

## Analisis Karakteristik Aliran Di Antara Dua Aerofoil

Luther Sule

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Tamalanrea, Makassar 90245  
E-mail : erwin\_eka\_putra@yahoo.com

### Abstrak

*Kehilangan energi fluida ketika mengalir melalui permukaan yang melengkung seperti aerofoil adalah diakibatkan oleh adanya gaya tahanan yang ditimbulkan oleh pengaruh lapisan batas dan oleh adanya pemisahan aliran (separasi). Eksperimen ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara koefisien tahanan, dan koefisien tekanan, terhadap bilangan Reynolds pada permukaan diantara dua aerofoil yang dipasang paralel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa korelasi yang cukup besar, (0,95 s/d 0,99) untuk hubungan antara koefisien tahanan ( $C_d$ ); koefisien tekanan ( $C_p$ ) yang berbeda pada permukaan bagian atas dan bagian bawah. Pengaruh sudut serang terhadap koefisien tekanan ( $C_p$ ) dimana dengan perubahan sudut serang dari  $0^\circ$  sampai  $20^\circ$ , maka bilangan Reynolds meningkat pula yaitu  $Re = 0,4758 \times 10^3$  sampai  $Re = 8,5 \times 10^5$  demikian pula koefisien tekanan meningkat dari  $C_p = 0,0011282$  s/d  $0,00184$ . Sedangkan untuk koefisien tahanan untuk sudut serang  $5^\circ$  bagian atas :  $C_d = 1,3302 Re^{-0.4998}$  dan bawah :  $C_d = 1,379 Re^{-0.466}$ , untuk sudut serang  $15^\circ$  bagian atas :  $C_d = 1.3304 Re^{-0.4996}$  dan bagian bawah,  $C_d = 11.33 Re^{-0.4998}$ . Selanjutnya dengan menggunakan persamaan multi regresi didapatkan persamaan dari koefisien tahanan ( $C_d$ ) sebagai fungsi bilangan Reynolds, koefisien tegangan geser ( $C_f$ ) sebagai fungsi bilangan Reynolds, koefisien tekanan ( $C_p$ ) sebagai fungsi bilangan Reynolds dan tebal lapisan batas sebagai fungsi bilangan Reynolds.*

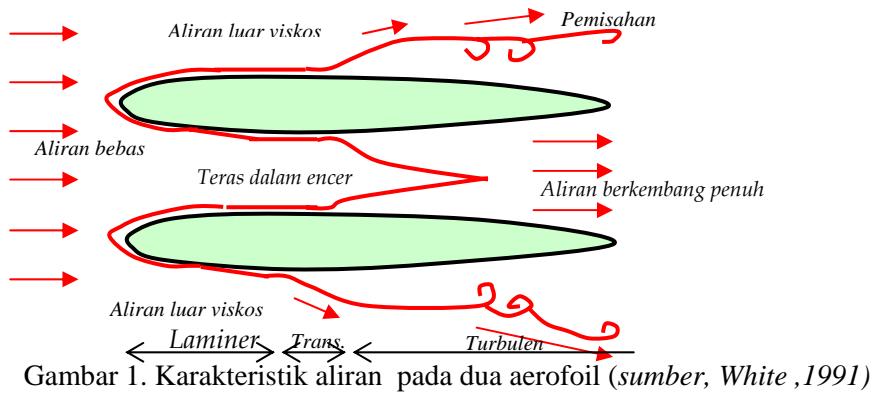
*Kata kunci:* Koefisien tahanan, koefisien tekanan, aliran dan aerofoil.

### Pendahuluan

Pada waktu fluida mengalir melalui suatu benda, sebagai contoh aerofoil, maka akan terjadi perubahan energi akibat adanya gaya tahanan yang akan menimbulkan terjadinya lapisan batas dan olehnya akan terjadi pemisahan aliran (separasi). Dalam kategori pertama, tahanan disebabkan secara langsung oleh efek-efek viskos jadi oleh tegangan tangensial yang disebut tahanan viskos atau tahanan gesek. Kategori kedua, walaupun secara tak langsung disebabkan oleh viskositas, juga disebabkan karena tekanan, akibat gaya-gaya normal dan disebut tahanan bentuk atau tahanan tekanan. Hal ini merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi industri permesinan utamanya pada peralatan yang berbentuk aerofoil.

Menurut White (1991), diperlihatkan pada Gambar (1), dimana bagian depan dari benda adalah daerah yang bergradient-menguntungkan, dan lapisan batasnya akan menempel pada permukaan bagian itu dan tipis. Karena itu teori aliran viskos akan memberikan hasil yang amat bagus untuk aliran luar. Untuk aliran dalam lapisan batas akan meluas dan suatu saat bertemu, sehingga daerah terasnya yang viskos akan hilang . Tetapi teori aliran viskos berlaku untuk talang yang “pendek”, seperti nosel suatu terowongan angin yang menyerupai aliran diantara dua aerofoil. Pada Gambar (1) terlihat bahwa suatu saat dibagian belakang akan terjadi pemisahan laipsan-batas (separasi), aliran yang terpisah itu akan membelokkan dan mengubah garis-garis aliran viskos .

