

**KESAN AERODINAMIK PADA STRUKTUR SOKONGAN A (A-PILLAR)**

**NORIRMAN B. MANSOR  
B040310194**

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**MEI 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 (Automotif)

Tandatangan : Muhammad  
Nama Penyelia 1 : METRO FADLI BIN ABIDULLAH  
Tarikh : 4/5/07

Tandatangan : Dr. -  
Nama Penyelia 2 : Mohd Rody 6. Mohamad Zia  
Tarikh : 4/5/07

KESAN AERODINAMIK PADA STRUKTUR SOKONGAN A (A-PILLAR)


NORIRMAN B. MANSOR  
B040310194

Laporan ini diserahkan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2007

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang setiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : ..........  
Nama Penulis : NURIKMAN B. MANJIB  
Tarikh : 04/05/2007

## PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah S.W.T , Tuhan yang Menguasai seluruh alam. Alhamdulillah, dengan izin dan berkatNya dapat saya menyiapkan kertas kerja ini dan sesungguhnya tanpa bantuan dariNya saya takkan mampu ke tahap ini. Ia merupakan suatu kesinambungan kepada usaha yang tak pernah henti dan semangat juang yang tinggi.

Pertama sekali, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Penyelia 1 kertas kerja ini iaitu Encik Fazli bin Abdollah dan Encik Rody selaku Penyelia ke 2 yang sentiasa memberi panduan dan tunjuk ajar kepada saya sepanjang melaksanakan kajian atau tesis ini. Setiap nasihat dan teguran dari mereka amat saya hargai.

Seterusnya tidak lupa kepada Encik Mohd Kamal di atas bantuan yang beliau berikan bagi membimbing saya menyiapkan kertas kerja ini khususnya sumbangan ilmu darinya dalam bidang aerodinamik. Berkat usaha dan bantuan beliau saya akhirnya berjaya menyiapkan kertas kerja ini.

Setinggi-tinggi penghargaan juga buat juruteknik dan rakan-rakan yang banyak membantu sepanjang perjalanan melaksanakan kajian ini. Sesungguhnya bantuan dari anda semua akan saya kenang sepanjang hayat saya.

Kepada sesiapa yang tidak saya nyatakan di sini, penghargaan terhadap anda sentiasa di lubuk hati. Saya telah mencuba sebaik yang mungkin untuk menyiapkan kertas kerja ini. Sesungguhnya jasa baik anda semua tidak dapat saya balas dan hanya terima kasih yang mampu saya berikan. Semoga Allah Merahmati kalian semua. Terima kasih.

## ABSTRAK

Kertas kerja ini ialah kajian berkenaan kesan aerodinamik pada struktur sokongan A (A-Pillar) bagi kenderaan. Struktur sokongan A (*A-Pillar*) kenderaan merupakan geometri yang condong yang terdapat pada badan kenderaan. Namun begitu tidak ramai yang mengetahui bahawa bentuk yang condong ini mempengaruhi prestasinya sama ada dari segi prestasi aerodinamik mahupun prestasi keseluruhan kenderaan. Dalam kertas kerja ini, kajian dilakukan menggunakan satu kaedah iaitu ujian terowong angin (*wind tunnel*). Kajian dilakukan terhadap model struktur sokongan A (*A-pillar*) yang ringkas beskala 1:15. Ujian dilakukan untuk melihat pembentukan vorteks dan taburan tekanan pada permukaan cemin hadapan kenderaan. Semasa sesi ujian terowong angin, pembentukan vorteks dapat dilihat pada pergerakan benang yang dilekatkan pada kedua-dua bahagian kiri dan kanan struktur sokongan A (*A-pillar*). Pergerakan benang yang bergelora dan berpusar menunjukkan kewujudan vorteks pada bahagian tersebut. Dalam eksperimen ini juga, nilai tekanan yang berbeza dicatatkan pada permukaan berbeza bagi cermin hadapan kenderaan pada struktur sokongan A (A-Pillar). Perbezaan nilai tekanan ini menyumbang kepada perbezaan nilai pekali tekanan,  $C_p$  yang turut dipengaruhi oleh halaju sebenar.



