

**ALIRAN BENDALIR SEKELILING HIDROFOIL DENGAN MENGGUNAKAN
KAEDAH SIMULASI**


MOHD HISHAMUDDIN BIN DAUD

**Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

APRIL 2007

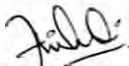
“Saya akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal Bendalir).”

Tandatangan : 

Nama Penyelia : EN. SHAMSUL BAHARI BIN AZRAAI

Tarikh : 8-5-2007

“Saya mengakui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : 

Nama Penulis : Mohd Hishamuddin bin Daud

Tarikh : 8-5-2007

Terima kasih saya ucapkan kepada keluarga yang tersayang kerana
selama ini menyokong penuh perjuangan saya
sepanjang saya berada di Universiti.

Tidak lupa juga kepada Penyelia dan juga staf-staf UTeM
yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam membantu saya dalam
menyiapkan
Projek Sarjana Muda ini.
TERIMA KASIH SEMUA.

PENGHARGAAN

Di sini, saya ingin merakamkan jutaan terima kasih dan penghargaan kepada En. Shamsul Bahari bin Azraai yang telah banyak membantu dan memberi tunjuk ajar kepada saya dalam menyiapkan projek ini, juga sebagai penyelia di sepanjang proses penyelidikan projek ini.

Juga jutaan terima kasih kepada semua staf akademik dan bukan akademik Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Universiti Teknikal Malaysia Melaka yang telah banyak memberi kerjasama dan sokongan sama ada secara langsung atau tidak langsung untuk memperkemas dan melancarkan perjalanan projek ini. Juga penghargaan dan terima kasih saya ucapkan kepada semua rakan-rakan diatas kerjasama dan tunjuk ajar yang telah diberikan sewaktu saya menjayakan projek ini.

Diharap kerjasama dari semua pihak dapat dikekalkan agar matlamat penyelidikan dan penghasilan benda-benda baru untuk masa hadapan dapat dicapai dan seterusnya memastikan Universiti Teknikal Malaysia Melaka terus Cemerlang, Gemilang dan Terbilang.

ABSTRACT

The analysis of a hydrofoil according to its lift force and drag force that has acted on the hydrofoil body, as its body is tested under the flow of water with a certain velocity and Reynolds number values. As the analysis expands, the analysis on its pressure distribution also being done to the body. The purpose of this analysis is to decrease the drag force as to increase the lift force. The method that is used in the analysis is through a computer simulation. In this analysis, it will be categorized into 5 different cases. All 5 cases use 3 different types of Reynolds number that is 6.3×10^6 , 49.4×10^6 and 98.7×10^6 . The first case has been done with an angle of attack 7° , the second case with an angle of attack 14° , the third case with an angle of attack 20° , the fourth case with an angle of attack 35° and for the fifth case uses an angle of attack of 50° . In each of these cases it will be divided and differentiated into each category based on its angle of attack, the velocity of fluid flows and its Reynolds number. This 2-D simulation will use a computational fluid dynamic ANSYS CFX. The result from the analysis that has been done at an angle of attack 35° with a velocity of 94.4 m/s, it shows the optimum operational point. So, with the solving method to use a CFX program is the best method to be used as this will help in designing a new product and help to save cost, time and energy.

