 3580.65  | 3521.79 | 3482.55  | 3423.69  | 3355.02  | 3296.16  | 2795.85 | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 20 s  | 3570.84  | 3521.79 | 3472.74  | 3394.26  | 3345.21  | 3237.3   | 2795.85 | 30     | 49.8  | 441.45           | 0.024696 |
| 25 s  | 3570.84  | 3531.6  | 3472.74  | 3394.26  | 3345.21  | 3286.35  | 2795.85 | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
| 30 s  | 3590.46  | 3541.41 | 3492.36  | 3433.5   | 3384.45  | 3325.59  | 2805.66 | 30     | 49.8  | 519.93           | 0.029086 |
| 35 s  | 3570.84  | 3521.79 | 3472.74  | 3413.88  | 3345.21  | 3286.35  | 2795.85 | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
| 40 s  | 3580.65  | 3541.41 | 3482.55  | 3413.88  | 3355.02  | 3296.16  | 2795.85 | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 45 s  | 3590.46  | 3541.41 | 3492.36  | 3423.69  | 3374.64  | 3315.78  | 2805.66 | 30     | 49.8  | 510.12           | 0.028537 |
| 50 s  | 3619.89  | 3570.84 | 3511.98  | 3443.31  | 3384.45  | 3325.59  | 2825.28 | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 55 s  | 3619.89  | 3561.03 | 3511.98  | 3453.12  | 3384.45  | 3325.59  | 2825.28 | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 60 s  | 3619.89  | 3561.03 | 3511.98  | 3443.31  | 3384.45  | 3335.4   | 2835.09 | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 65 s  | 3619.89  | 3551.22 | 3511.98  | 3433.5   | 3384.45  | 3325.59  | 2835.09 | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
| 70 s  | 3619.89  | 3570.84 | 3521.79  | 3453.12  | 3384.45  | 3345.21  | 2844.9  | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 75 s  | 3629.7   | 3570.84 | 3521.79  | 3453.12  | 3384.45  | 3335.4   | 2844.9  | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
| 80 s  | 3619.89  | 3561.03 | 3511.98  | 3443.31  | 3384.45  | 3335.4   | 2844.9  | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
| 85 s  | 3629.7   | 3580.65 | 3531.6   | 3462.93  | 3394.26  | 3345.21  | 2844.9  | 30     | 49.8  | 500.31           | 0.027989 |
| 90 s  | 3629.7   | 3570.84 | 3521.79  | 3453.12  | 3384.45  | 3335.4   | 2844.9  | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
| 95 s  | 3619.89  | 3570.84 | 3521.79  | 3492.36  | 3384.45  | 3325.59  | 2844.9  | 30     | 49.8  | 480.69           | 0.026891 |
| 100 s | 3649.32  | 3590.46 | 3541.41  | 3472.74  | 3472.74  | 3364.83  | 2854.71 | 30     | 49.8  | 510.12           | 0.028537 |
| 105 s | 3629.7   | 3561.03 | 3511.98  | 3453.12  | 3394.26  | 3335.4   | 2844.9  | 30     | 49.8  | 490.5            | 0.02744  |
|       | P1 ORT   | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 3604.474 | 3551.22 | 3501.236 | 3435.369 | 3376.976 | 3316.247 | 2831.82 |        |       | 493.9367         | 0.027632 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.694516      | 3.46766       | 4.569533      | 4.051004      | 4.213045      | 3.360713      |



# 10.Deney

|             |                |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.56391 (kg/s) | $v' =$ | 0.000564 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.932382 (m/s) | Re= | 30332.47 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3227.49  | 3168.63  | 3119.58  | 3070.53  | 3001.86  | 2962.62  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 10 s  | 3227.49  | 3168.63  | 3129.39  | 3060.72  | 3001.86  | 2952.81  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 15 s  | 3237.3   | 3178.44  | 3139.2   | 3080.34  | 3001.86  | 2972.43  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 461.07        | 0.029436 |
| 20 s  | 3198.06  | 3158.82  | 3119.58  | 3060.72  | 2992.05  | 2952.81  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 25 s  | 3198.06  | 3158.82  | 3099.96  | 3041.1   | 2992.05  | 2943     | 2501.55  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 30 s  | 3217.68  | 3158.82  | 3119.58  | 3060.72  | 2992.05  | 2952.81  | 2501.55  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 35 s  | 3227.49  | 3158.82  | 3129.39  | 3080.34  | 3001.86  | 2962.62  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 40 s  | 3227.49  | 3168.63  | 3129.39  | 3060.72  | 3001.86  | 2962.62  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 45 s  | 3178.44  | 3129.39  | 3090.15  | 3031.29  | 2962.62  | 2923.38  | 2491.74  | 30     | 53.2  | 431.64        | 0.027557 |
| 50 s  | 3198.06  | 3149.01  | 3099.96  | 3050.91  | 2992.05  | 2943     | 2501.55  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 55 s  | 3237.3   | 3178.44  | 3139.2   | 3080.34  | 3021.48  | 2972.43  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 461.07        | 0.029436 |
| 60 s  | 3217.68  | 3158.82  | 3129.39  | 3060.72  | 2992.05  | 2952.81  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 65 s  | 3227.49  | 3158.82  | 3129.39  | 3080.34  | 3001.86  | 2962.62  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 70 s  | 3198.06  | 3158.82  | 3119.58  | 3060.72  | 3001.86  | 2952.81  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 75 s  | 3198.06  | 3158.82  | 3099.96  | 3060.72  | 2992.05  | 2952.81  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 80 s  | 3198.06  | 3149.01  | 3119.58  | 3060.72  | 2992.05  | 2952.81  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 441.45        | 0.028183 |
| 85 s  | 3227.49  | 3168.63  | 3129.39  | 3060.72  | 3001.86  | 2962.62  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 90 s  | 3217.68  | 3158.82  | 3129.39  | 3060.72  | 3001.86  | 2962.62  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 451.26        | 0.028809 |
| 95 s  | 3227.49  | 3178.44  | 3129.39  | 3080.34  | 3021.48  | 2972.43  | 2511.36  | 30     | 53.2  | 461.07        | 0.029436 |
| 100 s | 3198.06  | 3158.82  | 3099.96  | 3060.72  | 2992.05  | 2943     | 2511.36  | 30     | 53.2  | 431.64        | 0.027557 |
| 105 s | 3198.06  | 3158.82  | 3099.96  | 3050.91  | 3001.86  | 2943     | 2511.36  | 30     | 53.2  | 431.64        | 0.027557 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3213.476 | 3161.156 | 3119.113 | 3062.589 | 2998.123 | 2955.146 | 2509.024 |        |       | 446.1214      | 0.028481 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.6297        | 2.916723      | 3.921372      | 4.472309      | 2.981539      | 3.094967      |

11.Deney

|     |                 |     |                              |       |                |     |          |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| m = | 0.525394 (kg/s) | v'= | 0.000525 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.868699 (m/s) | Re= | 28260.72 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 2884.14  | 2835.09  | 2786.04  | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2236.68  | 30     | 57.1  | 412.02   | 0.030302 |
| 10 s  | 2884.14  | 2835.09  | 2786.04  | 2736.99  | 2687.94  | 2638.89  | 2236.68  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 15 s  | 2884.14  | 2835.09  | 2786.04  | 2736.99  | 2687.94  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 20 s  | 2874.33  | 2835.09  | 2786.04  | 2736.99  | 2678.13  | 2638.89  | 2246.49  | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 25 s  | 2893.95  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2697.75  | 2668.32  | 2246.49  | 30     | 57.1  | 421.83   | 0.031024 |
| 30 s  | 2884.14  | 2835.09  | 2795.85  | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 35 s  | 2893.95  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 40 s  | 2864.52  | 2825.28  | 2776.23  | 2727.18  | 2678.13  | 2629.08  | 2236.68  | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 45 s  | 2884.14  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2256.3   | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 50 s  | 2884.14  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2256.3   | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 55 s  | 2884.14  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2256.3   | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 60 s  | 2893.95  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2256.3   | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 65 s  | 2893.95  | 2844.9   | 2795.85  | 2766.42  | 2697.75  | 2668.32  | 2256.3   | 30     | 57.1  | 412.02   | 0.030302 |
| 70 s  | 2893.95  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2256.3   | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 75 s  | 2874.33  | 2844.9   | 2795.85  | 2736.99  | 2687.94  | 2638.89  | 2246.49  | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 80 s  | 2835.09  | 2835.09  | 2786.04  | 2746.8   | 2687.94  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 85 s  | 2884.14  | 2835.09  | 2786.04  | 2736.99  | 2687.94  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 90 s  | 2884.14  | 2844.9   | 2795.85  | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
| 95 s  | 2884.14  | 2844.9   | 2786.04  | 2746.8   | 2697.75  | 2648.7   | 2256.3   | 30     | 57.1  | 392.4    | 0.028859 |
| 100 s | 2903.76  | 2854.71  | 2805.66  | 2756.61  | 2707.56  | 2668.32  | 2256.3   | 30     | 57.1  | 412.02   | 0.030302 |
| 105 s | 2884.14  | 2825.28  | 2786.04  | 2727.18  | 2687.94  | 2648.7   | 2246.49  | 30     | 57.1  | 402.21   | 0.029581 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 2883.206 | 2840.229 | 2791.646 | 2743.997 | 2691.677 | 2649.167 | 2248.826 |        |       | 400.3414 | 0.029443 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa) | τ4 (Pa) | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
| 2.981539 | 3.370436 | 3.30562 | 3.6297  | 2.949131 | 2.777369 |