## ABSTRACT

This paperwork is about the research of the aerodynamic effects on the A-Pillar. Vehicle's A-Pillar is a slant part on the vehicle's body. Although, people didn't know that the slant of shape for the A-Pillar influences vehicle's performance not only to the aerodynamic performance but also to the total performance of the vehicle. In this paperwork, research had done using one method which is using the wind tunnel. Research had done on the simple model of A-Pillar which has been scale on 1:15 from the real A-Pillar. Testing has two main objectives. These are to see the vortices occur on the side of A-Pillar and pressure distribution on windshield. In the testing session, the formation of vortices at A-Pillar can be see by the movement of the yarn attach on both sides of A-Pillar. The turbulence movement show that vortices occur at this section. From the experiment also, different pressure detected at the different faces of windshield at vehicle's A-Pillar. This different contributes to the different value of coefficient of pressure,  $C_p$  which is also influence by the actual velocity of air.

## KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	JUDUL	i
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI RAJAH	ix
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI SIMBOL	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
<b>1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1</b>
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Objektif	3
	1.3 Penyataan Masalah	3
	1.4 Skop Kajian	3
<b>2</b>	<b>Kajian Kepustakaan</b>	<b>5</b>
	2.1 Faktor-Faktor Aerodinamik	5
	2.1.1 Garis arus	6
	2.1.2 Agihan Halaju	6
	2.1.3 Aliran Lamina	7



## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	JUDUL	i
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI RAJAH	ix
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI SIMBOL	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
<b>1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1</b>
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Objektif	3
	1.3 Penyataan Masalah	3
	1.4 Skop Kajian	3
<b>2</b>	<b>Kajian Kepustakaan</b>	<b>5</b>
	2.1 Faktor-Faktor Aerodinamik	5
	2.1.1 Garis arus	6
	2.1.2 Agihan Halaju	6
	2.1.3 Aliran Lamina	7

2.1.4 Aliran Gelora	8
2.1.5 Kelikatan	8
2.1.6 Nombor Reynolds, Re	9
2.1.7 Lapisan sempadan	10
2.1.8 Geseran Kulit	11
2.1.9 Tekanan dinamik	12
2.1.10 Prinsip Bernoulli's	13
2.1.11 Tiub pitot	16
2.1.12 Pekali Tekanan	17
2.2 Mengurangkan Daya Seretan Bagi Kenderaan Masa Hadapan	18
2.2.1 Rintangan Seretan	18
2.2.1.1 Inspirasi dan Matlamat	20
2.2.2 Mengurangkan seretan kenderaan	22
2.2.2.1 Bentuk badan kenderaan	22
2.2.2.2 Cermin pandangan belakang	25
2.2.2.3 Bawah badan kenderaan	27
2.2.2.4 Sistem Penyejukan	30
2.2.2.5 Penutup rerumah	33
2.3 Pengukuran Tekanan Pada Cermin Pandangan Sisi Belakang kenderaan	37
2.3.1 Prosedur dan Peralatan	38
2.3.2 Keputusan dan Perbincangan	41
2.4 Pengurangan Daya Seretan Oleh Kawalan Aktif Bagi Pemecahan Vorteks Pada Geometri Kereta Ringkas	48
<b>3 KAEDAH KAJIAN</b>	<b>52</b>
3.1 MP 130D Subsonic Wind Tunnel	52
3.1.1 Huraian Umum	53

3.1.2	Data Teknikal	54
3.1.3	Pembinaan Model Ringkas struktur sokongan A (A-Pillar)	55
3.1.4	Ujian Aliran Udara pada Model Ringkas Struktur Sokongan A (A-Pillar)	55
3.1.4.1	Prosedur Ujian	56
3.1.5	Ujian Taburan Tekanan Pada Permukaan Hadapan Model Ringkas Struktur Sokongan A (A-Pillar)	57
3.1.5.1	Prosedur Ujian	59
<b>4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>61</b>
4.1	Pembentukan Vorteks Pada Cermin Hadapan Kenderaan	62
4.2	Pengukuran Taburan Tekanan ( <i>Pressure Distribution</i> )	63
4.2.1	Keputusan taburan tekanan	63
4.2.2	Pekali tekanan, $C_p$	64
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>73</b>
	RUJUKAN	75
	LAMPIRAN	78
	Lampiran A	78
	Lampiran B	79
	Lampiran C	80
	Lampiran D	81
	Lampiran E	82

## SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1	Gambaran Garis Arus	6
2	Agihan Halaju bagi Bendalir	7
3	Aliran Lamina bagi Bendalir	7
4	Aliran Gelora bagi Bendalir	8
5	Gambaran Kelikatan Bendalir	9
6	Lapisan Sempadan	10
7	Graf Pekali Geseran Kulit terhadap Nombor Reynolds	12
8	Penurunan Tekanan dalam Bendalir (Prinsip Bernoulli's)	13
9	Perbezaan Halaju Bendalir pada Diameter Tiub yang Berbeza	13
10	Kesan Perbezaan Tekanan dan Halaju pada Kerajang Udara ( <i>aerofoil</i> )	14
11	Kesan Perbezaan Tekanan dan Halaju terhadap Jasad yang Berputar	15
12	Tiub Pitot	16
13	Aliran Udara bagi Sebuah Kereta	18
14	Perubahan Seretan dan Olgan Mengikut Pertambahan Halaju	19
15	Perubahan Pekali Seretan Mengikut laju	21
16	Aliran Gelora dan Aliran Pemisah Yang Wujud Pada Kenderaan	23
17	Arus Yang Terbentuk Di Belakang Kereta	24
18	Keracak Yang Terhasil Pada Cermin Pandangan Sisi belakang	25
19	Kenderaan Masa Kini Yang Dilengkapi Kamera di luar dan	26

	Skrin di Dalam	
20	Aliran di Bawah Badan Kereta	27
21	Honda NSX yang Ditutup Panel pada Bahagian Bawah Badan	29
22	Bahagian Bawah Kereta Audi A8	29
23	Sistem Penyejukan Dalam (Mercedes Benz)	31
24 (a)	Aliran Udara Kuat dan Berkadaran dengan Putaran Roda	34
24 (b)	Aliran Udara pada Roda	34
25	Saiz Tayar yang Berbeza bagi Kereta VW Lupo 3L	35
26	Roda Hadapan Kereta Audi A8	36
27	Skematik bagi Persediaan Pengukuran Tekanan	39
28	Persediaan Cermin Pandangan Sisi Belakang dengan Model Suku Kereta Ford di dalam Seksyen Ujian Terowong Angin RMIT	40
29	Skala dan Koordinasi pada Permukaan Cermin	42
30	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Min $C_p$ , Halaju pada 60 km/j	43
31	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Turun Naik $C_p$ rms, Halaju pada 60 km/j	43
32	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Min $C_p$ , Halaju pada 80 km/j	44
33	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Turun Naik $C_p$ rms, Halaju 80 km/j	44
34	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Min $C_p$ , Halaju pada 100 km/j	45
35	Variasi Tekanan Turun Naik $C_p$ rms terhadap Permukaan Cermin, pada Halaju 100 km/j	45
36	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Turun Naik $C_p$ rms, Halaju pada 100 km/j	46



37	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Min $C_p$ , Halaju pada 120 km/j	46
38	Variasi Tekanan Turun Naik $C_p$ rms terhadap Permukaan Cermin, pada Halaju 120 km/j	47
39	Plot Kontur bagi Pekali Tekanan Turun Naik $C_p$ rms, Halaju pada 120 km/j	47
40	Geometri Ringkas Bahagian Hadapan Kereta Dengan Cermin Hadapan Bersudut $30^\circ$	50
41	Kaedah Kawalan Aktif dengan Tiupan atau Sedutan di Sepanjang Bahagian Sisi Cermin Hadapan	50
42	Zon Pusaran Ditunjukkan oleh Permukaan Iso bagi Halaju Lintang Negatif. Pandangan Sisi. Tanpa Kawalan. $V_c = 0$	51
43	Zon Pusaran Ditunjukkan oleh Permukaan Iso bagi Halaju Lintang Negatif. Pandangan Sisi. Dengan Tiupan. $V_c = +V_o$	51
44	Terowong Angin (MP 130D Subsonic Wind Tunnel)	52
45	Model Ringkas yang Dilekatkan dengan Benang	56
46	Kedudukan Tiub Pengukur Tekanan (Pressure Tapping) pada Model	58
47	Kedudukan Model bagi Ujian Taburan Tekanan	58
48	Perjalanan Proses Ujikaji	60
49	Model Ringkas Struktur Sokongan A (A-Pillar) yang Sedang Diuji	62
50	Taburan Tekanan pada Model Ringkas Struktur Sokongan A	70
51	Taburan Nilai Pekali Tekanan, $C_p$ pada Model Ringkas Struktur Sokongan A	71
52	Graf Pekali Tekanan, $C_p$ melawan panjang, l Garisan Tengah	72