ABSTRAK

Di dalam kertas kajian ini, analisis terhadap hidrofoil mengenai daya angkat dan daya seretan yang bertindak ke atasnya apabila aliran air melaluinya dengan halaju dan nombor Reynold yang tertentu dan mengkaji tentang taburan tekanan di sekeliling nya. Tujuan kajian ini ialah untuk mengurangkan daya seretan dan meningkatkan daya angkat. Kaedah yang akan digunakan adalah melalui simulasi komputer. Dalam kajian ini analisis akan dilakukan dalam lima kes yang berbeza. Kelima-lima kes menggunakan tiga jenis nombor Reynolds iaitu 6.3×10^6 , 49.4×10^6 dan 98.7×10^6 . Kes pertama dengan sudut dongak 7° , kes kedua sudut dongak 14° , kes ketiga sudut dongak 20° , kes keempat sudut dongak 35° dan kes kelima sudut dongak 50° . Dalam kes ini, perbandingan akan dilakukan berdasarkan sudut dongak, halaju aliran bendalir dan nombor Reynold. Kaedah simulasi 2 dimensi ini akan menggunakan kod dinamik bendalir berkomputer iaitu ANSYS CFX. Hasil daripada perbandingan keputusan yang diperolehi didapati pada sudut dongak 35° dan halaju 94.4 m/s adalah optimum semasa pengoperasiannya. Dengan menggunakan kaedah CFD untuk menjangkakan sesuatu keputusan adalah satu kaedah yang terbaik sebelum mereka bentuk sesuatu produk kerana ia dapat mengelakkan pembaziran dari segi masa, kos dan tenaga.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGHARGAAN	v
	ISI KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI JADUAL	xiii
	TATANAMA	xiv
	TATATANDA	xv
	SINGKATAN	xv
	ABSTRACT	vi
	ABSTRAK	vii
1	Pengenalan	1
1.1	Pengenalan	1
	1.1.1 Konsep Hidrofoil	3
	1.1.2 Aplikasi Hidrofoil	3
1.2	Daya Aerodinamik	4
	1.2.1 Daya Seret dan Daya Angkat	4
1.3	Sudut Dongak	5
1.4	Jenis-jenis Aliran	6
	1.4.1 Aliran Laminar dan Aliran Gelora	6
1.5	Objektif	7
1.6	Skop Kajian	8

2	KAJIAN ILMIAH	9
2.1	Pengenalan	9
2.2	Computational Fluid Dynamic (CFD)	9
	2.2.1 Kaedah berdiskrit	10
2.3	Model Laminar	12
2.4	Kajian Ilmuan	12
	2.4.1 Kajian 1	13
	2.4.2 Kajian 2	16
3	METHODOLOGI	17
3.1	Pengenalan	17
3.2	ANSYS CFX	17
3.3	Penyataan Masalah	18
3.4	Geometri Model	19
	3.4.1 Jejaring	22
	3.4.2 Keadaan Sempadan	26
	3.4.3 Solver	30
	3.4.4 Post processor	33
4	KEPUTUSAN DAN CADANGAN	35
4.1	Keputusan dari simulasi	36
4.2	Perbincangan	37
	4.2.1 Perbandingan nilai pekali seretan dan pekali angkat	37
	4.2.2 Analisis gambarajah	38

4.2.3	Profil halaju (sudut dongak 35° dengan halaju 94.4 m/s)	38
4.2.4	Tekanan	40
4.3	Analisis graf	41
5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Cadangan pada masa hadapan	45
	RUJUKAN	46

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Pinggir depan, pinggir mengekor dan garis perentas pada hidrofoil	2
1.2	Bentuk geometri hidrofoil (Mutchkle, Gerbetha Albrechth dan Grundmann, 2005)	2
1.3	Diagram hidrofoil	3
1.4	Penggunaan hidrfoil pada 'Craft Olympia'	4
1.5	Daya angkat pada hidrofoil	5
1.6	Daya seret pada hidrofoil	5
1.7	Sudut dongak pada hidrofoil	6
1.8	Taburan tekanan melawan sudut dongak	6
1.9	(a) aliran laminar (b) aliran gelora	7
2.1	Analisis terhadap hidrofoil dengan menggunakan kaedah simulasi (CFD) (Wu, Uttukar dan Shyy, 2003)	11
2.2	Variasi kecerunan lengkung daya angkat dan sudut sifar daya angkat dengan nombor Reynold untuk hidrofoil bidang 10	14
2.3	(a) Kedalaman tenggelam 0.84 perentas (b) Kedalaman tenggelam 3.84 perentas. Variasi pekali daya seret hidrofoil nisbah bidang 10 dengan laju untuk pekali daya angkat sekata	15
3.1	5 Modul perisian	17
3.2	Hidrofoil dengan satu inlet dan satu outlet	19
3.3	Geometri hidrofoil	21