## 12.Deney

|             |            |        |                            |       |                |     |          |
|-------------|------------|--------|----------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.5 (kg/s) | $v' =$ | 0.0005 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.826712 (m/s) | Re= | 26894.79 |
|-------------|------------|--------|----------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 2530.98  | 2491.74  | 2452.5   | 2403.45  | 2354.4   | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 10 s  | 2530.98  | 2491.74  | 2452.5   | 2403.45  | 2364.21  | 2334.78  | 1971.81  | 30     | 60    | 362.97        | 0.029475 |
| 15 s  | 2570.22  | 2501.55  | 2472.12  | 2452.5   | 2393.64  | 2354.4   | 1981.62  | 30     | 60    | 372.78        | 0.030272 |
| 20 s  | 2550.6   | 2491.74  | 2452.5   | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1981.62  | 30     | 60    | 333.54        | 0.027085 |
| 25 s  | 2550.6   | 2501.55  | 2462.31  | 2413.26  | 2374.02  | 2334.78  | 1981.62  | 30     | 60    | 353.16        | 0.028678 |
| 30 s  | 2550.6   | 2491.74  | 2462.31  | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 35 s  | 2481.93  | 2452.5   | 2403.45  | 2354.4   | 2305.35  | 2266.11  | 1922.76  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 40 s  | 2550.6   | 2491.74  | 2462.31  | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 45 s  | 2550.6   | 2491.74  | 2462.31  | 2413.26  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 50 s  | 2550.6   | 2491.74  | 2472.12  | 2403.45  | 2374.02  | 2334.78  | 1981.62  | 30     | 60    | 353.16        | 0.028678 |
| 55 s  | 2560.41  | 2511.36  | 2481.93  | 2432.88  | 2383.83  | 2354.4   | 1981.62  | 30     | 60    | 372.78        | 0.030272 |
| 60 s  | 2530.98  | 2481.93  | 2442.69  | 2393.64  | 2354.4   | 2305.35  | 1942.38  | 30     | 60    | 362.97        | 0.029475 |
| 65 s  | 2530.98  | 2491.74  | 2452.5   | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 70 s  | 2530.98  | 2491.74  | 2452.5   | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 75 s  | 2530.98  | 2491.74  | 2462.31  | 2413.26  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 80 s  | 2491.74  | 2462.31  | 2413.26  | 2374.02  | 2315.16  | 2275.92  | 1962     | 30     | 60    | 313.92        | 0.025492 |
| 85 s  | 2570.22  | 2511.36  | 2491.74  | 2452.5   | 2393.64  | 2354.4   | 1981.62  | 30     | 60    | 372.78        | 0.030272 |
| 90 s  | 2540.79  | 2491.74  | 2462.31  | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1981.62  | 30     | 60    | 333.54        | 0.027085 |
| 95 s  | 2540.79  | 2491.74  | 2462.31  | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 100 s | 2540.79  | 2472.12  | 2452.5   | 2403.45  | 2364.21  | 2315.16  | 1971.81  | 30     | 60    | 343.35        | 0.027882 |
| 105 s | 2550.6   | 2491.74  | 2472.12  | 2413.26  | 2374.02  | 2393.64  | 1981.62  | 30     | 60    | 412.02        | 0.033458 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 2539.856 | 2489.871 | 2457.171 | 2407.187 | 2363.276 | 2322.634 | 1971.343 |        |       | 351.2914      | 0.028527 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.46766       | 2.268562      | 3.46766       | 3.046355      | 2.819499      | 2.437084      |

### 13.Deney

|             |                 |        |                             |       |                |     |         |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|---------|
| $\dot{m} =$ | 0.460123 (kg/s) | $v' =$ | 0.00046 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.760778 (m/s) | Re= | 24749.8 |
|-------------|-----------------|--------|-----------------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 2217.06  | 2177.82  | 2158.2   | 2109.15  | 2069.91  | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 10 s  | 2217.06  | 2177.82  | 2158.2   | 2099.34  | 2060.1   | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 15 s  | 2217.06  | 2177.82  | 2148.39  | 2099.34  | 2060.1   | 2011.05 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 294.3    | 0.028221 |
| 20 s  | 2217.06  | 2177.82  | 2148.39  | 2099.34  | 2060.1   | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 25 s  | 2207.25  | 2177.82  | 2158.2   | 2099.34  | 2060.1   | 2020.86 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 313.92   | 0.030102 |
| 30 s  | 2217.06  | 2168.01  | 2158.2   | 2109.15  | 2069.91  | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 35 s  | 2217.06  | 2177.82  | 2148.39  | 2099.34  | 2060.1   | 2040.48 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 323.73   | 0.031043 |
| 40 s  | 2207.25  | 2168.01  | 2138.58  | 2089.53  | 2050.29  | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 45 s  | 2217.06  | 2177.82  | 2158.2   | 2109.15  | 2060.1   | 2011.05 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 294.3    | 0.028221 |
| 50 s  | 2217.06  | 2168.01  | 2148.39  | 2109.15  | 2060.1   | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 55 s  | 2197.44  | 2158.2   | 2118.96  | 2079.72  | 2050.29  | 2020.86 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 313.92   | 0.030102 |
| 60 s  | 2207.25  | 2158.2   | 2138.58  | 2099.34  | 2050.29  | 2011.05 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 65 s  | 2217.06  | 2168.01  | 2148.39  | 2099.34  | 2060.1   | 2020.86 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 313.92   | 0.030102 |
| 70 s  | 2197.44  | 2158.2   | 2138.58  | 2079.72  | 2050.29  | 2011.05 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 75 s  | 2207.25  | 2168.01  | 2148.39  | 2079.72  | 2050.29  | 2011.05 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 80 s  | 2217.06  | 2158.2   | 2148.39  | 2099.34  | 2060.1   | 2020.86 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 313.92   | 0.030102 |
| 85 s  | 2236.68  | 2168.01  | 2158.2   | 2099.34  | 2069.91  | 2020.86 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 90 s  | 2207.25  | 2168.01  | 2138.58  | 2079.72  | 2050.29  | 2001.24 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 294.3    | 0.028221 |
| 95 s  | 2217.06  | 2177.82  | 2148.39  | 2099.34  | 2060.1   | 2020.86 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 313.92   | 0.030102 |
| 100 s | 2207.25  | 2168.01  | 2148.39  | 2079.72  | 2050.29  | 2011.05 | 1706.94  | 30     | 65.2  | 304.11   | 0.029161 |
| 105 s | 2207.25  | 2158.2   | 2138.58  | 2079.72  | 2050.29  | 2011.05 | 1716.75  | 30     | 65.2  | 294.3    | 0.028221 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 2212.856 | 2169.411 | 2147.456 | 2095.136 | 2057.764 | 2017.59 | 1712.079 |        |       | 305.5114 | 0.029296 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.013947      | 1.523178      | 3.6297        | 2.592643      | 2.787091      | 2.119486      |

# 14.Deney

|             |                |        |                              |       |                |     |       |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|
| $\dot{m} =$ | 0.42735 (kg/s) | $v' =$ | 0.000427 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.706591 (m/s) | Re= | 22987 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|-------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 1952.19  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 10 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 15 s  | 1922.76  | 1883.52  | 1863.9   | 1824.66  | 1795.23 | 1775.61  | 1491.12  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 20 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1510.74  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 25 s  | 1922.76  | 1854.09  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1491.12  | 30     | 70.2  | 294.3         | 0.032715 |
| 30 s  | 1922.76  | 1883.52  | 1863.9   | 1824.66  | 1795.23 | 1775.61  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 35 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 40 s  | 1922.76  | 1903.14  | 1873.71  | 1824.66  | 1795.23 | 1775.61  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 45 s  | 1952.19  | 1903.14  | 1873.71  | 1854.09  | 1814.85 | 1795.23  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 294.3         | 0.032715 |
| 50 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1824.66  | 1805.04 | 1775.61  | 1510.74  | 30     | 70.2  | 264.87        | 0.029443 |
| 55 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1824.66  | 1805.04 | 1785.42  | 1510.74  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 60 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 65 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 70 s  | 1952.19  | 1912.95  | 1883.52  | 1844.28  | 1814.85 | 1785.42  | 1491.12  | 30     | 70.2  | 294.3         | 0.032715 |
| 75 s  | 1922.76  | 1893.33  | 1863.9   | 1824.66  | 1795.23 | 1775.61  | 1491.12  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 80 s  | 1952.19  | 1912.95  | 1863.9   | 1854.09  | 1755.99 | 1785.42  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 284.49        | 0.031624 |
| 85 s  | 1942.38  | 1903.14  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1775.61  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 90 s  | 1942.38  | 1893.33  | 1873.71  | 1824.66  | 1805.04 | 1775.61  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 95 s  | 1942.38  | 1893.33  | 1873.71  | 1824.66  | 1805.04 | 1775.61  | 1500.93  | 30     | 70.2  | 274.68        | 0.030534 |
| 100 s | 1922.76  | 1903.14  | 1873.71  | 1824.66  | 1805.04 | 1775.61  | 1510.74  | 30     | 70.2  | 264.87        | 0.029443 |
| 105 s | 1942.38  | 1893.33  | 1873.71  | 1844.28  | 1805.04 | 1785.42  | 1491.12  | 30     | 70.2  | 294.3         | 0.032715 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 1938.643 | 1898.001 | 1872.309 | 1836.806 | 1801.77 | 1781.683 | 1500.463 |        |       | 281.22        | 0.031261 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2.819499      | 1.782442      | 2.463011      | 2.430603      | 1.393546      | 1.950964      |