**SENARAI JADUAL**

<b>NO. JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.1	Data Teknikal Terowong Angin	54
4.1	Taburan Tekanan Pada Setiap Titik Tiub Pengukur Tekanan	63

## SENARAI SIMBOL

$F$	<i>daya likat bendalir</i>
$\mu$	<i>pekali kelikatan</i>
$V_{\infty}$	<i>halaju bendalir</i>
$h$	<i>jarak pemisah</i>
$A$	<i>luas</i>
$Re$	<i>nombor Reynolds</i>
$\rho$	<i>ketumpatan bendalir</i>
$V$	<i>halaju</i>
$L$	<i>panjang</i>
$C_f$	<i>pekali geseran kulit</i>
$\tau$	<i>rintangan geseran</i>
$p$	<i>tekanan statik setempat</i>
$V_A$	<i>halaju pada A</i>
$V_B$	<i>halaju pada B</i>
$P_A$	<i>tekanan pada A</i>
$P_B$	<i>tekanan pada B</i>
$P_{total}$	<i>tekanan jumlah</i>
$P_{\infty}$	<i>tekanan statik</i>
$C_p$	<i>pekali tekanan</i>
$D$	<i>daya seretan</i>
$C_D$	<i>pekali seretan</i>
$h_2$	<i>tekanan statik pada kawasan ujian</i>
$h_{betz}$	<i>perbezaan tekanan statik antara kawasan ujian dan kawasan sebelumnya</i>
$A_2$	<i>luas kawasan ujian</i>
$A$	<i>luas permukaan hadapan model</i>
$Ab$	<i>luas papan pemuka bawah</i>

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKASURAT</b>
A	Plot Kontur bagi Tekanan Statik (Pascal)	78
B	Plot Kontur bagi Tenaga Kinetik Begelora ( $m^2/s^2$ )	79
C	Plot Kontur bagi Halaju pada Paksi-Y (m/s)	80
D	Carta Gannt PSM 1	81
E	Carta Gannt PSM 2	82

## BAB 1

### PENGENALAN

#### 1.1 Pendahuluan

Aerodinamik adalah satu cabang tenaga gerak berubah-ubah yang melibatkan kajian tentang daya dan aliran gas. Penyelesaian bagi masalah aerodinamik biasanya melibatkan perkiraan untuk kepelbagaian sifat aliran, seperti halaju, tekanan, ketumpatan, dan suhu, sebagai fungsi ruang dan masa. Memahami pola aliran memungkinkan untuk mengira atau menentukan daya dan momen dalam aliran yang bertindak pada sesuatu jasad.

Aerodinamik automotif adalah penelitian tentang aerodinamik kenderaan. Apa yang ditekankan dalam aerodinamik automotif ialah mengurangkan seretan, mengurangkan kebisingan udara dan getaran, serta mencegah daya angkatan yang tak diperlukan pada kelajuan yang tinggi. Bagi beberapa kelas kereta lumba, ia mungkin juga penting untuk menghasilkan daya tujahan ke bawah yang diinginkan bertujuan memperbaiki cengkaman seterusnya kelebihan ketika mengambil selekoh pada kelajuan tinggi. Disebabkan aerodinamik automotif, bahagian-bahagian yang kecil seperti lampu dan roda diperkemas permukaannya. Sebagai contoh, tidak terdapat bucu yang tajam pada bumbung cermin hadapan dan bumbung bahagian belakang dibentuk menyerupai ekor yang dipanggil *fastback*. Manakala bahagian lantai atau bawah kenderaan pula direkabentuk rata untuk menyokong kesan *Venturi* dan menghasilkan daya tujahan ke

bawah yang diinginkan. Udara akan menghentam ke dalam ruang enjin, seterusnya digunakan sebagai bahan penyejuk dan sebagai bahan bakar, sebelum ia keluar melalui hos.

Struktur sokongan A (*A-pillar*) merupakan nama yang digunakan oleh penggaya dan penggemar kenderaan terhadap bahan atau struktur yang menyokong bahagian cermin hadapan mahupun bahagian bingkai cermin hadapan kenderaan. Dengan melambangkan struktur hadapan ini sebagai "A" pillar, dan setiap turutan sokongan secara lurus dilambangkan dengan turutan abjad yang berikutnya (B-pillar, C-pillar dan sebagainya.). Aturan pelambangan atau penamaan pada struktur ini membolehkan penggemar rekabentuk mengambil titik rujukan apabila membincangkan unsur-unsur dalam rekabentuk kenderaan.