Dalam bidang permesinan utamanya pada turbin uap, turbin air dan alat-alat pengarah aliran suatu fluida, maka bentuk penampang alat yang digunakan selalu diupayakan dalam bentuk aerofoil, itu dikarenakan dihindarinya suatu turbulensi aliran pada saat arahnya diubah, dimana aliran ini akan diubah menjadi energi yang berguna atau akan dikonversi dari daya fluida menjadi daya mekanis atau sebaliknya dan atau hanya diubah arah alirannya.



Menurut Dietzel (1988), dalam penggunaan lain pengarah aliran yang berbentuk aerofoil juga dimaksudkan agar tidak terjadi kavitas yang sering menimbulkan korosi dan erosi pada bagian mesin tertentu yang terbuat dari baja. Penggunaan bentuk (model) aerofoil kita jumpai pada suku-suku pengarah, suku-suku gerak baik pada mesin fluida (turbin air, kompressor dll), maupun pada mesin kalor (turbin gas, turbin uap dll), tetapi ada pula penggunaan model aerofoil untuk menghasilkan aliran turbulen (bergolak) misalnya pada alat pencampur udara pembakaran dengan bahan bakar sesaat masuk ruang bakar agar di peroleh pembakaran yang sempurna dalam waktu tertentu.

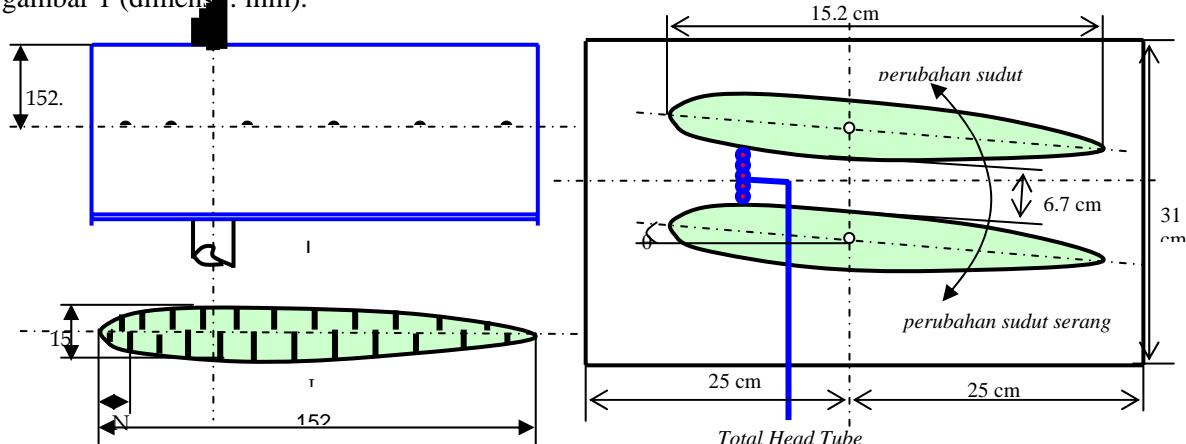
### Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Fluida Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, dengan menggunakan satu buah *Sub-Sonic Wind Tunnel*, buatan *Plint & Partners LTD Engineers England*.



Gambar 2. Sub Sonic Wind Tunnel

Benda uji dibuat dari kayu jati yang sesuai spesifikasi *aerofoil NACA 0012* dengan ukuran sesuai gambar 1 (dimensi: mm).



PRESSURE TAPPINGS; ORDINATES 'Z'												
SURFACE 'I'	1.5	7.6	15.2	22.9	38.1	53.3	68.6	83.8	99.1	114.3	129.5	
SURFACE 'II'	0.8	3.8	11.4	19.1	30.5	45.7	61.0	76.2	91.4	106.7	121.9	137.2
PROFILE N.A.C.A. 0012												

Gambar 3. Seksi uji

Ukuran seksi uji adalah disesuaikan dengan spesifikasi benda uji *aerofoil NACA 0012* dengan jarak celah kedua *aerofoil* sesuai referensi jarak antara sudu pengarah turbin air *Francis* yang ada di Laboratorium Mesin-Mesin Fluida Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yaitu 67 mm (6,7 cm), sehingga posisi benda uji dapat dilihat pada gambar 3.

Untuk memenuhi kebutuhan kecepatan udara, digunakan satu buah fan dengan lima blade (sudu) yang digerakkan oleh satu buah motor listrik, buatan *Normand Electrical Co Ltd (NECO) London & Portsmouth* dengan spesifikasi; Seri : A 126268 D; Vol : 210 A 200 F; Frame : 7B; DC; HP : 2.0; Amper : 0.7; Rpm : 2800; Type : Shunt.