# 15.Deney

|     |                 |     |                              |       |                |     |          |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| m = | 0.346021 (kg/s) | v'= | 0.000346 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.572119 (m/s) | Re= | 18612.31 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 1393.02  | 1373.4   | 1363.59 | 1324.35  | 1294.92  | 1275.3   | 1079.1   | 30     | 86.7  | 196.2    | 0.033267 |
| 10 s  | 1412.64  | 1373.4   | 1363.59 | 1324.35  | 1304.73  | 1285.11  | 1088.91  | 30     | 86.7  | 196.2    | 0.033267 |
| 15 s  | 1451.88  | 1412.64  | 1393.02 | 1363.59  | 1343.97  | 1324.35  | 1088.91  | 30     | 86.7  | 235.44   | 0.039921 |
| 20 s  | 1393.02  | 1373.4   | 1353.78 | 1314.54  | 1294.92  | 1275.3   | 1088.91  | 30     | 86.7  | 186.39   | 0.031604 |
| 25 s  | 1412.64  | 1383.21  | 1363.59 | 1334.16  | 1314.54  | 1294.92  | 1088.91  | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 30 s  | 1461.69  | 1412.64  | 1393.02 | 1373.4   | 1334.16  | 1324.35  | 1098.72  | 30     | 86.7  | 225.63   | 0.038258 |
| 35 s  | 1383.21  | 1363.59  | 1334.16 | 1314.54  | 1285.11  | 1265.49  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 186.39   | 0.031604 |
| 40 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1363.59 | 1324.35  | 1294.92  | 1285.11  | 1069.29  | 30     | 86.7  | 215.82   | 0.036594 |
| 45 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1353.78 | 1324.35  | 1304.73  | 1285.11  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 50 s  | 1422.45  | 1383.21  | 1373.4  | 1334.16  | 1314.54  | 1294.92  | 1088.91  | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 55 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1353.78 | 1324.35  | 1304.73  | 1285.11  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 60 s  | 1383.21  | 1363.59  | 1334.16 | 1314.54  | 1285.11  | 1265.49  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 186.39   | 0.031604 |
| 65 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1363.59 | 1324.35  | 1294.92  | 1285.11  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 70 s  | 1393.02  | 1373.4   | 1353.78 | 1314.54  | 1294.92  | 1275.3   | 1079.1   | 30     | 86.7  | 196.2    | 0.033267 |
| 75 s  | 1432.26  | 1393.02  | 1383.21 | 1353.78  | 1324.35  | 1304.73  | 1098.72  | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 80 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1353.78 | 1324.35  | 1294.92  | 1275.3   | 1079.1   | 30     | 86.7  | 196.2    | 0.033267 |
| 85 s  | 1412.64  | 1373.4   | 1353.78 | 1324.35  | 1304.73  | 1285.11  | 1088.91  | 30     | 86.7  | 196.2    | 0.033267 |
| 90 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1353.78 | 1324.35  | 1304.73  | 1285.11  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 95 s  | 1402.83  | 1373.4   | 1353.78 | 1324.35  | 1304.73  | 1285.11  | 1079.1   | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 100 s | 1412.64  | 1383.21  | 1373.4  | 1334.16  | 1314.54  | 1294.92  | 1088.91  | 30     | 86.7  | 206.01   | 0.034931 |
| 105 s | 1383.21  | 1353.78  | 1334.16 | 1304.73  | 1275.3   | 1255.68  | 1059.48  | 30     | 86.7  | 196.2    | 0.033267 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 1407.969 | 1377.604 | 1360.32 | 1328.554 | 1304.263 | 1286.044 | 1082.837 |        |       | 203.2071 | 0.034456 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa) |
|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 2.106522 | 1.199097 | 2.203746 | 1.685218 | 1.263913 | 1.40975 |

## PPRC Boru:

### 1.Deney

|             |                |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.78534 (kg/s) | $v' =$ | 0.000785 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 2.379361 (m/s) | Re= | 57182.76 |
|-------------|----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7            | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|------------------|----------|
| 5 s   | 7210.35  | 6974.91  | 6749.28  | 6474.6   | 6180.3  | 5738.85  | 3305.97  | 30     | 38.2  | 2432.88          | 0.017619 |
| 10 s  | 7171.11  | 6935.67  | 6710.04  | 6415.74  | 6121.44 | 5729.04  | 3256.92  | 30     | 38.2  | 2472.12          | 0.017903 |
| 15 s  | 7180.92  | 6945.48  | 6729.66  | 6435.36  | 6150.87 | 5758.47  | 3296.16  | 30     | 38.2  | 2462.31          | 0.017832 |
| 20 s  | 7161.3   | 6925.86  | 6680.61  | 6415.74  | 6121.44 | 5748.66  | 3276.54  | 30     | 38.2  | 2472.12          | 0.017903 |
| 25 s  | 7171.11  | 6935.67  | 6719.85  | 6425.55  | 6141.06 | 5758.47  | 3286.35  | 30     | 38.2  | 2472.12          | 0.017903 |
| 30 s  | 7171.11  | 6935.67  | 6719.85  | 6435.36  | 6141.06 | 5748.66  | 3276.54  | 30     | 38.2  | 2472.12          | 0.017903 |
| 35 s  | 7082.82  | 6847.38  | 6651.18  | 6356.88  | 6092.01 | 5699.61  | 3247.11  | 30     | 38.2  | 2452.5           | 0.017761 |
| 40 s  | 7171.11  | 6935.67  | 6729.66  | 6435.36  | 6141.06 | 5758.47  | 3296.16  | 30     | 38.2  | 2462.31          | 0.017832 |
| 45 s  | 7180.92  | 6945.48  | 6729.66  | 6435.36  | 6150.87 | 5758.47  | 3296.16  | 30     | 38.2  | 2462.31          | 0.017832 |
| 50 s  | 7357.5   | 7122.06  | 6886.62  | 6582.51  | 6327.45 | 5925.24  | 3384.45  | 30     | 38.2  | 2540.79          | 0.018401 |
| 55 s  | 7367.31  | 7131.87  | 6886.62  | 6592.32  | 6327.45 | 5935.05  | 3384.45  | 30     | 38.2  | 2550.6           | 0.018472 |
| 60 s  | 7357.5   | 7122.06  | 6876.81  | 6582.51  | 6288.21 | 5905.62  | 3355.02  | 30     | 38.2  | 2550.6           | 0.018472 |
| 65 s  | 7367.31  | 7131.87  | 6886.62  | 6592.32  | 6317.64 | 5905.62  | 3384.45  | 30     | 38.2  | 2521.17          | 0.018259 |
| 70 s  | 7357.5   | 7122.06  | 6886.62  | 6582.51  | 6298.02 | 5905.62  | 3355.02  | 30     | 38.2  | 2550.6           | 0.018472 |
| 75 s  | 7386.93  | 7151.49  | 6886.62  | 6631.56  | 6347.07 | 5954.67  | 3384.45  | 30     | 38.2  | 2570.22          | 0.018614 |
| 80 s  | 7318.26  | 7082.82  | 6847.38  | 6543.27  | 6258.78 | 5866.38  | 3345.21  | 30     | 38.2  | 2521.17          | 0.018259 |
| 85 s  | 7406.55  | 7171.11  | 6935.67  | 6641.37  | 6356.88 | 5964.48  | 3384.45  | 30     | 38.2  | 2580.03          | 0.018685 |
| 90 s  | 7269.21  | 7033.77  | 6778.71  | 6484.41  | 6219.54 | 5827.14  | 3296.16  | 30     | 38.2  | 2530.98          | 0.01833  |
| 95 s  | 7220.16  | 6984.72  | 6759.09  | 6454.98  | 6190.11 | 5797.71  | 3315.78  | 30     | 38.2  | 2481.93          | 0.017974 |
| 100 s | 7180.92  | 6945.48  | 6739.47  | 6435.36  | 6160.68 | 5778.09  | 3296.16  | 30     | 38.2  | 2481.93          | 0.017974 |
| 105 s | 7161.3   | 6925.86  | 6710.04  | 6396.12  | 6141.06 | 5758.47  | 3296.16  | 30     | 38.2  | 2462.31          | 0.017832 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P_{ORT}$ | f ORT    |
|       | 7250.057 | 7014.617 | 6785.717 | 6492.819 | 6213    | 5820.133 | 3319.984 |        |       | 2500.149         | 0.018106 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 12.0663       | 11.73113      | 15.01105      | 14.3407       | 20.13444      | 12.81326      |