3.4	(a) Model hidrofoil	21
	(b) Pandangan isometri	
3.5	Menetapkan keadaan sempadan	22
3.6	Kaedah jejaring	23
3.7	Extruded periodic pair	23
3.8	Inflated Boundary layer	24
3.9	Model setelah Inflated Boundary layer	24
3.10	Face spacing	25
3.11	Generate surface mesh	25
3.12	(a) Model yang dibuat jejaring	26
	(b) Model yang di zum	
3.13	Ikon 'Domain'	26
3.14	Nilai untuk air laut	27
3.15	Data untuk suhu bendalir	28
3.16	Data untuk material hidrofoil	28
3.17	Model dalam CFX-Pre	29
3.18	Keadaan sempadan	29
3.19	Solver control	30
3.20	Define run	31
3.21	RMS residual plot	31
3.22	Data air laut dari solver control	32
3.23	Data Low Alloy Steel air laut dari solver control	32
3.24	(a) Rangkap arus halaju	33
	(b) Vektor halaju	
3.25	'Function calculator' yang digunakan untuk menentukan daya	34
4.1	(a) Sudut dongak 50°	38
	(b) Sudut dongak 35°	
4.2	Kontur tekanan	40
4.3	Graf sudut dongak lawan daya	41
4.4	Graf sudut dongaklawan daya	42
4.5	Graf sudut dongak lawan daya	43

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
4.1	Keputusan	36

TATANAMA

V	Halaju
A	Luas permukaan
C_L	Pekali daya angkat
C_D	Pekali daya seretan
L	Panjang perentas .
L_S	Jarak diantara foil buritan dengan pusat gravity
L_B	Jarak diantara foil busur dengan pusat gravity
L_H	Panjang geronggang gelombang belakang foil busur.
L_F	Jarak diantara foil
Y	Daya angkatan
R	Daya seretan.
Y_B	Daya ankat pada foil busur
Y_S	Daya angkat pada foil buritan
R	Daya seretan.
Z	Sisihan lambung

TATATANDA

Φ	Sisihan kecerunan
α_{UP}	Purata sudut upwasy
μ	Kelikatan bendalir
ρ	Ketumpatan jisim air

SINGKATAN

CFD	Computational Fluid Dynamics
2-D	2 Dimensi
3-D	3 Dimensi

BAB 1

ALIRAN BENDALIR SEKELILING HIDROFOIL DENGAN MENGGUNAKAN KAEDAH SIMULASI

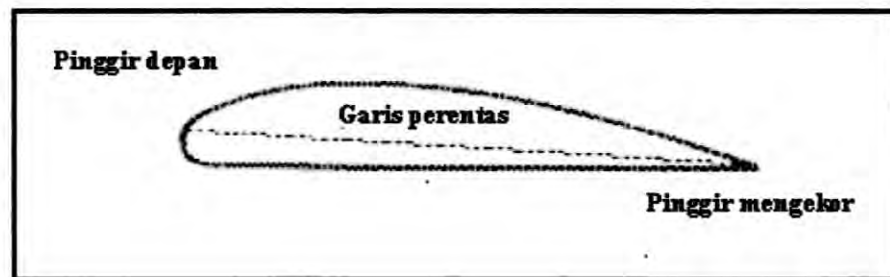
1.1 Pengenalan

Airfoil dan hidrofoil berfungsi dalam bendalir dengan prinsip yang berbeza pada ketumpatan dan kelikatan, berdasarkan sifat-sifat yang di nyatakan oleh konsep nombor Reynolds. Walaupun ianya benar, nilai untuk data aerodinamik sudah pun dijumlahkan supaya menjadi mudah untuk mencari atau mengagak sifat-sifat pada hidrofoil.