#### A. Posisi Pengukuran Benda Uji.

Disepanjang permukaan diantara dua aerofoil (arah horizontal) distribusi head diukur pada 13 titik (mulai dari no. 0 sampai dengan no. 12/depan sampai ujung ekor aerofoil), sehingga jarak setiap titik adalah 152 mm/12 kolom = 12.67 mm. Sedang arah vertikal dilakukan pengukuran distribusi kecepatan 18 titik yaitu dengan tinggi = 67 mm, sehingga jarak setiap titik pengukuran = 67 mm/18 titik = 3.7 mm (catatan jarak dari permukaan aerofoil dimulai dengan 1 mm), sehingga jumlah titik pengukuran untuk satu tingkat kecepatan adalah  $12 \times 18 = 216$  titik. Dalam pengujian dilakukan 7 tingkat kecepatan dengan posisi sudut serang aerofoil yaitu 5 titik (titik  $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$  dan  $20^\circ$ ) sehingga jumlah titik data yang diukur ialah:

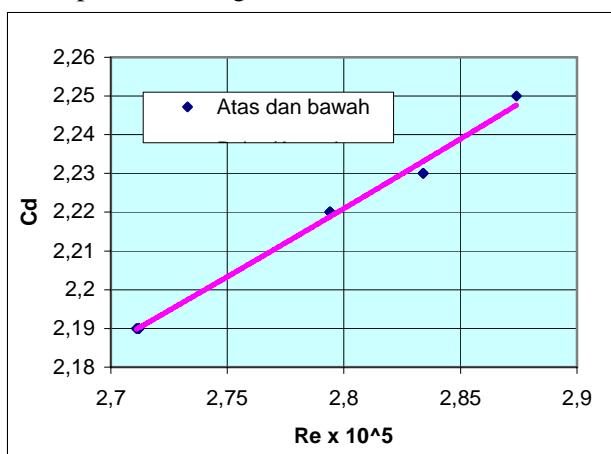
$$216 \frac{\text{titik pengukuran}}{\text{tingkat kecepatan}} \times 7 \frac{\text{tingkat kecepatan}}{\text{posisi sudut serang aerofoil}} \times 5 \text{ posisi sudut serang} \\ = 7.560 \text{ titik pengukuran}$$

#### Hasil Penelitian.

Penelitian ini dilakukan pada daerah aliran diantara dua aerofoil dengan kecepatan udara bebas (sesuai kecepatan yang dapat dihasilkan wind tunnel yaitu dari  $14,7214$  s/d  $42,5$  m/s). Dari hasil diperoleh bahwa bilangan Reynolds  $0,4758 \times 10^5$  sampai  $8,5 \times 10^5$  itu berarti dalam pengujian aliran diantara dua aerofoil terjadi ketiga jenis aliran yaitu laminar untuk pelat (*Fox, 1994*) dengan  $Re < 5 \times 10^5$  dan turbulen bila  $Re > 5 \times 10^5$  dan diantaranya adalah aliran transisi.

#### 1. Koefisien Tahanan Sebagai Fungsi Bilangan Reynolds

Untuk sudut serang aerofoil  $0^\circ$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tahanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tahanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tahanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji.

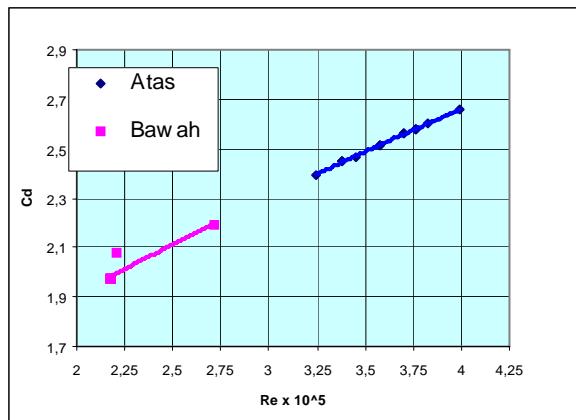


Gambar 4. Koefisien Tahanan ( $C_d$ ) Vs Reynolds ( $Re$ ) dengan sudut serang  $0^\circ$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1,4087 Re^{-0.4423}$	0.994	Bawah