Vorteks boleh menjadi apa jua aliran sama ada aliran dalam bentuk bulatan mahupun aliran putaran yang membentuk pusaran. Kepusaran (*vorticity*) adalah satu konsep matematik yang digunakan dalam dinamik bendalir. Ia boleh dikaitkan dengan jumlah "pusingan" atau "putaran" dalam bendalir. Dalam dinamik bendalir, kepusaran (*vorticity*) adalah pusingan per luas kawasan pada suatu titik dalam medan aliran dalam bendalir. Ia adalah satu kuantiti vektor, arahnya adalah sepanjang paksi pusaran. Dalam dinamik bendalir, pergerakan satu bendalir boleh dikatakan sebagai *vortical* jika bendalir bergerak dalam sebuah bulatan, atau di dalam heliks, atau jika ia cenderung untuk berputar di sekitar suatu paksi. Pergerakan seperti ini juga dipanggil solenoid (*solenoidal*). Dalam sains atmosferik, kepusaran (*vorticity*) adalah satu sifat khas yang menggambarkan putaran skala besar bagi jisim udara. Oleh kerana edaran atmosferik adalah hampir pada paksi mengufuk, kepusaran (3 dimensi) yang wujud adalah hampir pada paksi menegak, dan ia adalah biasa untuk menggunakan komponen menegak sebagai satu kepusaran skalar. Dalam mekanisme mekanik bendalir, satu perbezaan sering dibuat antara dua kes vorteks. Satu daripadanya dipanggil vorteks bebas (*irrotational*), manakala satu lagi ialah vorteks paksa (*rotational*).



## 1.2 Objektif

1. Mengkaji pembentukan vorteks serta tekanan pada struktur sokongan A (*A-pillar*).

## 1.3 Penyataan Masalah

1. Melihat aliran pada sisi struktur sokongan A (*A-Pillar*) ketika kenderaan bergerak.
2. Menentukan tekanan dan nilai pekali tekanan pada permukaan yang berbeza apabila dikenakan udara pada halaju tertentu.

## 1.4 Skop Kajian

Tajuk kajian ini adalah “ Kesan aerodinamik pada struktur sokongan A (*A pillar*)”. Dalam kajian ini terdapat beberapa perkara yang ditekankan. Antaranya termasuklah kajian yang dilakukan adalah merangkumi beberapa objek atau jasad sama ada jasad tegar mahupun bendalir yang terlibat dengan aerodinamik. Ini seperti kereta, pesawat terbang, bendalir dan sebagainya. Ia bertujuan mengenalpasti dan memahami aerodinamik itu sendiri. Seterusnya, kajian juga melibatkan pemahaman tentang faktor-faktor bagi aerodinamik. Antara faktor-faktornya ialah garis arus, aliran gelora, aliran lamina, lapisan sempadan, kelikatan, nombor Reynolds ( $Re$ ), pekali tekanan dan prinsip Bernoulli's.



Kajian ini turut merangkumi ujian ke atas model struktur sokongan A (*A-pillar*) yang direkabentuk menggunakan tanah liat atau 'clay' berskala 1 : 15 dari saiz sebenar struktur sokongan A (*A-pillar*) bagi sesebuah kenderaan. Ujian dijalankan adalah ujian terowong angin (*wind tunnel*) yang disediakan oleh pihak Universiti Teknikal Malaysia Melaka, UTeM. Ujian terowong angin ini bertujuan untuk melihat kesan aerodinamik pada struktur tersebut yang condong. Ujian lebih tertumpu pada pembentukan vorteks pada sisi struktur serta tekanan yang wujud pada struktur tersebut.