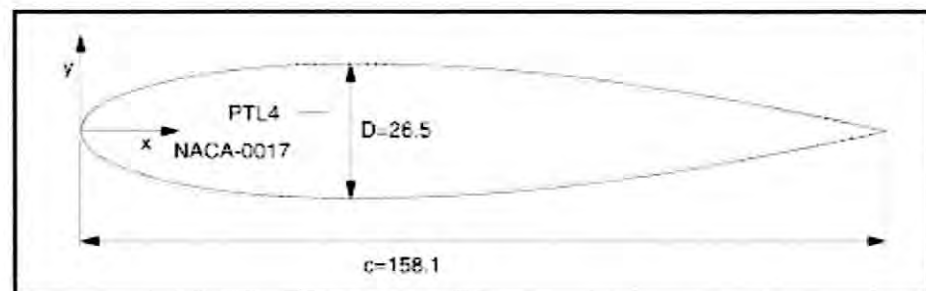
Bagaimanapun airfoil umumnya beroperasi dalam ruang yang tak terbatas, manakala hidrofoil pula memerlukan ruang yang terhad untuk beroperasi iaitu dalam berhampiran permukaan air. Perbezaan prinsip dan aplikasi antara airfoil dan hidrofoil merupakan satu sempadan ataupun had. Dalam kawasan-kawasan yang terbatas seperti pelabuhan cetek, carnals dan ruang tunda, sempadan lain adalah wujud di sebalik permukaan air iaitu di bahagian bawah dan tepi. Secara semulajadinya sempadan atau batasan ini juga mempengaruhi sifat-sifat sesuatu hidrofoil dan pengaruhnya mestilah diterjemahkan dalam urutan untuk menggunakan data aerodinamik dalam mengagak sifat-sifat hidrofoil didalam keadaan tersebut. Sebagai tambahan daripada pengaruh pantulan untuk bahagian bawah dan tepi , had kedalaman air telah membataskan kelajuan penyebaran untuk pembalikan gelombang yang dihasilkan oleh hidrofoil. Penukaran dalam aliran ini menyebabkan sifat-sifat apungan dan seretan menjadi berbeza pada kelajuan yang berlainan. Dalam kajian teori berdasarkan pengkaji-pengkaji

yang lepas dan kaedah yang akan digunakan untuk menganalisa aliran sekeliling hidrofoil bagi menentukan daya seretan, daya angkat dan taburan tekanan disekeliling hidrofoil.

Hidrofoil adalah sayap yang beroperasi di dalam air, dimana ia digunakan pada bot atau kapal. Hidrofoil akan menyebabkan kelajuan bot akan bertambah dan dapat mengurangkan penggunaan tenaga untuk menggerakkan bot tersebut, hidrofoil akan menyebabkan badan kapal terangkat dari permukaan air dan foil nya sahaja akan berada di dalam air. Dengan terangkatnya badan kapal dari permukaan air maka daya seretan dapat dikurangkan dan daya seretan hanya bertindak pada foil sahaja. Hidrofoil akan menghasilkan daya apungan apabila ia berada di dalam air sahaja , jika foil tersebut terkeluar daripada air maka ia boleh menyebabkan kapal atau bot tersebut terbalik. Hidrofoil mestilah beroperasi pada kedalaman yang tetap di dalam air. Sudut dongak pada hidrofoil dan bentuk geometrinya merupakan elemen yang penting untuk mengoptimalkan kecekapan dan kestabilan pada hidrofoil semasa pengoperasiannya.



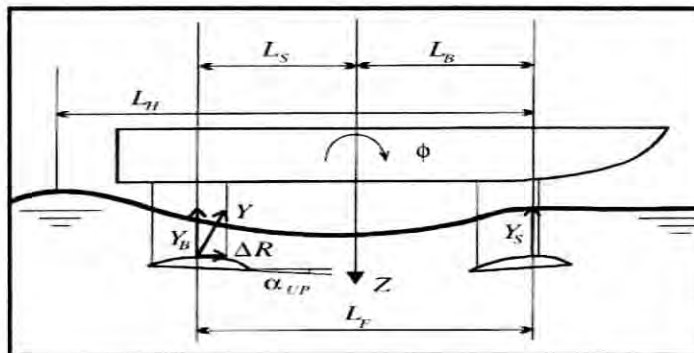
Rajah 1.1: Pinggir depan 'leading edge', pinggir mengekor 'trailing edge' dan garis perentas 'chord line' pada hidrofoil. (<http://www.wikipedia.org>)



Rajah 1.2: Bentuk geometri Hidrofoil (Mutschke, Gerbetha, & Grundmann, 2005)