2	$1,4087 Re^{-0.4423}$	0.994	Atas
---	-----------------------	-------	------

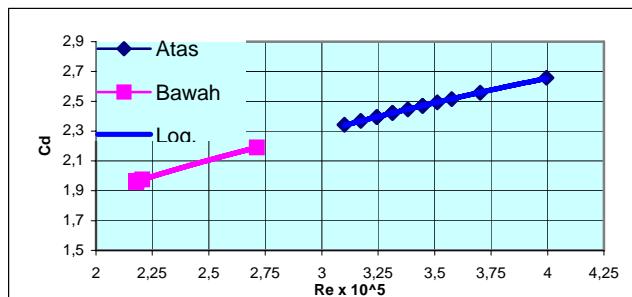
Untuk sudut serang aerofoil  $5^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tahanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tahanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tahanan mendekati hubungan persamaan pelat datar (Fox, 1994) untuk daerah aliran laminar, terlihat pula ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji Re Bagian bawah dimulai dengan  $Re = 2,15 \times 10^5$  sedangkan bagian atas dimulai  $Re = 3,25 \times 10^5$



Gambar 5. Koefisien Tahanan ( $C_d$ ) Vs Reynolds ( $Re$ ) dengan sudut serang  $5^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1,3302 Re^{-0.4998}$	1,000	Atas
2	$1,379 Re^{-0.466}$	0,826	Bawah

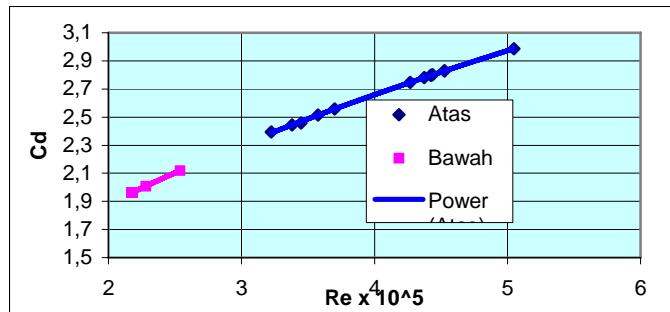
Untuk sudut serang aerofoil  $10^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tahanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tahanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tahanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji Re Bagian bawah dimulai dengan  $Re = 2,15 \times 10^5$  sedangkan bagian atas dimulai  $Re = 3,1 \times 10^5$ .



Gambar 6. Koefisien Tahanan ( $C_d$ ) Vs Reynolds ( $Re$ ) dengan sudut serang  $10^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1,3306 Re^{-0.4995}$	0.9995	Atas
2	$1,3306 Re^{-0.4995}$	1	Bawah

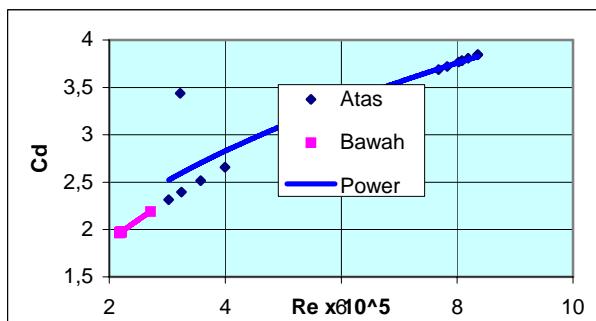
Untuk sudut serang aerofoil  $15^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tahanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tahanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tahanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji Re Bagian bawah dimulai dengan  $Re = 2,2 \times 10^5$ , sedangkan bagian atas dimulai  $Re = 3,2 \times 10^5$  dan aliran sampai ujung tetap laminer.



Gambar 7.Koefisien Tahanan (Cd) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $15^0$ .

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1.3304Re^{-0.4996}$	0,9996	Atas
2	$1.33Re^{-0.4998}$	1,000	Bawah

Untuk sudut serang aerofoil  $20^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tahanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tahanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tahanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran turbulen ini berbeda dengan sebelumnya yaitu untuk sudut serang  $0^0$  s/d  $15^0$ , hampir semua jenis kecepatan laminar, terlihat pula ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji Re Bagian bawa dimulai dengan  $Re = 2.2 \times 10^5$ , sedangkan bagian atas dimulai  $Re = 3,00 \times 10^5$  dan bagian bawa aliran sampai ujung tetap laminer.

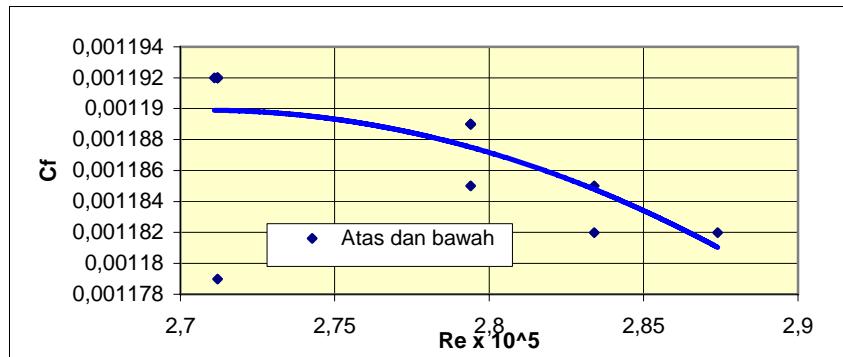


Gambar 8.Koefisien Tahanan (Cd) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $20^0$ .