## **BAB 2**

### **KAJIAN KEPUSTAKAAN**

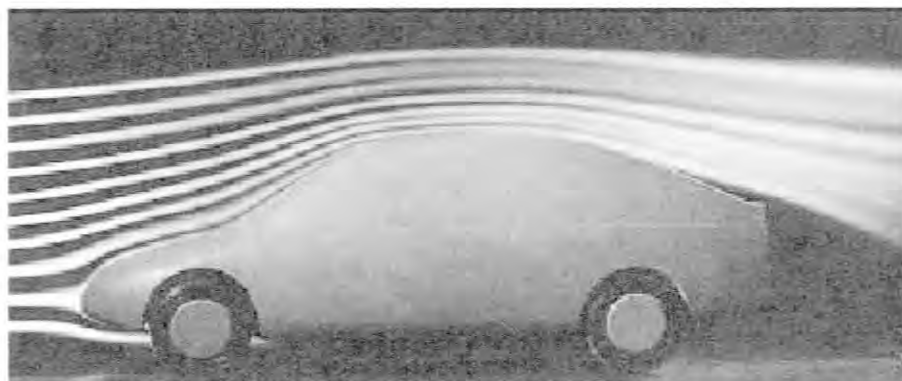
Dalam kertas kerja ini, kajian telah dilakukan ke atas beberapa perkara yang berkaitan. Antaranya termasuklah tentang aerodinamik seperti faktor-faktor aerodinamik, daya seretan pada kenderaan dan kajian terdahulu mengenai ujian terowong angin terhadap cermin pandangan sisi belakang dan geometri mudah bagi A-Pillar.

#### **2.1 Faktor-Faktor Aerodinamik**

Aerodinamik adalah satu cabang tenaga gerak berubah-ubah yang melibatkan kajian tentang daya dan aliran gas. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi aerodinamik. Faktor-faktor tersebut adalah garis arus, agihan halaju, aliran lamina, aliran gelora, kelikatan, nombor Reynolds ( $Re$ ), lapisan sempadan, geseran kulit, tekanan dinamik, prinsip Bernoulli's, tiub pitot dan pekali tekanan.

### 2.1.1 Garis arus

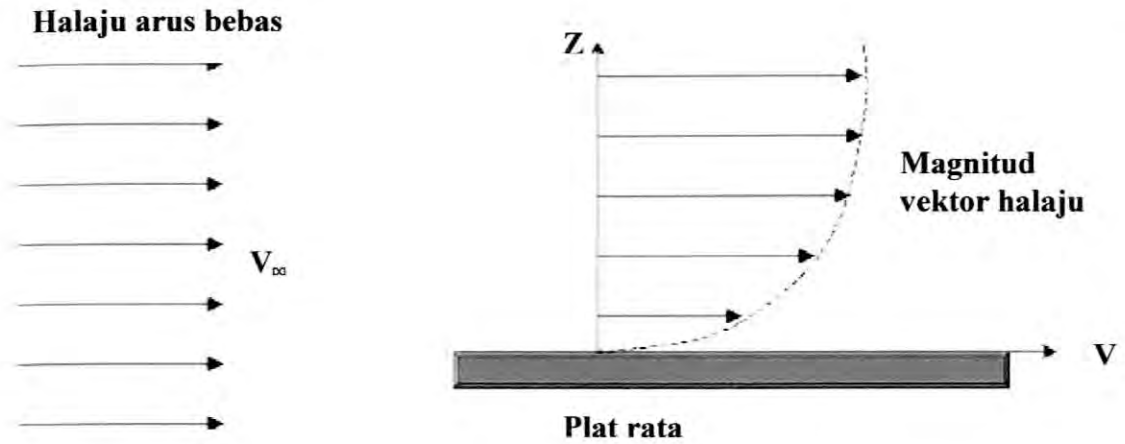
Garis arus merupakan satu lengkung yang bersekutu dengan gambaran objek dihasilkan oleh aliran udara. Garis arus digunakan untuk mengkaji aliran udara. Asap biasanya digunakan di dalam terowong angin untuk menggambarkan garis arus. Rajah 1 menunjukkan gambaran atau aliran garis arus.



Rajah 1 Gambaran Garis Arus

### 2.1.2 Agihan Halaju

Agihan halaju adalah kejadian semulajadi bagi aliran bendalir. Ia juga merupakan satu sukatan atau ukuran pada perubahan halaju aliran udara berhampiran kenderaan. Rajah 2 menunjukkan agihan halaju yang berlaku pada bendalir.



Rajah 2 Agihan Halaju bagi Bendalir

### 2.1.3 Aliran Lamina

Aliran lamina ialah gerakan bendalir yang "betul-betul terancang". Ia suatu aliran pada bendalir dengan vektor halaju yang selari. Umumnya, aliran lamina mempunyai ciri-ciri aerodinamik yang ideal. Rajah 3 menunjukkan aliran lamina bagi bendalir.



Rajah 3 Aliran Lamina bagi Bendalir