## 2.Deney

|             |                 |        |                              |             |                |        |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------------|----------------|--------|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.704225 (kg/s) | $v' =$ | 0.000704 (m <sup>3</sup> /s) | $v_{ort} =$ | 2.133605 (m/s) | $Re =$ | 51276.56 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------------|----------------|--------|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa) | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7          | f        |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|----------------|----------|
| 5 s   | 6376.5   | 6003.72  | 5807.52 | 5552.46  | 5317.02  | 4993.29  | 2844.9   | 30     | 42.6  | 2148.39        | 0.019349 |
| 10 s  | 6337.26  | 5964.48  | 5768.28 | 5483.79  | 5277.78  | 4963.86  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2138.58        | 0.019261 |
| 15 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5532.84  | 5307.21  | 4983.48  | 2844.9   | 30     | 42.6  | 2138.58        | 0.019261 |
| 20 s  | 6347.07  | 5974.29  | 5778.09 | 5513.22  | 5307.21  | 4983.48  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2158.2         | 0.019438 |
| 25 s  | 6405.93  | 6033.15  | 5807.52 | 5562.27  | 5346.45  | 5022.72  | 2835.09  | 30     | 42.6  | 2187.63        | 0.019703 |
| 30 s  | 6415.74  | 6042.96  | 5827.14 | 5562.27  | 5356.26  | 5012.91  | 2854.71  | 30     | 42.6  | 2158.2         | 0.019438 |
| 35 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5513.22  | 5307.21  | 4993.29  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2168.01        | 0.019526 |
| 40 s  | 6415.74  | 6042.96  | 5827.14 | 5572.08  | 5346.45  | 5022.72  | 2854.71  | 30     | 42.6  | 2168.01        | 0.019526 |
| 45 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5787.9  | 5532.84  | 5307.21  | 4983.48  | 2835.09  | 30     | 42.6  | 2148.39        | 0.019349 |
| 50 s  | 6464.79  | 6092.01  | 5836.95 | 5572.08  | 5356.26  | 5022.72  | 2854.71  | 30     | 42.6  | 2168.01        | 0.019526 |
| 55 s  | 6356.88  | 5984.1   | 5797.71 | 5513.22  | 5307.21  | 4973.67  | 2815.47  | 30     | 42.6  | 2158.2         | 0.019438 |
| 60 s  | 6356.88  | 5984.1   | 5787.9  | 5513.22  | 5307.21  | 4973.67  | 2835.09  | 30     | 42.6  | 2138.58        | 0.019261 |
| 65 s  | 6327.45  | 5954.67  | 5758.47 | 5503.41  | 5287.59  | 4963.86  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2138.58        | 0.019261 |
| 70 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5503.41  | 5307.21  | 4973.67  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2148.39        | 0.019349 |
| 75 s  | 6337.26  | 5964.48  | 5768.28 | 5503.41  | 5297.4   | 4963.86  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2138.58        | 0.019261 |
| 80 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5542.65  | 5307.21  | 4993.29  | 2835.09  | 30     | 42.6  | 2158.2         | 0.019438 |
| 85 s  | 6376.5   | 6003.72  | 5807.52 | 5552.46  | 5317.02  | 5003.1   | 2854.71  | 30     | 42.6  | 2148.39        | 0.019349 |
| 90 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5532.84  | 5307.21  | 4983.48  | 2835.09  | 30     | 42.6  | 2148.39        | 0.019349 |
| 95 s  | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5552.46  | 5307.21  | 5003.1   | 2835.09  | 30     | 42.6  | 2168.01        | 0.019526 |
| 100 s | 6366.69  | 5993.91  | 5797.71 | 5532.84  | 5307.21  | 4983.48  | 2825.28  | 30     | 42.6  | 2158.2         | 0.019438 |
| 105 s | 6376.5   | 6003.72  | 5807.52 | 5552.46  | 5336.64  | 5012.91  | 2854.71  | 30     | 42.6  | 2158.2         | 0.019438 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT  | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta P$ ORT | f ORT    |
|       | 6372.763 | 5999.983 | 5797.71 | 5533.307 | 5315.151 | 4990.954 | 2836.491 |        |       | 2154.463       | 0.019404 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 19.10497      | 10.36648      | 13.55065      | 11.18048      | 16.6151       | 11.04162      |



### 3.Deney

|     |                 |     |                              |       |                |     |          |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| m = | 0.645161 (kg/s) | v'= | 0.000645 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.954658 (m/s) | Re= | 46975.95 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 5444.55  | 5209.11  | 5061.96  | 4806.9   | 4630.32 | 4355.64  | 2462.31  | 30     | 46.5  | 1893.33  | 0.020317 |
| 10 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4963.86  | 4708.8   | 4532.22 | 4355.64  | 2423.07  | 30     | 46.5  | 1932.57  | 0.020739 |
| 15 s  | 5395.5   | 5160.06  | 4983.48  | 4728.42  | 4571.46 | 4296.78  | 2442.69  | 30     | 46.5  | 1854.09  | 0.019896 |
| 20 s  | 5375.88  | 5140.44  | 4954.05  | 4708.8   | 4551.84 | 4286.97  | 2423.07  | 30     | 46.5  | 1863.9   | 0.020002 |
| 25 s  | 5307.21  | 5071.77  | 4905     | 4649.94  | 4483.17 | 4228.11  | 2364.21  | 30     | 46.5  | 1863.9   | 0.020002 |
| 30 s  | 5317.02  | 5081.58  | 4905     | 4669.56  | 4512.6  | 4257.54  | 2413.26  | 30     | 46.5  | 1844.28  | 0.019791 |
| 35 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4924.62  | 4679.37  | 4522.41 | 4267.35  | 2393.64  | 30     | 46.5  | 1873.71  | 0.020107 |
| 40 s  | 5444.55  | 5209.11  | 5061.96  | 4816.71  | 4649.94 | 4394.88  | 2462.31  | 30     | 46.5  | 1932.57  | 0.020739 |
| 45 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4924.62  | 4689.18  | 4532.22 | 4277.16  | 2423.07  | 30     | 46.5  | 1854.09  | 0.019896 |
| 50 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4944.24  | 4698.99  | 4522.41 | 4277.16  | 2423.07  | 30     | 46.5  | 1854.09  | 0.019896 |
| 55 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4944.24  | 4698.99  | 4532.22 | 4286.97  | 2403.45  | 30     | 46.5  | 1883.52  | 0.020212 |
| 60 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4924.62  | 4698.99  | 4522.41 | 4277.16  | 2413.26  | 30     | 46.5  | 1863.9   | 0.020002 |
| 65 s  | 5356.26  | 5120.82  | 4963.86  | 4718.61  | 4561.65 | 4306.59  | 2413.26  | 30     | 46.5  | 1893.33  | 0.020317 |
| 70 s  | 5424.93  | 5189.49  | 5012.91  | 4787.28  | 4620.51 | 4375.26  | 2423.07  | 30     | 46.5  | 1952.19  | 0.020949 |
| 75 s  | 5375.88  | 5140.44  | 5012.91  | 4718.61  | 4571.46 | 4316.4   | 2432.88  | 30     | 46.5  | 1883.52  | 0.020212 |
| 80 s  | 5346.45  | 5111.01  | 4963.86  | 4708.8   | 4532.22 | 4286.97  | 2423.07  | 30     | 46.5  | 1863.9   | 0.020002 |
| 85 s  | 5326.83  | 5091.39  | 4914.81  | 4669.56  | 4502.79 | 4257.54  | 2393.64  | 30     | 46.5  | 1863.9   | 0.020002 |
| 90 s  | 5307.21  | 5071.77  | 4914.81  | 4659.75  | 4502.79 | 4257.54  | 2393.64  | 30     | 46.5  | 1863.9   | 0.020002 |
| 95 s  | 5199.3   | 4963.86  | 4806.9   | 4571.46  | 4404.69 | 4139.82  | 2354.4   | 30     | 46.5  | 1785.42  | 0.019159 |
| 100 s | 5317.02  | 5081.58  | 4914.81  | 4679.37  | 4522.41 | 4277.16  | 2403.45  | 30     | 46.5  | 1873.71  | 0.020107 |
| 105 s | 5336.64  | 5101.2   | 4924.62  | 4689.18  | 4532.22 | 4286.97  | 2403.45  | 30     | 46.5  | 1883.52  | 0.020212 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 5350.187 | 5114.747 | 4948.911 | 4702.727 | 4538.76 | 4288.839 | 2413.727 |        |       | 1875.111 | 0.020122 |

|         |         |          |          |          |          |
|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| τ1 (Pa) | τ2 (Pa) | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
| 12.0663 | 8.49908 | 12.61694 | 8.403316 | 12.80847 | 9.609946 |