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1.6032Re^{-0.4095}$	0,96	Atas
2	$1,3304 Re^{-0.4996}$	1,00	Bawah

## 2. Koefisien Tegangan Geser Sebagai Fungsi Bilangan Reynolds

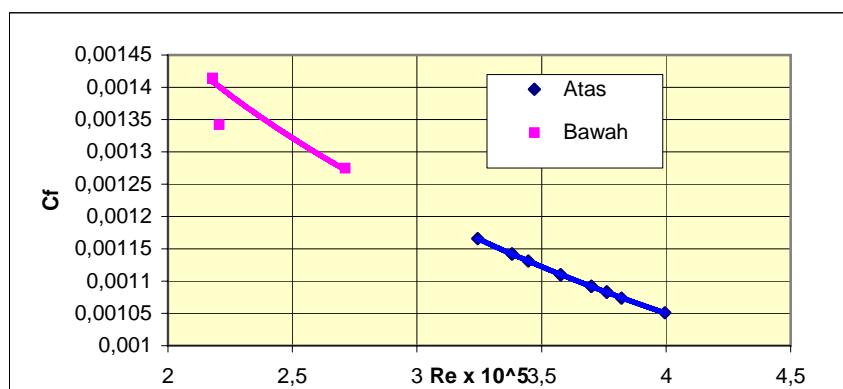
Gambar 9. Untuk sudut serang aerofoil  $0^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tegangan geser juga semakin menurun, hal ini berlawanan dengan koefisien tahanan . Persamaan regresi antara koefisien tegangan geser dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tegangan geser mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan tegangan geser pada bagian atas dan bawah diantara dua aerofoil yang diuji.



Gambar 9. Koefisien Tegangan geser (Cf) Vs Reynolds dengan sudut serang  $0^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$0,0013Re^{-0,103}$	0,357	Bawah
2	$0,0013Re^{-0,103}$	0,357	Atas

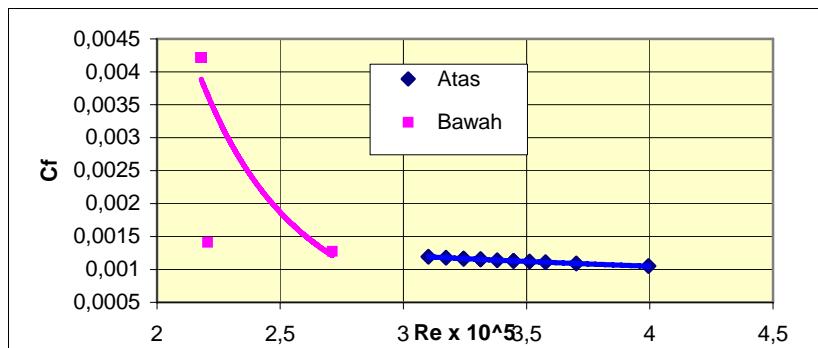
Gambar 10. Untuk sudut serang aerofoil  $5^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tegangan geser semakin kecil pula ,untuk bagian atas dari  $Re = 2,2 \times 10^5$  s/d  $Re = 2,75 \times 10^5$  dan bagian bawa dari  $Re = 3,25 \times 10^5$  s/d  $4 \times 10^5$  hal ini berlawanan dengan koefisien tahanan . Persamaan regresi antara koefisien tegangan geser dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tegangan geser mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan tegangan geser pada bagian atas dan bawah diantara dua aerofoil yang diuji.



Gambar 10. Koefisien Tegangan Geser (Cf) Vs Reynolds dengan sudut serang  $5^0$ .

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$0,0021 Re^{-0,4095}$	0,9999	Atas
2	$0,002 Re^{-0,4666}$	0,8266	Bawah

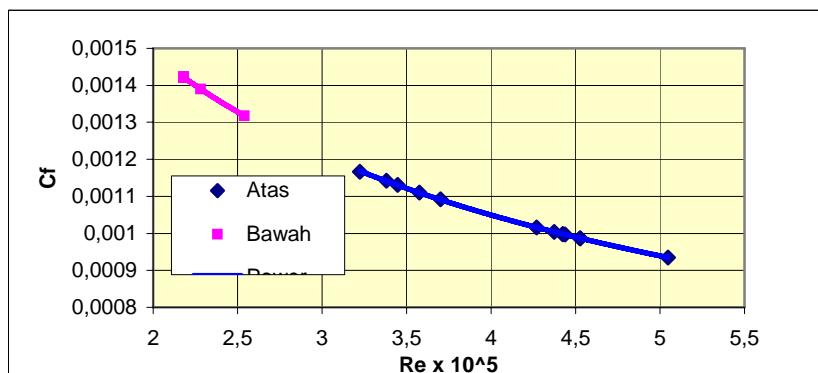
Gambar 11. Untuk sudut serang aerofoil  $10^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tegangan geser tidak mengalami perubahan pada bagian bawa yaitu mulai dari  $Re = 2,2 \times 10^5$  s/d  $Re = 2,75 \times 10^5$ , tetapi untuk bagian atas perubahan koefisien tegangan geser lebih kecil disbanding bagian atas dengan  $Re = 3,1 \times 10^5$  s/d  $4 \times 10^5$ , dimana semakin besar Reynolds harga koefisien tengangan geser semakin kecil hal ini berlawanan dengan koefisien tahanan . Persamaan regresi antara koefisien tegangan geser dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tegangan geser mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar



Gambar 11. Koefisien Tegangan Geser (Cf) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $10^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$0,2474Re^{5,332}$	0,5614	Atas
2	$0,0021Re^{-0,4080}$	0,9999	Bawah

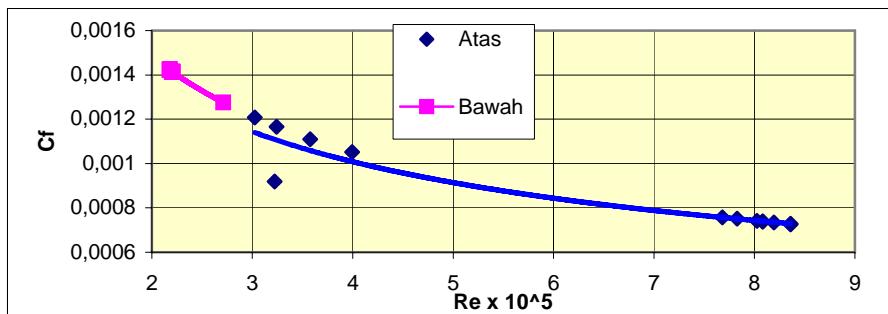
Gambar 12. Untuk sudut serang aerofoil  $15^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tegangan geser mengalami perubahan: pada bagian bawa yaitu mulai dari  $Re = 3,95 \times 10^5$  s/d  $Re = 4,55 \times 10^5$ , tetapi aliran masih aliran laminar. Untuk bagian atas mengalami perubahan koefisien tegangan geser dan mula  $C_f = 0,00026$ , pada daerah  $C_f > 0,00026$  aliran memasuki transisi kemudian mulai  $C_f > 0,0002$  aliran mulai turbulen sampai ujung aerofoil. Terlihat pula semakin besar nilai Reynolds harga koefisien tengangan geser semakin kecil hal ini berlawanan dengan koefisien tahanan . Persamaan regresi antara koefisien tegangan geser dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tegangan geser mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, tetapi pada bagian atas aliran memasuki transisi pada aerofoil  $C_f = 0,00096$  ,serta berubah menjadi aliran turbulen pada  $C_f = 0,0008$ .



Gambar 12. Koefisien Tegangan Geser (Cf) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $15^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$0,0021 Re^{-0,407}$	0,999	Bawa
2	$0,0021 Re^{-0,4068}$	1	Atash

Gambar 13. Untuk sudut serang aerofoil  $20^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tegangan geser mengalami perubahan. Untuk bagian atas dan bawa mengalami perubahan koefisien tegangan geser mulai dari  $C_f = 0,0006$ , s/d  $C_f = 0,00019$  aliran adalah aliran turbulen dari depan sampai ujung aerofoil. Terlihat pula semakin besar nilai Reynolds harga koefisien tengangan geser semakin kecil hal ini berlawanan dengan koefisien tahanan . Persamaan regresi antara koefisien tegangan geser dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tegangan geser mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran turbulen.

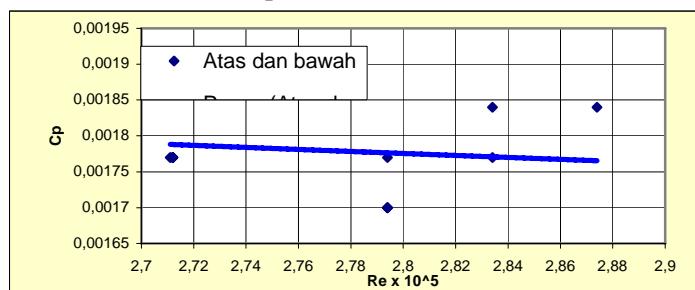


Gambar 13. Koefisien Tegangan Geser (Cf) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $20^\circ$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$0.0019e^{-0.4306}$	0.9097	Atas
2	$0.0021e^{-0.5016}$	0.999	Bawah

### 3. Koefisien Tekanan (Cp) Sebagai Fungsi Bilangan Reynolds

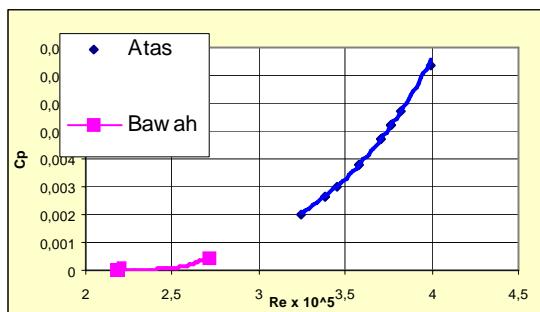
Gambar 14. untuk sudut serang aerofoil  $0^\circ$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tekanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tekanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tekanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji, koefisien tekanan adalah dari:  $C_p = 0.0011282$  s/d  $0.00184$  aliran adalah aliran laminar.