1.1.1 Konsep hidrofoil

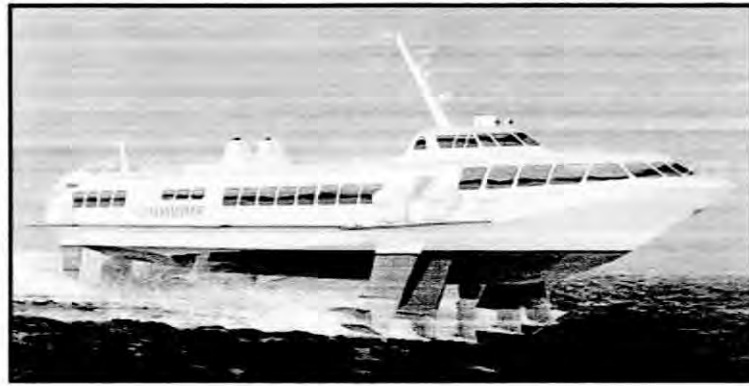
- i) Pada halaju rendah badan kapal terletak di atas permukaan air dan hidrofoil akan tenggelam sepenuhnya di dalam air.
- ii) Apabila halaju kapal ditingkatkan, maka hidrofoil akan menghasilkan daya angkat
- iii) Pada kelajuan yang tertentu, daya angkat yang dihasilkan oleh hidrofoil bersamaan dengan jumlah berat kapal . Maka badan kapal akan terangkat daripada permukaan air.



Rajah 1.3: Diagram hidrofoil.[7]

1.1.2 Aplikasi hidrofoil .

Penggunaan hidrofoil pada masa sekarang semakin meluas dalam dunia pelayaran. Penggunaanya pada bot dapat memberikan kestabilan kepada bot tersebut dan secara langsung memberi keselesaan kepada penumpang, menjimatkan masa dan kos operasi .



Rajah 1.4: Penggunaan hidrofoil pada 'Craft Olympia'. [7]

1.2 Daya Aerodinamik.

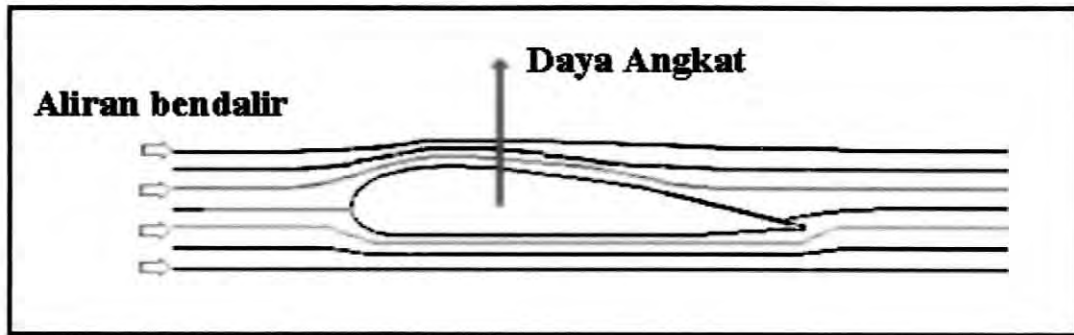
1.2.1 Daya seret dan daya angkat

Daya seret adalah daya yang menentang pergerakan objek pepejal yang melalui bendalir. Seretan disebabkan oleh daya seretan, dimana bertindak pada arah selari dengan permukaan objek, ditambah pula dengan daya angkat dimana bertindak pada arah 90° dengan permukaan objek. Untuk objek pepejal yang bergerak melalui bendalir, seretan adalah hasil jumlah daya aerodinamik atau hidrodinamik di dalam arah aliran bendalir pada bahagian luar (daya yang bersudut tepat dengan arah ini dikenali sebagai apungan.) oleh sebab itu daya yang bertindak bertentangan dengan pergerakan objek dan kuasa pada kenderaan itu disebabkan oleh tujahan. Daya apungan terdiri daripada hasil jumlah daya dinamik bendalir pada badan yang bersudut tepat dengan arah aliran luar yang mendekati badan (objek) itu.