#### 4.Deney

|     |                |     |                              |       |                |     |          |
|-----|----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| m = | 0.60241 (kg/s) | v'= | 0.000602 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.825132 (m/s) | Re= | 43863.08 |
|-----|----------------|-----|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 4777.47  | 4561.65  | 4385.07  | 4179.06  | 4022.1   | 3796.47  | 2128.77 | 30     | 49.8  | 1667.7   | 0.020526 |
| 10 s  | 4806.9   | 4591.08  | 4453.74  | 4228.11  | 4100.58  | 3884.76  | 2158.2  | 30     | 49.8  | 1726.56  | 0.021251 |
| 15 s  | 4679.37  | 4463.55  | 4306.59  | 4090.77  | 3943.62  | 3727.8   | 2109.15 | 30     | 49.8  | 1618.65  | 0.019923 |
| 20 s  | 4708.8   | 4492.98  | 4375.26  | 4130.01  | 3992.67  | 3776.85  | 2118.96 | 30     | 49.8  | 1657.89  | 0.020406 |
| 25 s  | 4698.99  | 4483.17  | 4326.21  | 4100.58  | 3973.05  | 3737.61  | 2099.34 | 30     | 49.8  | 1638.27  | 0.020164 |
| 30 s  | 4689.18  | 4473.36  | 4326.21  | 4100.58  | 3973.05  | 3737.61  | 2109.15 | 30     | 49.8  | 1628.46  | 0.020043 |
| 35 s  | 4640.13  | 4424.31  | 4296.78  | 4041.72  | 3924     | 3698.37  | 2079.72 | 30     | 49.8  | 1618.65  | 0.019923 |
| 40 s  | 4787.28  | 4571.46  | 4414.5   | 4188.87  | 4041.72  | 3816.09  | 2148.39 | 30     | 49.8  | 1667.7   | 0.020526 |
| 45 s  | 4787.28  | 4571.46  | 4404.69  | 4188.87  | 4041.72  | 3825.9   | 2138.58 | 30     | 49.8  | 1687.32  | 0.020768 |
| 50 s  | 4708.8   | 4492.98  | 4336.02  | 4130.01  | 3982.86  | 3747.42  | 2109.15 | 30     | 49.8  | 1638.27  | 0.020164 |
| 55 s  | 4689.18  | 4473.36  | 4326.21  | 4090.77  | 3943.62  | 3727.8   | 2109.15 | 30     | 49.8  | 1618.65  | 0.019923 |
| 60 s  | 4738.23  | 4522.41  | 4375.26  | 4139.82  | 4012.29  | 3786.66  | 2128.77 | 30     | 49.8  | 1657.89  | 0.020406 |
| 65 s  | 4728.42  | 4512.6   | 4365.45  | 4139.82  | 4002.48  | 3786.66  | 2118.96 | 30     | 49.8  | 1667.7   | 0.020526 |
| 70 s  | 4718.61  | 4502.79  | 4375.26  | 4130.01  | 4012.29  | 3776.85  | 2128.77 | 30     | 49.8  | 1648.08  | 0.020285 |
| 75 s  | 4708.8   | 4492.98  | 4326.21  | 4120.2   | 3982.86  | 3737.61  | 2118.96 | 30     | 49.8  | 1618.65  | 0.019923 |
| 80 s  | 4610.7   | 4394.88  | 4228.11  | 4031.91  | 3894.57  | 3639.51  | 2060.1  | 30     | 49.8  | 1579.41  | 0.01944  |
| 85 s  | 4689.18  | 4473.36  | 4326.21  | 4090.77  | 3933.81  | 3708.18  | 2099.34 | 30     | 49.8  | 1608.84  | 0.019802 |
| 90 s  | 4728.42  | 4512.6   | 4375.26  | 4139.82  | 4002.48  | 3767.04  | 2118.96 | 30     | 49.8  | 1648.08  | 0.020285 |
| 95 s  | 4767.66  | 4551.84  | 4385.07  | 4179.06  | 4031.91  | 3786.66  | 2118.96 | 30     | 49.8  | 1667.7   | 0.020526 |
| 100 s | 4748.04  | 4532.22  | 4375.26  | 4159.44  | 4022.1   | 3786.66  | 2118.96 | 30     | 49.8  | 1667.7   | 0.020526 |
| 105 s | 4806.9   | 4591.08  | 4434.12  | 4218.3   | 4090.77  | 3845.52  | 2177.82 | 30     | 49.8  | 1667.7   | 0.020526 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 4724.683 | 4508.863 | 4357.976 | 4134.214 | 3996.407 | 3766.573 | 2118.96 |        |       | 1647.613 | 0.020279 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 11.06077 | 7.732966 | 11.46777 | 7.062616 | 11.77901 | 8.444016 |

## 5.Deney

|     |                 |     |                              |       |               |     |          |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| m = | 0.561798 (kg/s) | v'= | 0.000562 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.70209 (m/s) | Re= | 40906.02 |
|-----|-----------------|-----|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7    | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|----------|----------|
| 5 s   | 4385.07  | 4159.44  | 4002.48  | 3796.47  | 3678.75  | 3443.31  | 1932.57 | 30     | 53.4  | 1510.74  | 0.02138  |
| 10 s  | 4228.11  | 4002.48  | 3874.95  | 3668.94  | 3531.6   | 3315.78  | 1873.71 | 30     | 53.4  | 1442.07  | 0.020408 |
| 15 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3943.62  | 3737.61  | 3600.27  | 3404.07  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1481.31  | 0.020964 |
| 20 s  | 4365.45  | 4139.82  | 4022.1   | 3806.28  | 3717.99  | 3453.12  | 1962    | 30     | 53.4  | 1491.12  | 0.021102 |
| 25 s  | 4345.83  | 4120.2   | 3973.05  | 3747.42  | 3619.89  | 3413.88  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1491.12  | 0.021102 |
| 30 s  | 4198.68  | 3973.05  | 3835.71  | 3639.51  | 3492.36  | 3296.16  | 1883.52 | 30     | 53.4  | 1412.64  | 0.019992 |
| 35 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3933.81  | 3737.61  | 3600.27  | 3394.26  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1471.5   | 0.020825 |
| 40 s  | 4130.01  | 3904.38  | 3776.85  | 3570.84  | 3423.69  | 3247.11  | 1805.04 | 30     | 53.4  | 1442.07  | 0.020408 |
| 45 s  | 4306.59  | 4080.96  | 3933.81  | 3737.61  | 3590.46  | 3394.26  | 1912.95 | 30     | 53.4  | 1481.31  | 0.020964 |
| 50 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3943.62  | 3737.61  | 3600.27  | 3404.07  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1481.31  | 0.020964 |
| 55 s  | 4326.21  | 4100.58  | 3943.62  | 3747.42  | 3610.08  | 3404.07  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1481.31  | 0.020964 |
| 60 s  | 4326.21  | 4100.58  | 3963.24  | 3747.42  | 3639.51  | 3413.88  | 1903.14 | 30     | 53.4  | 1510.74  | 0.02138  |
| 65 s  | 4296.78  | 4071.15  | 3933.81  | 3737.61  | 3590.46  | 3404.07  | 1903.14 | 30     | 53.4  | 1500.93  | 0.021241 |
| 70 s  | 4296.78  | 4071.15  | 4031.91  | 3806.28  | 3688.56  | 3472.74  | 1971.81 | 30     | 53.4  | 1500.93  | 0.021241 |
| 75 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3943.62  | 3747.42  | 3600.27  | 3394.26  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1471.5   | 0.020825 |
| 80 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3933.81  | 3737.61  | 3610.08  | 3413.88  | 1922.76 | 30     | 53.4  | 1491.12  | 0.021102 |
| 85 s  | 4120.2   | 3894.57  | 3747.42  | 3551.22  | 3413.88  | 3207.87  | 1824.66 | 30     | 53.4  | 1383.21  | 0.019575 |
| 90 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3933.81  | 3737.61  | 3590.46  | 3394.26  | 1912.95 | 30     | 53.4  | 1481.31  | 0.020964 |
| 95 s  | 4316.4   | 4090.77  | 3943.62  | 3747.42  | 3610.08  | 3404.07  | 1912.95 | 30     | 53.4  | 1491.12  | 0.021102 |
| 100 s | 4336.02  | 4110.39  | 3973.05  | 3747.42  | 3639.51  | 3413.88  | 1932.57 | 30     | 53.4  | 1481.31  | 0.020964 |
| 105 s | 4316.4   | 4090.77  | 3963.24  | 3737.61  | 3610.08  | 3413.88  | 1912.95 | 30     | 53.4  | 1500.93  | 0.021241 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT  |        |       | ΔPORT    | f ORT    |
|       | 4294.911 | 4069.281 | 3931.007 | 3724.997 | 3593.263 | 3385.851 | 1909.68 |        |       | 1476.171 | 0.020891 |

| τ1 (Pa)  | τ2 (Pa)  | τ3 (Pa)  | τ4 (Pa)  | τ5 (Pa)  | τ6 (Pa)  |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 11.56354 | 7.086557 | 10.55801 | 6.751382 | 10.62984 | 7.565379 |

## 6.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.534442 (kg/s) | $v' =$ | 0.000534 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.619209 (m/s) | Re= | 38914.16 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3933.81 | 3737.61 | 3610.08  | 3423.69  | 3305.97  | 3099.96  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 10 s  | 3924    | 3727.8  | 3590.46  | 3404.07  | 3296.16  | 3090.15  | 1736.37  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 15 s  | 3973.05 | 3776.85 | 3639.51  | 3433.5   | 3325.59  | 3119.58  | 1765.8   | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 20 s  | 3904.38 | 3708.18 | 3590.46  | 3394.26  | 3276.54  | 3060.72  | 1726.56  | 22.5   | 42.1  | 1334.16       | 0.020863 |
| 25 s  | 3963.24 | 3767.04 | 3629.7   | 3433.5   | 3325.59  | 3119.58  | 1765.8   | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 30 s  | 3924    | 3727.8  | 3590.46  | 3394.26  | 3296.16  | 3080.34  | 1736.37  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 35 s  | 3963.24 | 3767.04 | 3629.7   | 3433.5   | 3325.59  | 3119.58  | 1755.99  | 22.5   | 42.1  | 1363.59       | 0.021324 |
| 40 s  | 3924    | 3727.8  | 3590.46  | 3394.26  | 3296.16  | 3090.15  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 45 s  | 3924    | 3727.8  | 3600.27  | 3394.26  | 3296.16  | 3090.15  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 50 s  | 3933.81 | 3737.61 | 3600.27  | 3413.88  | 3305.97  | 3099.96  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 55 s  | 3943.62 | 3747.42 | 3619.89  | 3423.69  | 3315.78  | 3109.77  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1363.59       | 0.021324 |
| 60 s  | 3933.81 | 3737.61 | 3600.27  | 3404.07  | 3305.97  | 3099.96  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 65 s  | 3943.62 | 3747.42 | 3619.89  | 3423.69  | 3315.78  | 3119.58  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1373.4        | 0.021477 |
| 70 s  | 3933.81 | 3737.61 | 3610.08  | 3404.07  | 3305.97  | 3099.96  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 75 s  | 3924    | 3727.8  | 3610.08  | 3413.88  | 3296.16  | 3090.15  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 80 s  | 3924    | 3727.8  | 3590.46  | 3404.07  | 3286.35  | 3080.34  | 1736.37  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 85 s  | 3914.19 | 3717.99 | 3590.46  | 3394.26  | 3286.35  | 3080.34  | 1736.37  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 90 s  | 3933.81 | 3737.61 | 3610.08  | 3413.88  | 3305.97  | 3099.96  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
| 95 s  | 3943.62 | 3747.42 | 3639.51  | 3423.69  | 3325.59  | 3109.77  | 1765.8   | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 100 s | 3924    | 3727.8  | 3600.27  | 3404.07  | 3305.97  | 3090.15  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1343.97       | 0.021017 |
| 105 s | 3924    | 3727.8  | 3600.27  | 3404.07  | 3296.16  | 3099.96  | 1746.18  | 22.5   | 42.1  | 1353.78       | 0.02117  |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3933.81 | 3737.61 | 3607.744 | 3411.077 | 3304.569 | 3097.624 | 1746.647 |        |       | 1350.977      | 0.021126 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 10.05525      | 6.655618      | 10.07919      | 5.458564      | 10.60589      | 6.923758      |