Gambar 14. Koefisien Tekanan (Cp) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $0^\circ$ .

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$0.0022Re^{-0.2187}$	0.0122	Atas
2	$0.0022Re^{-0.2187}$	0.0122	Bawah

Dari Gambar 14. untuk sudut serang aerofoil  $5^\circ$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tekanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tekanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tekanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji, untuk bagian bawa diantara dua aerofoil pada  $C_p < 0.0075$  sedangkan bagian atas  $C_p > 0.0001$  s/d  $0.0005$ . Sedangkan aliran dengan  $Re < 5 \times 10^5$  yaitu laminar terjadi sepanjang aliran diantara dua aerofoil.

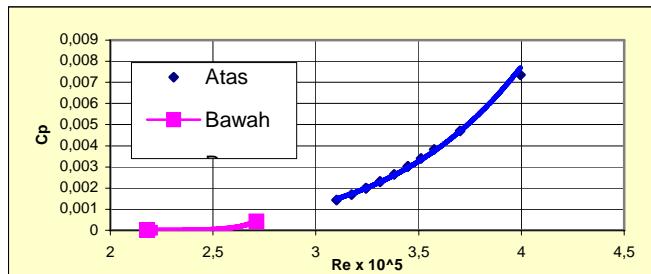


Gambar 14. Koefisien Tekanan (Cp) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $5^\circ$ .

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1E-06Re^{6,2823}$	0,9988	Atas

2	$1E-13Re^{22.137}$	0,6774	Bawah
---	--------------------	--------	-------

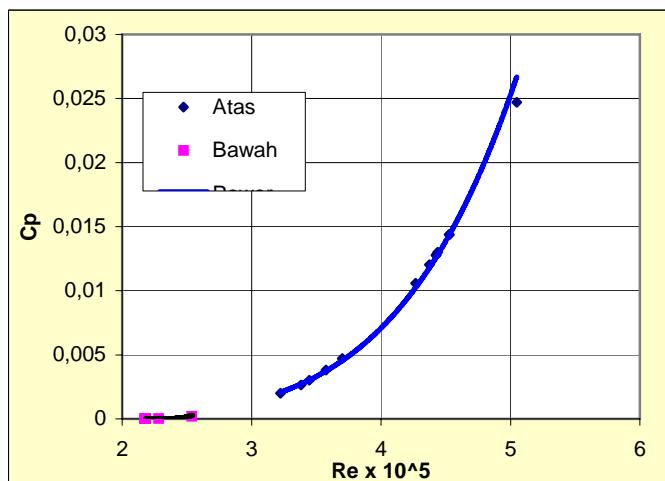
Dari gambar 15. untuk sudut serang aerofoil  $10^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tekanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tekanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tekanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji, bawa tidak terjadi aliran laminer karena  $Re < 5 \times 10^5$  dengan  $C_p = 0.000012$  s/d  $0.0005$  sedangkan pada bagian atas mulai terjadi dengan  $Re > 3,2 \times 10^5$  dengan  $C_p = 0.0015$  s/d  $0.0076$ .



Gambar 15.Koefisien Tekanan ( $C_p$ ) Vs Reynolds ( $Re$ ) dengan sudut serang  $10^0$ .

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$1E-06Re^{6,4786}$	0,9974	Atas
2	$1E-16Re^{28,838}$	0,9726	Bawah

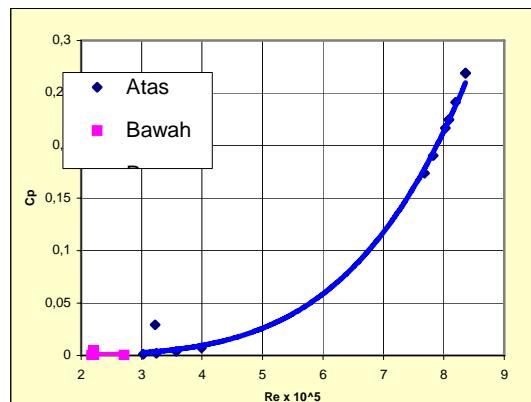
Dari Gambar 16. untuk sudut serang aerofoil  $15^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tekanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tekanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tekanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar, terlihat pula tidak ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji, pada bagian atas terjadi aliran transisi pada titik jarak horizontal aerofoil No.11 s/d No.12 dengan  $C_p = 0.000425$  s/d  $0.0255$  Sedangkan pada bagian terjadi aliran laminer sepanjang permukaan aerofoil .