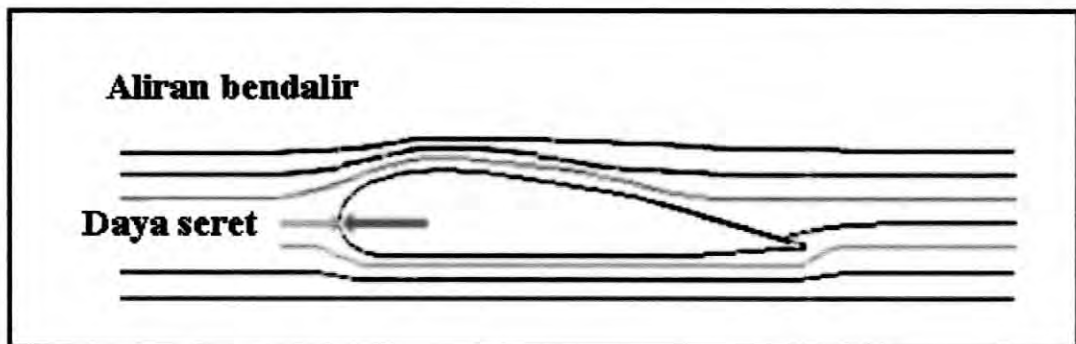
Daya angkat dan daya seretan di nyatakan seperti persamaan yang berikut :

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_L \quad (1.1)$$

$$D = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_D \quad (1.2)$$



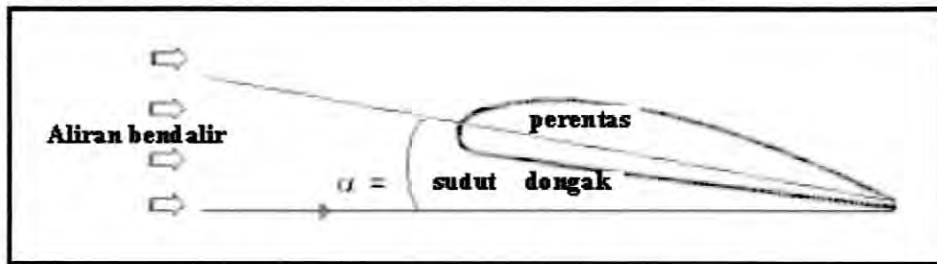
Rajah 1.5: Daya angkat pada hidrofoil [11]



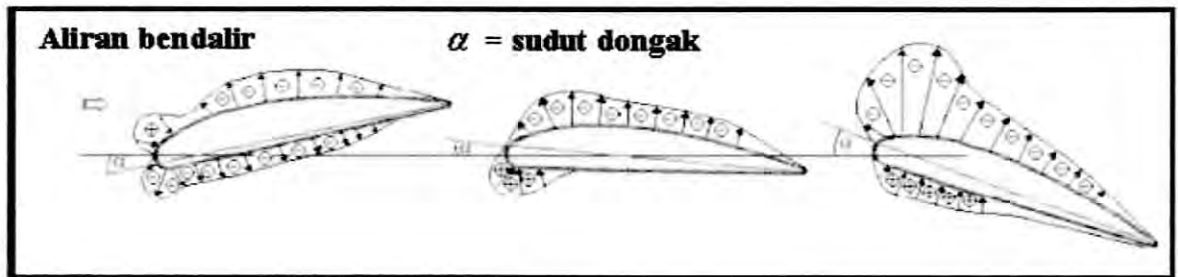
Rajah 1.6: Daya seret pada hidrofoil [11]

1.3 Sudut Dongak

Daya angkat terhasil daripada pergerakan bendalir yang berlaku di sekeliling Foil. Tetapi daya angkat boleh dioptimumkan dengan mengambil kira kedudukan hidrofoil pada setiap sudutnya (yang berkaitan dengan arah bendalir yang datang) dikenali juga sebagai sudut dongak.