## 7.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.528169 (kg/s) | $v' =$ | 0.000528 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.600204 (m/s) | Re= | 38457.42 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3767.04 | 3492.36 | 3305.97  | 3178.44 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 10 s  | 3757.23 | 3482.55 | 3355.02  | 3178.44 | 3080.34  | 2864.52  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1236.06       | 0.019791 |
| 15 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3099.96  | 2903.76  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1265.49       | 0.020262 |
| 20 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3355.02  | 3198.06 | 3090.15  | 2893.95  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 25 s  | 3776.85 | 3502.17 | 3355.02  | 3207.87 | 3099.96  | 2903.76  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1265.49       | 0.020262 |
| 30 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3207.87 | 3090.15  | 2903.76  | 1648.08  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 35 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3355.02  | 3198.06 | 3090.15  | 2893.95  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 40 s  | 3757.23 | 3482.55 | 3355.02  | 3198.06 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 45 s  | 3776.85 | 3502.17 | 3384.45  | 3198.06 | 3099.96  | 2893.95  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 50 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 55 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3355.02  | 3198.06 | 3080.34  | 2893.95  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 60 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3355.02  | 3188.25 | 3080.34  | 2864.52  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1236.06       | 0.019791 |
| 65 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3090.15  | 2903.76  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1265.49       | 0.020262 |
| 70 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3355.02  | 3188.25 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 75 s  | 3776.85 | 3502.17 | 3374.64  | 3198.06 | 3080.34  | 2893.95  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1265.49       | 0.020262 |
| 80 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3080.34  | 2893.95  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1265.49       | 0.020262 |
| 85 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3355.02  | 3178.44 | 3060.72  | 2864.52  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1236.06       | 0.019791 |
| 90 s  | 3757.23 | 3482.55 | 3355.02  | 3188.25 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 95 s  | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 100 s | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3080.34  | 2884.14  | 1628.46  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
| 105 s | 3767.04 | 3492.36 | 3374.64  | 3198.06 | 3090.15  | 2893.95  | 1638.27  | 22.5   | 42.6  | 1255.68       | 0.020105 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3767.04 | 3492.36 | 3362.494 | 3194.79 | 3084.544 | 2888.344 | 1633.131 |        |       | 1255.213      | 0.020098 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 14.07735      | 6.655618      | 8.594845      | 5.650093      | 10.05525      | 6.432966      |

## 8.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.502232 (kg/s) | $v' =$ | 0.000502 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.521622 (m/s) | Re= | 36568.89 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3433.5  | 3256.92 | 3149.01  | 2982.24  | 2884.14  | 2697.75  | 1530.36  | 22.5   | 44.8  | 1167.39       | 0.020672 |
| 10 s  | 3384.45 | 3207.87 | 3099.96  | 2992.05  | 2893.95  | 2697.75  | 1530.36  | 22.5   | 44.8  | 1167.39       | 0.020672 |
| 15 s  | 3384.45 | 3207.87 | 3139.2   | 2962.62  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 20 s  | 3433.5  | 3256.92 | 3158.82  | 2992.05  | 2893.95  | 2707.56  | 1530.36  | 22.5   | 44.8  | 1177.2        | 0.020846 |
| 25 s  | 3433.5  | 3256.92 | 3149.01  | 2962.62  | 2864.52  | 2687.94  | 1530.36  | 22.5   | 44.8  | 1157.58       | 0.020498 |
| 30 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3129.39  | 2962.62  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 35 s  | 3413.88 | 3237.3  | 3129.39  | 2952.81  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 40 s  | 3413.88 | 3237.3  | 3129.39  | 2952.81  | 2854.71  | 2658.51  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1137.96       | 0.020151 |
| 45 s  | 3413.88 | 3237.3  | 3129.39  | 2952.81  | 2854.71  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 50 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3129.39  | 2962.62  | 2864.52  | 2687.94  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1167.39       | 0.020672 |
| 55 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3149.01  | 2962.62  | 2884.14  | 2687.94  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1167.39       | 0.020672 |
| 60 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3129.39  | 2962.62  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 65 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3129.39  | 2952.81  | 2854.71  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 70 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3119.58  | 2952.81  | 2854.71  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 75 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3119.58  | 2952.81  | 2854.71  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 80 s  | 3413.88 | 3237.3  | 3129.39  | 2962.62  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 85 s  | 3423.69 | 3247.11 | 3149.01  | 2962.62  | 2864.52  | 2687.94  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1167.39       | 0.020672 |
| 90 s  | 3404.07 | 3227.49 | 3119.58  | 2962.62  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 95 s  | 3413.88 | 3237.3  | 3139.2   | 2952.81  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 100 s | 3413.88 | 3237.3  | 3119.58  | 2962.62  | 2864.52  | 2668.32  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1147.77       | 0.020325 |
| 105 s | 3413.88 | 3237.3  | 3119.58  | 2943     | 2854.71  | 2658.51  | 1520.55  | 22.5   | 44.8  | 1137.96       | 0.020151 |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3417.15 | 3240.57 | 3131.726 | 2962.153 | 2866.389 | 2675.794 | 1522.419 |        |       | 1153.376      | 0.020424 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 9.049725      | 5.57827       | 8.690609      | 4.90792       | 9.767957      | 5.911051      |

### 9.Deney

|             |                 |        |                              |       |               |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.473684 (kg/s) | $v' =$ | 0.000474 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.43513 (m/s) | Re= | 34490.23 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|---------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2736.99  | 2619.27 | 2472.12 | 1412.64  | 22.5   | 47.5  | 1059.48       | 0.021091 |
| 10 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2727.18  | 2638.89 | 2462.31 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1039.86       | 0.0207   |
| 15 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2893.95  | 2727.18  | 2619.27 | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 20 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2727.18  | 2629.08 | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 25 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2727.18  | 2629.08 | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 30 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2913.57  | 2756.61  | 2668.32 | 2491.74 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1069.29       | 0.021286 |
| 35 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2727.18  | 2658.51 | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 40 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2756.61  | 2658.51 | 2491.74 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1069.29       | 0.021286 |
| 45 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2736.99  | 2648.7  | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 50 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2746.8   | 2658.51 | 2472.12 | 1412.64  | 22.5   | 47.5  | 1059.48       | 0.021091 |
| 55 s  | 3139.2   | 2992.05  | 2893.95  | 2727.18  | 2629.08 | 2462.31 | 1393.02  | 22.5   | 47.5  | 1069.29       | 0.021286 |
| 60 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2736.99  | 2648.7  | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 65 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2746.8   | 2658.51 | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 70 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2736.99  | 2629.08 | 2472.12 | 1412.64  | 22.5   | 47.5  | 1059.48       | 0.021091 |
| 75 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2746.8   | 2648.7  | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 80 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2746.8   | 2648.7  | 2472.12 | 1412.64  | 22.5   | 47.5  | 1059.48       | 0.021091 |
| 85 s  | 3139.2   | 2992.05  | 2893.95  | 2727.18  | 2629.08 | 2462.31 | 1393.02  | 22.5   | 47.5  | 1069.29       | 0.021286 |
| 90 s  | 3129.39  | 2982.24  | 2884.14  | 2717.37  | 2629.08 | 2462.31 | 1393.02  | 22.5   | 47.5  | 1069.29       | 0.021286 |
| 95 s  | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2736.99  | 2658.51 | 2472.12 | 1422.45  | 22.5   | 47.5  | 1049.67       | 0.020896 |
| 100 s | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2746.8   | 2648.7  | 2472.12 | 1393.02  | 22.5   | 47.5  | 1079.1        | 0.021481 |
| 105 s | 3149.01  | 3001.86  | 2903.76  | 2727.18  | 2629.08 | 2472.12 | 1393.02  | 22.5   | 47.5  | 1079.1        | 0.021481 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 3147.141 | 2999.991 | 2901.891 | 2736.523 | 2642.16 | 2472.12 | 1413.574 |        |       | 1058.546      | 0.021072 |

|               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
| 7.541437      | 5.027625      | 8.475139      | 4.836096      | 8.71455       | 5.425047      |

# 10.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.441176 (kg/s) | $v' =$ | 0.000441 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.336641 (m/s) | Re= | 32123.26 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa) | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2364.21  | 2275.92 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 10 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2521.17  | 2403.45  | 2324.97 | 2168.01 | 1226.25  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 15 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2364.21  | 2275.92 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 20 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2521.17  | 2403.45  | 2315.16 | 2168.01 | 1226.25  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 25 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2364.21  | 2275.92 | 2138.58 | 1216.44  | 15     | 34    | 922.14        | 0.021162 |
| 30 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2374.02  | 2295.54 | 2158.2  | 1216.44  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 35 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2511.36  | 2393.64  | 2315.16 | 2168.01 | 1226.25  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 40 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2374.02  | 2295.54 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 45 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2521.17  | 2374.02  | 2275.92 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 50 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2521.17  | 2374.02  | 2315.16 | 2168.01 | 1226.25  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 55 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2374.02  | 2295.54 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 60 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2521.17  | 2374.02  | 2305.35 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 65 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2521.17  | 2374.02  | 2275.92 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 70 s  | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2374.02  | 2295.54 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 75 s  | 2717.37  | 2570.22  | 2491.74  | 2364.21  | 2275.92 | 2138.58 | 1226.25  | 15     | 34    | 912.33        | 0.020937 |
| 80 s  | 2736.99  | 2589.84  | 2511.36  | 2364.21  | 2275.92 | 2148.39 | 1216.44  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
| 85 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2521.17  | 2393.64  | 2324.97 | 2168.01 | 1226.25  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 90 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2511.36  | 2374.02  | 2295.54 | 2158.2  | 1216.44  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 95 s  | 2756.61  | 2609.46  | 2511.36  | 2374.02  | 2275.92 | 2158.2  | 1216.44  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 100 s | 2746.8   | 2599.65  | 2511.36  | 2364.21  | 2275.92 | 2158.2  | 1216.44  | 15     | 34    | 941.76        | 0.021612 |
| 105 s | 2756.61  | 2609.46  | 2511.36  | 2364.21  | 2275.92 | 2158.2  | 1226.25  | 15     | 34    | 931.95        | 0.021387 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT  | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 2749.603 | 2602.453 | 2513.696 | 2375.421 | 2292.27 | 2158.2  | 1223.447 |        |       | 934.7529      | 0.021451 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 7.541438      | 4.548804      | 7.086557      | 4.261511      | 6.871088      | 4.790608      |



# 11.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.398936 (kg/s) | $v' =$ | 0.000399 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.208665 (m/s) | Re= | 29047.63 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa) | m (kg) | t (s) | P6-P7  | f        |
|-------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|--------|-------|--------|----------|
| 5 s   | 2275.92 | 2177.82 | 2118.96  | 2011.05 | 1932.57  | 1814.85 | 1030.05 | 15     | 37.6  | 784.8  | 0.022026 |
| 10 s  | 2275.92 | 2177.82 | 2118.96  | 1981.62 | 1922.76  | 1814.85 | 1030.05 | 15     | 37.6  | 784.8  | 0.022026 |
| 15 s  | 2266.11 | 2168.01 | 2099.34  | 2001.24 | 1932.57  | 1824.66 | 1030.05 | 15     | 37.6  | 794.61 | 0.022301 |
| 20 s  | 2256.3  | 2158.2  | 2079.72  | 1971.81 | 1922.76  | 1775.61 | 1020.24 | 15     | 37.6  | 755.37 | 0.0212   |
| 25 s  | 2266.11 | 2168.01 | 2079.72  | 1971.81 | 1922.76  | 1785.42 | 1020.24 | 15     | 37.6  | 765.18 | 0.021475 |
| 30 s  | 2266.11 | 2168.01 | 2089.53  | 1971.81 | 1922.76  | 1775.61 | 1020.24 | 15     | 37.6  | 755.37 | 0.0212   |
| 35 s  | 2266.11 | 2168.01 | 2079.72  | 1971.81 | 1922.76  | 1785.42 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 784.8  | 0.022026 |
| 40 s  | 2256.3  | 2158.2  | 2079.72  | 1971.81 | 1903.14  | 1775.61 | 1020.24 | 15     | 37.6  | 755.37 | 0.0212   |
| 45 s  | 2266.11 | 2168.01 | 2109.15  | 1981.62 | 1932.57  | 1814.85 | 1020.24 | 15     | 37.6  | 794.61 | 0.022301 |
| 50 s  | 2256.3  | 2158.2  | 2079.72  | 1971.81 | 1912.95  | 1785.42 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 784.8  | 0.022026 |
| 55 s  | 2236.68 | 2138.58 | 2079.72  | 1962    | 1903.14  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
| 60 s  | 2236.68 | 2138.58 | 2079.72  | 1971.81 | 1912.95  | 1785.42 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 784.8  | 0.022026 |
| 65 s  | 2256.3  | 2158.2  | 2099.34  | 1981.62 | 1922.76  | 1785.42 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 784.8  | 0.022026 |
| 70 s  | 2246.49 | 2148.39 | 2079.72  | 1971.81 | 1883.52  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
| 75 s  | 2236.68 | 2138.58 | 2060.1   | 1962    | 1883.52  | 1765.8  | 1000.62 | 15     | 37.6  | 765.18 | 0.021475 |
| 80 s  | 2236.68 | 2138.58 | 2069.91  | 1962    | 1883.52  | 1775.61 | 1020.24 | 15     | 37.6  | 755.37 | 0.0212   |
| 85 s  | 2226.87 | 2128.77 | 2069.91  | 1962    | 1903.14  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
| 90 s  | 2236.68 | 2138.58 | 2069.91  | 1962    | 1903.14  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
| 95 s  | 2226.87 | 2128.77 | 2069.91  | 1962    | 1883.52  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
| 100 s | 2226.87 | 2128.77 | 2069.91  | 1952.19 | 1873.71  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
| 105 s | 2226.87 | 2128.77 | 2069.91  | 1952.19 | 1873.71  | 1775.61 | 1000.62 | 15     | 37.6  | 774.99 | 0.02175  |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT  |        |       | ΔPORT  | f ORT    |
|       | 2249.76 | 2151.66 | 2083.457 | 1971.81 | 1907.344 | 1785.42 | 1010.43 |        |       | 774.99 | 0.02175  |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 5.027625      | 3.495396      | 5.721916      | 3.303868      | 6.24862       | 3.971824      |

## 12.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.343249 (kg/s) | $v' =$ | 0.000343 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 1.039949 (m/s) | Re= | 24992.92 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa) | P2 (Pa) | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 1824.66 | 1726.56 | 1677.51  | 1579.41  | 1530.36  | 1432.26  | 804.42   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 10 s  | 1824.66 | 1726.56 | 1667.7   | 1579.41  | 1520.55  | 1422.45  | 804.42   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
| 15 s  | 1824.66 | 1726.56 | 1667.7   | 1579.41  | 1530.36  | 1432.26  | 804.42   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 20 s  | 1824.66 | 1726.56 | 1657.89  | 1579.41  | 1510.74  | 1432.26  | 794.61   | 15     | 43.7  | 637.65        | 0.024174 |
| 25 s  | 1824.66 | 1726.56 | 1667.7   | 1579.41  | 1530.36  | 1432.26  | 804.42   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 30 s  | 1814.85 | 1716.75 | 1657.89  | 1569.6   | 1510.74  | 1412.64  | 794.61   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
| 35 s  | 1814.85 | 1716.75 | 1657.89  | 1579.41  | 1520.55  | 1422.45  | 794.61   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 40 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1638.27  | 1559.79  | 1491.12  | 1393.02  | 794.61   | 15     | 43.7  | 598.41        | 0.022686 |
| 45 s  | 1824.66 | 1726.56 | 1657.89  | 1569.6   | 1520.55  | 1422.45  | 794.61   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 50 s  | 1824.66 | 1726.56 | 1657.89  | 1579.41  | 1520.55  | 1422.45  | 794.61   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 55 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1657.89  | 1579.41  | 1510.74  | 1412.64  | 794.61   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
| 60 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1559.79  | 1491.12  | 1422.45  | 794.61   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 65 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1559.79  | 1510.74  | 1412.64  | 794.61   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
| 70 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1569.6   | 1510.74  | 1383.21  | 794.61   | 15     | 43.7  | 588.6         | 0.022314 |
| 75 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1657.89  | 1569.6   | 1520.55  | 1422.45  | 794.61   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 80 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1657.89  | 1569.6   | 1510.74  | 1412.64  | 794.61   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
| 85 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1569.6   | 1510.74  | 1383.21  | 794.61   | 15     | 43.7  | 588.6         | 0.022314 |
| 90 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1549.98  | 1491.12  | 1393.02  | 794.61   | 15     | 43.7  | 598.41        | 0.022686 |
| 95 s  | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1569.6   | 1510.74  | 1422.45  | 794.61   | 15     | 43.7  | 627.84        | 0.023802 |
| 100 s | 1805.04 | 1706.94 | 1648.08  | 1579.41  | 1510.74  | 1412.64  | 794.61   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
| 105 s | 1785.42 | 1687.32 | 1648.08  | 1569.6   | 1510.74  | 1412.64  | 794.61   | 15     | 43.7  | 618.03        | 0.02343  |
|       | P1 ORT  | P2 ORT  | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 1811.58 | 1713.48 | 1655.554 | 1571.469 | 1513.076 | 1414.976 | 796.4786 |        |       | 618.4971      | 0.023448 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 5.027625      | 2.968693      | 4.309393      | 2.992634      | 5.027625      | 3.169798      |

### 13.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.308642 (kg/s) | $v' =$ | 0.000309 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.935099 (m/s) | Re= | 22473.06 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 1510.74  | 1451.88  | 1393.02  | 1334.16  | 1275.3   | 1196.82  | 676.89   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 10 s  | 1510.74  | 1451.88  | 1393.02  | 1324.35  | 1275.3   | 1196.82  | 676.89   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 15 s  | 1481.31  | 1422.45  | 1383.21  | 1314.54  | 1255.68  | 1187.01  | 676.89   | 7.5    | 24.3  | 510.12        | 0.023919 |
| 20 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1236.06  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 25 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1275.3   | 1187.01  | 676.89   | 7.5    | 24.3  | 510.12        | 0.023919 |
| 30 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1275.3   | 1196.82  | 676.89   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 35 s  | 1500.93  | 1442.07  | 1383.21  | 1334.16  | 1285.11  | 1196.82  | 676.89   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 40 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1285.11  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 45 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1255.68  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 50 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1275.3   | 1196.82  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 529.74        | 0.024839 |
| 55 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1265.49  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 60 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1255.68  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 65 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1255.68  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 70 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1265.49  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 75 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1275.3   | 1196.82  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 529.74        | 0.024839 |
| 80 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1255.68  | 1177.2   | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 510.12        | 0.023919 |
| 85 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1324.35  | 1265.49  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 90 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1255.68  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 95 s  | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1265.49  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 100 s | 1491.12  | 1432.26  | 1383.21  | 1294.92  | 1255.68  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
| 105 s | 1481.31  | 1422.45  | 1383.21  | 1285.11  | 1255.68  | 1187.01  | 667.08   | 7.5    | 24.3  | 519.93        | 0.024379 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 1492.521 | 1433.661 | 1384.144 | 1311.737 | 1265.023 | 1189.346 | 669.8829 |        |       | 519.4629      | 0.024357 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.016575      | 2.537754      | 3.710866      | 2.394107      | 3.878454      | 2.662247      |

# 14.Deney

|             |                 |        |                      |       |                |     |         |
|-------------|-----------------|--------|----------------------|-------|----------------|-----|---------|
| $\dot{m} =$ | 0.294118 (kg/s) | $v' =$ | 0.000294 ( $m^3/s$ ) | vort= | 0.891094 (m/s) | Re= | 21415.5 |
|-------------|-----------------|--------|----------------------|-------|----------------|-----|---------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa)  | P5 (Pa)  | P6 (Pa)  | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 1285.11  | 1226.25  | 1187.01  | 1128.15  | 1079.1   | 1020.24  | 588.6    | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 10 s  | 1285.11  | 1226.25  | 1187.01  | 1128.15  | 1079.1   | 1020.24  | 578.79   | 7.5    | 25.5  | 441.45        | 0.022794 |
| 15 s  | 1275.3   | 1216.44  | 1177.2   | 1098.72  | 1059.48  | 1000.62  | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 20 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1157.58  | 1088.91  | 1049.67  | 990.81   | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 25 s  | 1245.87  | 1187.01  | 1147.77  | 1079.1   | 1049.67  | 981      | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 421.83        | 0.021781 |
| 30 s  | 1275.3   | 1216.44  | 1177.2   | 1098.72  | 1079.1   | 1000.62  | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 35 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1167.39  | 1098.72  | 1059.48  | 1000.62  | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 40 s  | 1294.92  | 1236.06  | 1187.01  | 1137.96  | 1088.91  | 1030.05  | 578.79   | 7.5    | 25.5  | 451.26        | 0.0233   |
| 45 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1177.2   | 1098.72  | 1059.48  | 990.81   | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 421.83        | 0.021781 |
| 50 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1177.2   | 1098.72  | 1069.29  | 1000.62  | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 55 s  | 1245.87  | 1187.01  | 1147.77  | 1079.1   | 1039.86  | 981      | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 421.83        | 0.021781 |
| 60 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1147.77  | 1088.91  | 1049.67  | 990.81   | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 65 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1157.58  | 1088.91  | 1049.67  | 990.81   | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 70 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1177.2   | 1098.72  | 1059.48  | 1000.62  | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 441.45        | 0.022794 |
| 75 s  | 1275.3   | 1216.44  | 1187.01  | 1118.34  | 1079.1   | 1020.24  | 578.79   | 7.5    | 25.5  | 441.45        | 0.022794 |
| 80 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1167.39  | 1098.72  | 1059.48  | 990.81   | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 421.83        | 0.021781 |
| 85 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1157.58  | 1088.91  | 1049.67  | 990.81   | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 421.83        | 0.021781 |
| 90 s  | 1245.87  | 1187.01  | 1157.58  | 1098.72  | 1059.48  | 990.81   | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 421.83        | 0.021781 |
| 95 s  | 1255.68  | 1196.82  | 1177.2   | 1098.72  | 1069.29  | 1000.62  | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
| 100 s | 1236.06  | 1177.2   | 1137.96  | 1069.29  | 1039.86  | 971.19   | 559.17   | 7.5    | 25.5  | 412.02        | 0.021274 |
| 105 s | 1255.68  | 1196.82  | 1167.39  | 1098.72  | 1059.48  | 1000.62  | 568.98   | 7.5    | 25.5  | 431.64        | 0.022287 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT   | P5 ORT   | P6 ORT   | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 1260.819 | 1201.959 | 1167.857 | 1099.187 | 1061.349 | 998.2843 | 568.0457 |        |       | 430.2386      | 0.022215 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.016575      | 1.747698      | 3.519338      | 1.939227      | 3.232045      | 2.204973      |

### 15.Deney

|             |                 |        |                              |       |                |     |          |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|
| $\dot{m} =$ | 0.247525 (kg/s) | $v' =$ | 0.000248 (m <sup>3</sup> /s) | vort= | 0.749931 (m/s) | Re= | 18022.95 |
|-------------|-----------------|--------|------------------------------|-------|----------------|-----|----------|

|       | P1 (Pa)  | P2 (Pa)  | P3 (Pa)  | P4 (Pa) | P5 (Pa)  | P6 (Pa) | P7 (Pa)  | m (kg) | t (s) | P6-P7         | f        |
|-------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|--------|-------|---------------|----------|
| 5 s   | 1020.24  | 961.38   | 922.14   | 873.09  | 843.66   | 784.8   | 461.07   | 7.5    | 30.3  | 323.73        | 0.023601 |
| 10 s  | 1059.48  | 1000.62  | 981      | 931.95  | 892.71   | 843.66  | 490.5    | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 15 s  | 1059.48  | 1000.62  | 981      | 931.95  | 892.71   | 843.66  | 490.5    | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 20 s  | 1039.86  | 981      | 951.57   | 892.71  | 863.28   | 804.42  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 25 s  | 1020.24  | 961.38   | 931.95   | 882.9   | 843.66   | 794.61  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 343.35        | 0.025031 |
| 30 s  | 1020.24  | 961.38   | 931.95   | 882.9   | 843.66   | 794.61  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 343.35        | 0.025031 |
| 35 s  | 1079.1   | 1020.24  | 981      | 931.95  | 892.71   | 843.66  | 490.5    | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 40 s  | 990.81   | 931.95   | 892.71   | 843.66  | 804.42   | 765.18  | 412.02   | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 45 s  | 1079.1   | 1020.24  | 990.81   | 951.57  | 922.14   | 863.28  | 500.31   | 7.5    | 30.3  | 362.97        | 0.026461 |
| 50 s  | 1039.86  | 981      | 961.38   | 902.52  | 882.9    | 833.85  | 480.69   | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 55 s  | 1000.62  | 941.76   | 892.71   | 843.66  | 804.42   | 765.18  | 441.45   | 7.5    | 30.3  | 323.73        | 0.023601 |
| 60 s  | 1039.86  | 981      | 971.19   | 922.14  | 892.71   | 833.85  | 412.02   | 7.5    | 30.3  | 421.83        | 0.030752 |
| 65 s  | 1010.43  | 951.57   | 922.14   | 873.09  | 843.66   | 794.61  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 343.35        | 0.025031 |
| 70 s  | 1010.43  | 951.57   | 922.14   | 873.09  | 843.66   | 794.61  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 343.35        | 0.025031 |
| 75 s  | 1049.67  | 990.81   | 971.19   | 922.14  | 892.71   | 843.66  | 500.31   | 7.5    | 30.3  | 343.35        | 0.025031 |
| 80 s  | 1059.48  | 1000.62  | 971.19   | 902.52  | 882.9    | 833.85  | 500.31   | 7.5    | 30.3  | 333.54        | 0.024316 |
| 85 s  | 1000.62  | 941.76   | 902.52   | 863.28  | 833.85   | 784.8   | 431.64   | 7.5    | 30.3  | 353.16        | 0.025746 |
| 90 s  | 1020.24  | 961.38   | 931.95   | 873.09  | 843.66   | 794.61  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 343.35        | 0.025031 |
| 95 s  | 1000.62  | 941.76   | 902.52   | 853.47  | 824.04   | 774.99  | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 323.73        | 0.023601 |
| 100 s | 1000.62  | 941.76   | 902.52   | 863.28  | 833.85   | 784.8   | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 333.54        | 0.024316 |
| 105 s | 1000.62  | 941.76   | 902.52   | 863.28  | 833.85   | 784.8   | 451.26   | 7.5    | 30.3  | 333.54        | 0.024316 |
|       | P1 ORT   | P2 ORT   | P3 ORT   | P4 ORT  | P5 ORT   | P6 ORT  | P7 ORT   |        |       | $\Delta$ PORT | f ORT    |
|       | 1028.649 | 969.7886 | 938.9571 | 889.44  | 857.6743 | 807.69  | 460.6029 |        |       | 347.0871      | 0.025303 |

| $\tau_1$ (Pa) | $\tau_2$ (Pa) | $\tau_3$ (Pa) | $\tau_4$ (Pa) | $\tau_5$ (Pa) | $\tau_6$ (Pa) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.016575      | 1.580111      | 2.537754      | 1.627993      | 2.561695      | 1.778822      |

## **ÖZGEÇMİŞ**

Ahmet Beyzade DEMİRPOLAT 1984 yılında ELAZIĞ' da doğdu. ilk ve orta öğrenimini burada tamamladı. 2009 yılı Ocak ayında Fırat Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Mezun olduktan sonra Siirt Bayındırlık ve İskan İl Müdürlüğüne Mühendis olarak atandı 2011 yılı Ekim ayında Elazığ Belediyesine kurumlar arası geçiş yaptı. Halen Elazığ Belediyesinde Mühendis Olarak çalışmaya devam etmektedir.