Gambar 16.Koefisien Tekanan ( $C_p$ ) Vs Reynolds ( $Re$ ) dengan sudut serang  $15^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$3E-06Re^{5,6996}$	0,9999	Atas
2	$1E-19Re^{38,205}$	0,9488	Bawah

Dari Gambar 17. untuk sudut serang aerofoil  $20^0$  terlihat bahwa semakin besar bilangan Reynolds koefisien tekanan juga semakin meningkat. Persamaan regresi antara koefisien tekanan dengan bilangan Reynolds untuk setiap tingkat koefisien tekanan mendekati hubungan persamaan pelat datar untuk daerah aliran laminar dan turbulen, terlihat pula tidak ada perbedaan bagian atas dan bawah diantara aerofoil yang diuji, dimana aliran diantara dua aerofoil untuk kondisi ini seluruh aliran adalah turbulen.



Gambar 17.Koefisien Tekanan (Cp) Vs Reynolds (Re) dengan sudut serang  $20^0$

No	Persamaan regresi	Koef. Korelasi	Keterangan
1	$2E-05Re^{4.4846}$	0,8929	Atas
2	$1E-06Re^{6.9927}$	0.0105	Bawah

## Kesimpulan Dan Saran

### A. Kesimpulan.

1. Korelasi yang cukup besar, (0,95 s/d 0,99) untuk hubungan antara koefisien tahanan ( $C_d$ ); koefisien tekanan ( $C_p$ ) yang berbeda pada permukaan bagian atas dan bagian bawah
2. Pengaruh sudut serang terhadap koefisien tekanan ( $C_p$ ) dimana dengan perubahan sudut serang dari  $0^0$  sampai  $20^0$ , maka bilangan Reynolds meningkat pula yaitu  $Re = 0,4758 \times 10^5$  sampai  $Re = 8,5 \times 10^5$  demikian pula koefisien tekanan meningkat dari  $C_p = 0.0011282$  s/d  $0.00184$ .
3. Gambaran karakteristik aliran bahwa: semakin diperbesar sudut serang aerofoil maka akan terjadinya perubahan pola aliran dari laminer menjadi turbulen pada kecepatan aliran yang sama  $U_o = 40,762$  m/s ditinjau dari Reynolds number yang terbesar terjadi misalnya: untuk sudut serang  $0^0$   $Re$  terbesar adalah  $= 3,654 \times 10^5$  dan sudut  $20^0$   $Re = 6,32 \times 10^5$ .
4. Perbandingan hasil dengan teori yang ada khususnya dengan pelat rata yang dikemukakan dalam beberapa buku, dalam hal ini dapat kita lihat sebagai berikut. Koefisien tahanan ( $C_d = f(Re)$ ). Sebagai perbandingan dari teori dan referensi diperoleh: untuk aliran lamier Blasius ;  $C_d = 1,33 Re^{-0.5}$ , untuk aliran turbulen Blasius ;  $C_d = 0,0742 Re^{-0.2}$  dari hasil penelitian diperoleh untuk sudut serang  $5^0$  bagian atas :  $C_d = 1,3302 Re^{-0.4998}$  dan bawah :  $C_d = 1,379 Re^{-0.466}$ ,untuk sudut serang  $15^0$  bagian atas :  $C_d = 1.3304Re^{-0.4996}$  dan bagian bawah,  $C_d = 11.33Re^{-0.4998}$ .

## Daftar Pustaka

1. Fritz Dietzel, Dakso Sriyono, 1988, Turbin, Pompa dan Kompressor, Erlangga, Jakarta.
2. Fox R. & Winter K.G.,1994, Introduction to Fluid Mechanics, second Edition, John Wolley & Sons, New York.
3. H.W.Liepmann & A.Roshko, 1956, Element Of Gasdynamics, Pasadena, California.
4. Hughes W.F & Brighton J.A., 1991, Fluid Dynamics (Theory And Problem), Second Edition, Scaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, New York, Sydney.
5. James W.Daily & Donald R.F. Harleman, .1966Fluid Dynamics, Addison-Wwesley Publishing Company, Inc.
6. Olson R.M. & Wright S.J, Alex Tri Kantjono Widodo. 1993, Essentials of Engineering Fluid Mechanics (terjemahan), Fith Edition, Harpu & Row Publishers, Inc.
7. Schlichting Hermann, 1979. Boundary-Layer Theory, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
8. Write Frank M., 1991. Viscous Fluid Flow, Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
9. Write Frank M., 1994. Fluid Mechanics, Third Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York..