Rajah 1.7: Sudut dongak pada hidrofoil.[11]



Rajah 1.8: Taburan tekanan melawan sudut dongak.[11]

1.4 Jenis-jenis aliran

1.4.1 Aliran laminar dan aliran gelora.

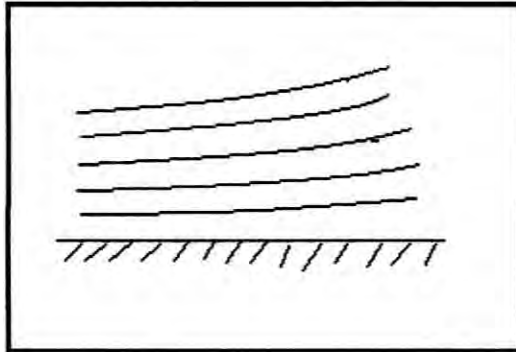
Aliran bendalir dibahagikan kepada dua jenis iaitu aliran laminar dan gelora. Kejadian ini boleh di lihat pada aliran air di dalam sungai, aliran asap rokok dan lain-lain lagi. Aliran laminar, lapisan bendalirnya sekata dengan kata lain halaju bendalir sama pada setiap titik atau ruang di dalam bendalir tersebut. Aliran gelora, dimana pergerakan elemen bendalirnya adalah tidak sama dan berliku-liku. Rajah 1.9 menunjukkan perbezaan diantara aliran laminar dan aliran gelora.

Contohnya di dalam paip bulat, aliran laminar adalah $Re \leq 2300$ manakala aliran gelora pula $Re \geq 4000$ dan diantaranya pula dikenali sebagai fasa peralihan dimana terjadinya pertukaran aliran laminar ka aliran gelora. Nombor Reynolds adalah

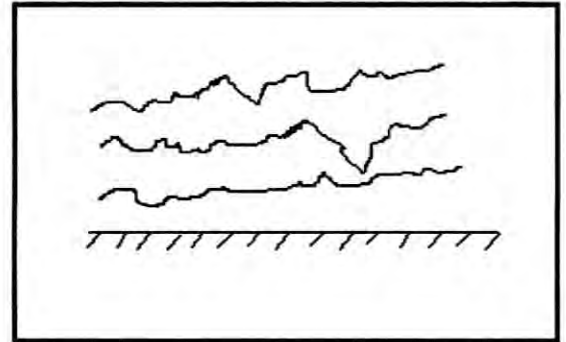
parameter yang digunakan untuk menentukan aliran di dalam paip sama ada ia aliran laminar, gelora atau pun peralihan.

Formula: -

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu} \quad (1.3)$$



(a)



(b)

Rajah 1.9: (a) Aliran laminar (b) Aliran gelora

1.5 Objektif .

Objektif utama kajian ini ialah untuk menentukan daya angkat dan daya seret pada nombor Reynold dan sudut dongak yang berbagai pada hidrofoil. Perisian ANSYS CFX-10 digunakan untuk simulasi pada hidrofoil untuk mengoptimumkan kecekapan pengoperasian hidrofoil dengan mengurangkan daya seretan dan meningkatkan daya angkat. Selain daripada itu, analisis taburan tekanan di sekeliling hidrofoil juga akan di kaji.

1.5 Skop kajian

- Memahami daya prestasi aerodinamik pada hidrofoil.
- Mereka bentuk geometri menggunakan kod dinamik bendalir berkomputer.
- Simulasi aliran air sekeliling hidrofoil pada sudut tuju dan halaju jejurus bebas yang berlainan.
- Analisis tekanan dan halaju di sekeliling hidrofoil.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Dalam kajian ini objektif nya ialah untuk membuat simulasi terhadap hidrofoil dengan menggunakan kod dinamik bendalir untuk mengoptimakan kecekapan pengoperasian hidrofoil dengan mengurangkan daya seret dan meningkatkan daya angkat. Dalam bahagian ini, akan diterangkan tentang kajian yang dibuat oleh pengkaji-pengkaji yang lepas mengenai tajuk ini dan kaitan kaedah yang digunakan.

2.2 Computational Fluid Dynamics

Computational Fluid Dynamics adalah satu kaedah penggunaan komputer untuk menyelesaikan masalah pengaliran bendalir. Penggunaan komputer berkelajuan tinggi ini memberikan satu kelebihan kepada perekabentuk dan pengkaji. Pembangunan teknologi dalam bidang ini banyak menyelesaikan masalah yang sebelum ini tidak dapat diselesaikan. Rekabentuk melalui kaedah CFD banyak memberi kelebihan daripada membuat kajian dalam makmal ataupun bengkel. Antara kelebihannya ialah dapat menjimatkan: