

PENGESAHAN PENYELIA

‘ Saya/Kami* akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya/kami* karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Automotif) ’

Tandatangan :
Nama Penyelia I : Dr Abd Rahman Bin Dullah
Tarikh :

PENGAKUAN

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

Tandatangan :

Nama Penulis : Muhamad Radzie Bin Abdullah
:

Tarikh :

MENKAKI DAYA SERETAN (DRAG FORCE) TERHADAP RAK BUMBUNG
(ROOF BOX) KERETA BERSAIZ KOMPAK DENGAN MENGGUNAKAN
KAEDAH EKSPERIMEN (TEROWONG ANGIN)

MUHAMAD RADZIE BIN ABDULLAH

Laporan ini dikemukakan sebagai
Memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

Jun 2012

Kepada keluarga tercinta dan rakan-rakan penuntut ilmu sekalian

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan jutaan terima kasih dan setinggi penghargaan kepada penyelia, Dr Abd Rahman B Dullah di atas bimbingan dan dorongan yang diberikan sepanjang Projek Sarjana Muda ini.

Kerjasama daripada pihak pengurusan Makmal Utem dan UPM, terutama kepada juruteknik-juruteknik yang terlibat semasa eksperimen dijalankan amatlah penulis hargai.

Perhargaan juga ditujukan kepada semua yang terlibat samaada secara langsung ataupun tidak lansung membantu menjayakan projek penyeldikan ini. Semoga laporan ini menjadi sumber rujukan kepada pelajar lain kelak.

ABSTRACT

The car roof box is used to add more space in order to bring more capacity. However, it creates aerodynamic interference with the compact-sized car in terms of production and the increase of fuel consumption. In this study, the analysis of wind flow was carried out on a car roof rack model in 1:35 scale wind tunnel testing. There are several important factors for car roof box model that should be tested which is included the different design and the position of the roof box on a car roof. The results will be obtained from wind tunnel tests are divided into two parts which is quantitative and qualitative. Quantitative values represent the drag coefficient and lift coefficient generated while referring to the qualitative picture of the wind flow in the wind flow observed during wind tunnel tests. In addition, the relationship of both quantitative and qualitative values will be set to provide an understanding of the aerodynamic effects on the car roof box used, and also to select the best design and position on the roof in order to reduce fuel consumption of the compact-sized car. The results obtained from this experiment are compared with results obtained from computational fluid dynamics simulation methods (CFD).

ABSTRAK

Penggunaan rak bumbung kereta adalah untuk menambahkan ruang supaya dapat membawa muatan yang lebih banyak. Walaubagaimanapun, penggunaannya memberikan gangguan terhadap aerodinamik kereta yang bersaiz kompak kerana kesan daya seret yang terhasil dan juga peningkatan terhadap penggunaan bahan api. Dalam kajian ini, analisis terhadap aliran angin akan dilakukan terhadap model rak bumbung kereta berskala 1:35 di dalam ujian terowong angin. Terdapat beberapa faktor penting untuk model rak bumbung kereta yang perlu diuji iaitu rekabentuk dan kedudukan model rak bumbung tersebut pada bumbung kereta. Keputusan yang diperolehi daripada ujian terowong angin terbahagi kepada dua bahagian iaitu kuantitatif dan kualitatif. Nilai kuantitatif mewakili pekali daya seret dan pekali daya angkat yang terhasil manakala nilai kualitatif merujuk kepada gambaran aliran angin dalam pemerhatian aliran angin semasa ujian terowong angin dijalankan. Selain itu, hubungan kedua-dua nilai kuantitatif dan kualitatif ini akan dinyatakan untuk memberi kefahaman terhadap kesan aerodinamik pada rak bumbung kereta yang digunakan dan juga memilih rekabentuk dan kedudukan yang terbaik pada bumbung kereta supaya dapat menjimatkan penggunaan bahan api terhadap kereta bersaiz kompak. Keputusan yang diperolehi daripada eksperimen ini akan dibandingkan dengan keputusan yang diperolehi daripada kaedah simulasi dinamik bendalir berkomputer (CFD).

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	ABSTRACT	i
	ABSTRAK	ii
	ISI KANDUNGAN	iii
	SENARAI RAJAH	vi
	SENAAI JADUAL	ix
	SENARAI SIMBOL	xi
	SENARAI LAMPIRAN	xii
BAB 1	PENGENALAN	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Penyataan Masalah	2
	1.3 Objektif	2
	1.4 Skop Kajian	3
	1.5 Pendekatan Kajian	3
	1.6 Carta Aliran Kajian	4
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	6
	2.1 Sejarah Pembangunan Aerodinamik	6

2.2	Teori Asas Aerodinamik	8
2.2.1	Daya Seret	8
2.2.2	Daya Angkat dan Daya Ke bawah	9
2.2.3	Pekali Daya Seret (C_D) dan Pekali Daya Angkat (C_L)	11
2.2.4	Aliran Lapisan Sempadan	13
2.2.5	Nombor Reynolds	14
2.2.6	Prinsip Bernoulli	15
2.2.7	Sudut Serang (Angle of Attack)	16
2.3	Kajian Ilmiah	17
2.3.1	Kaedah Terowong Angin dan Aliran Aerodinamik	17
BAB 3	METODOLOGI	20
3.1	Pengenalan	20
3.2	Diagram Proses Aliran	21
3.3	Lukisan Rekabentuk	23
3.4	Proses Pembangunan Prototaip	26
3.5	Model prototaip	27
3.5	Analisis Terowong Angin	30
3.6	Ujian Terowong Angin di Makmal UPM	31
BAB 4	KEPUTUSAN	35
4.1	Pendahuluan	35
4.2	Formula Pengiraan	36
4.2.1	Contoh Pengiraan	37

4.3	Keputusan Ujian Terowong Angin	38
4.3.1	Jadual Keputusan Model Myvi	38
4.3.2	Jadual Keputusan Model Rak Bumbung A1.	39
4.3.3	Jadual Keputusan Model Rak Bumbung A2.	40
4.3.4	Jadual Keputusan Model Rak Bumbung A3.	41
4.3.5	Jadual Keputusan Model Rak Bumbung B1.	42
4.3.6	Jadual Keputusan Model Rak Bumbung B2.	43
4.3.7	Jadual Keputusan Model Rak Bumbung B3.	44
4.4	Perbandingan Graf Pekali Daya Seret Melawan Halaju Kesemua Model	45
4.5	Visual Aliran ‘smoke streamline’	46
4.6	Keputusan Analisis CFD	48

BAB 5	PEBINCANGAN	49
5.1	Pendahuluan	49
5.2	Analisis Keputusan Terowong Angin	50
5.3	Perbandingan Keputusan Terowong Angin dan Analisis CFD	53
5.4	Analisis Visual Aliran Angin	55
5.5	Kesan Rak Bumbung ke Atas Kereta Myvi	56
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	57
6.1	Kesimpulan	57
6.2	Cadangan	59
	RUJUKAN	60
	LAMPIRAN	63

SENARAI RAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Carta Aliran semester 1	4
1.2	Carta Aliran Semester 2	5
2.1	Arah Daya Seretan Terhadap (http://www.brighthub.com/engineering/civil/articles/58434.aspx)	8
2.2	Arah Daya Angkatan (http://weblab.open.ac.uk/firstflight/forces/)	10
2.3	Arak Daya ke Bawah (http://www.circletrack.com/techarticles/ctrp_0707_stock_car_aero_downforce/photo_04.html)	10
2.4	Nilai Pekali Seret Terhadap Bentuk Asas (http://me.emu.edu.tr/rov/Design.htm)	12
2.5	Graf Pekali Angkat Melawan Sudut Serang (http://en.wikipedia.org/wiki/Lift_coefficient)	12
2.6	Halaju Udara Dalam Aliran Lapisan Sempadan (http://insideracingtechnology.com/tech107bndrylayer.htm)	13
2.7	Bentuk Streamline Antara Lamina dan Gelora (http://www.sailtheory.com/resistance.html)	14
2.8	Prinsip Bernoulli (http://www.cdxetextbook.com/assocStudies/supScience/fuelSys/bernoulliprinciple.html)	15
2.9	Hubungan Pekali Angkat Dengan Sudut Serang (http://www.americanflyers.net/aviationlibrary/instrument_flying_handbook/chapter_2.htm)	16

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Diagram Proses Aliran	22
3.2	Rekabentuk Rak Bumbung Pertama	23
3.3	Rekabentuk Rak Bumbung Kedua	24
3.4	Rekabentuk Rak Bumbung Ketiga	24
3.5	Rekabentuk Rak Bumbung Keempat	25
3.6	Rekabentuk Rak Bumbung Kelima	25
3.7	Rekabentuk Rak Bumbung Keenam	26
3.8	Contoh Ptototaip Model Kereta (http://www.qrbiz.com/buy_Kaleidoscope-The-Prototypes)	27
3.9	Model Rekabentuk Asas Myvi	28
3.10	Model Myvi Yang Disambung Dengan Rak Bumbung	28
3.11	Model Rak Bumbung	29
3.12	Contoh Litar Terbuka Terowong Angin (http://www.clas.ufl.edu/jur/200711/papers/paper-zawodny.html)	30
3.13	Terowong Angin Berskala 1:4	31
3.14	Terowong Angin Jenis Cussons Technology	32

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
3.15	Model Dipasang di Dalam Kawasan Ujian	33
3.16	Beban Pembarat Boleh Laras	34
3.17	Neraca Bacaan Daya Dalam Unit Gram	34
4.1	Graf Pekali Daya Seret Melawan Halaju Myvi dan Kesemua Model Rak Bumbung	45
5.1	Graf Pekali Daya Seret Melawan Halaju Untuk Kesemua Model	50
5.2	Graf Pekali Daya Seret Melawan Jenis Model	53
5.3(a)	Model Rak Bumbung B3	55
5.2(b)	Model Rak Bumbung A1	55

SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Spesifikasi Rak Bumbung Kereta	29
4.1	Contoh Spesifikasi Rak Bumbung A1	37
4.2	Spesifikasi Model Myvi	38
4.3	Keputusan Model Myvi	38
4.4	Spesifikasi Model Rak Bumbung Pertama	39
4.5	Keputusan Model rak bumbung Pertama	39
4.6	Spesifikasi Model Rak Bumbung Kedua	40
4.7	Keputusan Model Rak Bumbung Kedua	40
4.8	Spesifikasi Model Rak Bumbung Ketiga	41
4.9	Keputusan Model Rak Bumbung Ketiga	41
4.10	Spesifikasi Model Rak Bumbung Ke Empat	42
4.11	Keputusan Model Rak Bumbung Ke Empat	42
4.12	Spesifikasi Model Rak Bumbung ke Lima	43
4.13	Keputusan Model Rak Bumbung Ke Lima	43

4.14	Spesifikasi Model Rak Bumbung Ke Enam	44
4.15	Keputusan Model Rak Bumbung Ke Enam	44
4.16	Aliran Angin Model Rak Bumbung Jenis A	46
4.17	Aliran Angin Model Rak Bumbung Jenis B	47
4.18	Keputusan Analisis CFD	48
5.1	Graf Pekali Daya Seret Melawan Jenis Model	53

SENARAI SIMBOL

A = luas kawasan

C_D = pekali daya seret

C_L = pekali daya angkat

F_D = daya seret

F_L = daya angkat

L = length

ρ = ketumpatan

m = mass

g = daya graviti

v = halaju

Re = reynold number

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK	
A	Carta Gant PSM1	63
B	Carta Gant PSM 2	64
C	Surat Permohonan Menggunakan Makmal UPM	65
D	Jurnal	66

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Secara umumnya aerodinamik ditakrifkan sebagai ilmu sains yang mengkaji cara sesuatu benda bergerak melalui udara (seperti kereta, kapal terbang, dan sebagainya). Manakala secara khususnya aerodinamik ditakrifkan sebagai satu cabang tenaga gerak berubah-ubah yang melibatkan kajian tentang daya dan aliran gas. Bagi istilah aerodinamik automotif pula, ia didefinisikan sebagai penelitian tentang aerodinamik sesebuah kenderaan. Pada masa kini, kajian mengenai aerodinamik kenderaan sangat banyak dan meluas kerana kebanyakan pengeluar kenderaan dapat melakukan penambah-baikkkan terhadap kenderaan mereka supaya mencapai kestabilan dan prestasi yang terbaik untuk menjamin kepuasan dan keselamatan pengguna. Kajian mengenai aerodinamik kenderaan menekankan pengurangan daya seretan, pengurangan kebisingan udara dan getaran, serta mencegah daya angkatan yang tidak diperlukan pada kelajuan yang tinggi.

Walaupun bagaimanapun, kajian mengenai kesan penggunaan aksesori kenderaan terhadap aerodinamik kenderaan adalah amat kurang pada masa ini walaupun pengguna semakin hari semakin banyak menambah aksesori pada kenderaan mereka. Contohnya, rak bumbung kereta yang digunakan untuk mengisi muatan yang lebih dan diletakkan di atas bumbung kereta semestinya memberi gangguan terhadap aerodinamik kereta dan akan meningkatkan daya seret pada kereta tersebut serta peningkatan penggunaan bahan api. Bagi kenderaan yang sedang bergerak terdapat

beberapa daya yang bertindak ke atasnya yang dipengaruhi oleh aerodinamik kenderaan tersebut seperti daya seret, daya angkat dan daya turun. Oleh itu, bagi sesebuah kereta untk mencapai prestasi yang baik haruslah mempunyai daya seret dan daya angkat yang paling minima kerana daya seret bertindak berlawanan dengan arah gerakan kenderaan dan daya angkat pula bertindak menolak kenderaan untuk ke atas manakala daya turun haruslah tinggi supaya kereta dapat mencengkam pada jalan raya walaupun bergerak pada kelajuan yang tinggi.

1.2 Penyataan Masalah

Penggunaan rak bumbung menghasilkan pelbagai kesan negatif terhadap kereta yang bersaiz kompak. Ini kerana penggunaannya mengurangkan keupayaan kereta untuk bergerak dengan lebih lancar disebabkan oleh daya seret yang terhasil pada rak bumbung tersebut. Oleh itu penggunaan bahan api juga akan bertambah kerana kehadiran daya seret yang terhasil oleh pengaliran angin antara permukaan kenderaan dengan rak bumbung menghasilkan daya rintangan yang mampu mengurangkan kelajuan kereta. Oleh itu, saya akan menjalankan kajian secara lebih terperinci dijalankan secara eksperimental bagi mengkaji kesan penggunaan rak bumbung kepada kereta bersaiz kompak dan seterusnya mencadangkan parameter rak bumbung bersesuaian bagi mencapai prestasi perjalanan kereta yang baik.

1.3 Objektif

- i. Mengkaji hubungan bentuk aerodinamik rak bumbung dengan daya seret yang terhasil.
- ii. Mengkaji kesan daya seret yang bertindak ke atas rak bumbung terhadap kereta bersaiz kompak.
- iii. Menentukan rekabentuk dan kedudukan yang terbaik untuk rak bumbung supaya mencapai prestasi perjalanan yang lebih lancar.

1.4 Skop Kajian

- i. Membuat prototaip untuk rak bumbung dan bumbung kereta dengan mengurangkan daripada dimensi asal.
- ii. Menguji pergerakan angin ke atas prototaip tersebut di dalam terowong angin
- iii. Menganalisis data yang diperoleh daripada ujian terowong angin untuk mengetahui kesan daya seret terhadap rak bumbung kereta.
- iv. Membuat perbandingan keputusan yang diperoleh daripada kaedah eksperimen dengan kaedah simulasi dinamik bendalir berkomputer (CFD).

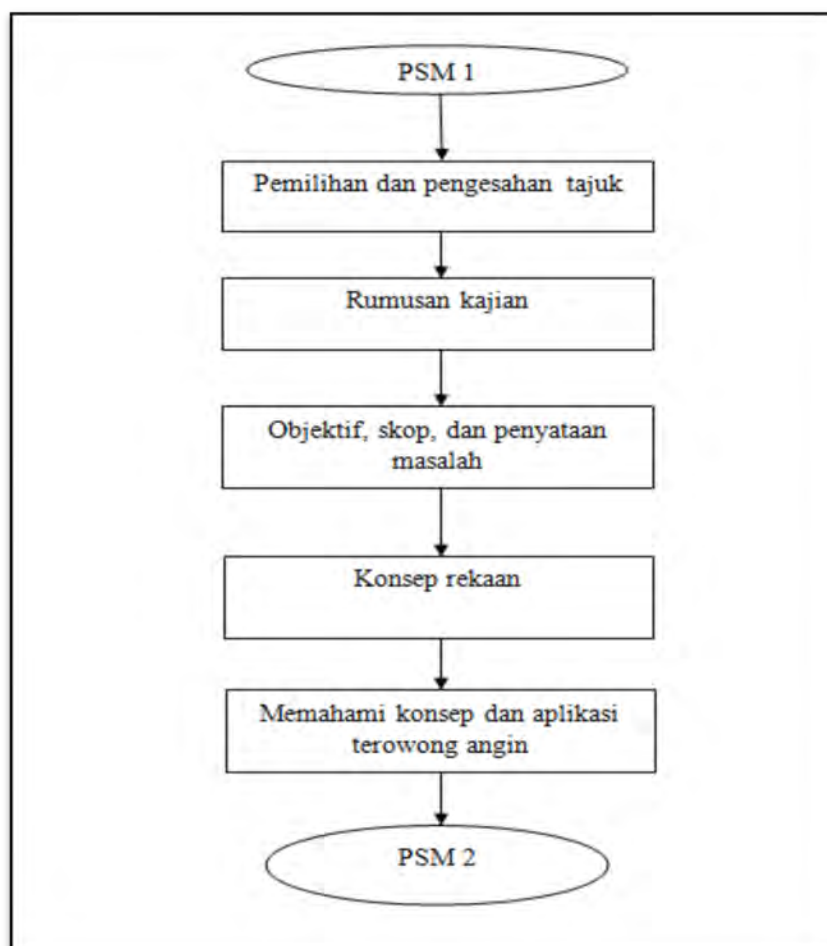
1.5 Pendekatan Kajian

Kajian ini menggunakan kemudahan terowong angin untuk mengkaji ciri-ciri aerodinamik model rak bumbung kereta. Jenis terowong angin yang digunakan di Fakulti Mekanikal Universiti Malaysia Melaka ialah daripada model MP130d subsonic tunnels (Essom company limited). Model rak bumbung kereta dibangunkan berskala 1:35 dengan pelbagai rekabentuk yang berbeza sudut konteknya dan kedudukan model juga akan diletakkan diatas model bumbung kereta dengan kedudukan yang berbeza untuk mengkaji :

- i. Pengukuran pekali daya seret (drag coefficeient), C_D
- ii. Gambaran aliran angin (flow visualization) dengan menggunakan kaedah bebenang (wool tufts)

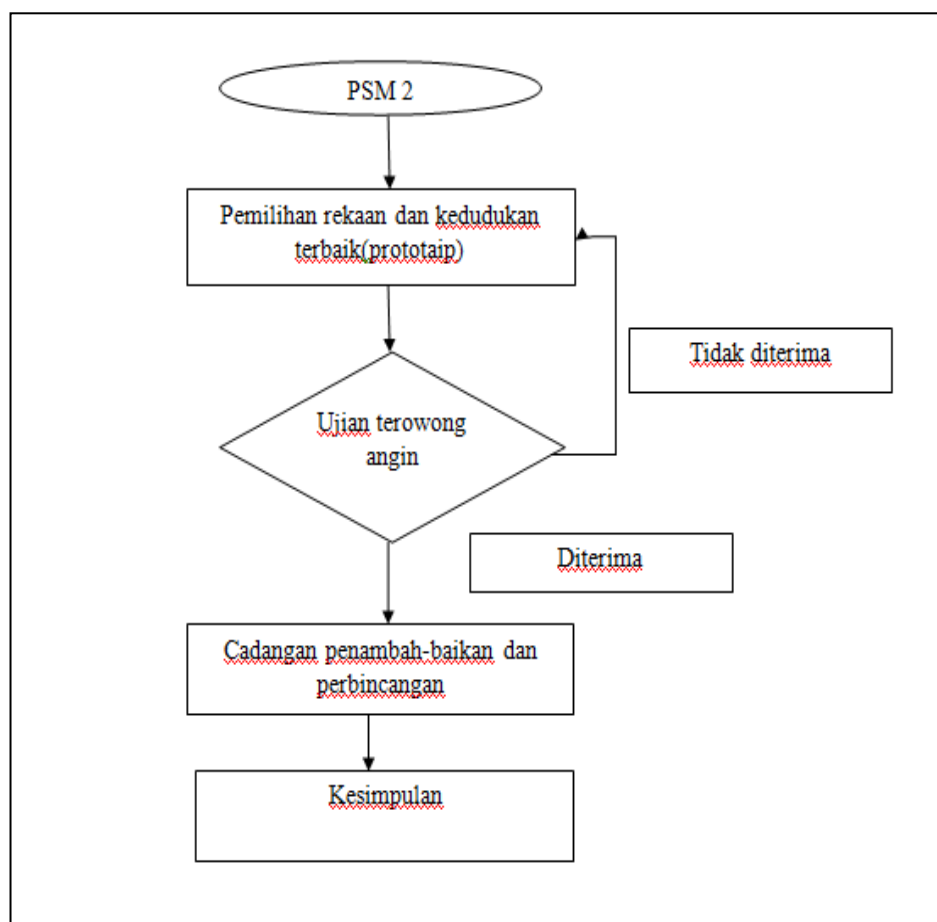
1.6 Carta Aliran Kajian

Carta aliran untuk PSM 1 bermula dengan pemilihan tajuk projek yang di ambil daripada penyelia iaitu Dr Abd Rahman B Dullah di mana tajuk yang dikemukakan ialah Analisis Daya Seret Terhadap Rak Bumbung Kereta Bersaiz Kompak Dengan Menggunakan Kaedah Terowong Angin. Kajian secara ilmiah sebelum menjalankan eksperimen di dalam terowong angin perlu dilakukan supaya projek berjalan dengan lancar. Seterusnya objektif projek perlu ditentukan supaya projek ini mencapai tahap PSM. Kemudian, perjalanan projek akan disambung semasa PSM 2. Carta aliran PSM1 adalah seperti yang ditunjukkan dalam rajah 1.1.



Rajah 1.1: Carta Aliran Semester 1

Bagi PSM 2 pula, kajian yang dibuat lebih fokus kepada perolehan keputusan dan perbincangan. Rekaan yang terpilih akan dibangunkan prototaip dengan menggunakan kaedah 'Rapid Prototyping'. Model prototaip myvi dan beberapa model rak bumbung yang dibuat memenuhi kehendak rekaan dan sesuai, model tersebut akan diuji di dalam terowong angin untuk mendapatkan keputusan daya seret yang terhasil. Keputusan yang eksperimen akan dibincangkan di dalam bab 5 supaya objektif dapat dicapai. Carta aliran kajian untuk PSM 2 adalah seperti yang ditunjukkan dalam rajah 1.2 bawah.



Rajah 1.2: Carta Aliran Semester 2

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Sejarah Pembangunan Aerodinamik

Walaupun para saintis sedar mengenai kepentingan bentuk aerodinamik dalam jangka masa yang panjang, tetapi ia mengambil sedikit masa untuk mempraktikkan prinsip-prinsip re bentuk automotif terhadap kenderaan. Pada rekaan kereta yang terawal, tiada langsung aerodinamik pada kenderaan tersebut. Contohnya seperti kereta jenis Ford model T yang mana kereta tersebut kelihatan seperti pengangkutan kuda dan sangat bersegi. Pada masa itu, aerodinamik sesebuah kereta tidak perlu diambil berat kerana kebanyakan kereta pada masa itu bergerak agak perlahan. Walaubagaimanapun, sesetengah kereta lumba pada awal 1990-an telah direka dengan badan kereta berbentuk tirus dan mempunyai ciri-ciri aerodinamik yang mana menjadi pencetus idea untuk perkembangan automotif dunia.

Pada tahun 1921, saintis German, Edmund Rumpler telah mereka “rumpler – tropfenauto” yang diterjemahkan kepada “kereta air mata”. Berdasarkan kepada bentuk aerodinamik kereta tersebut pada naturalnya berbentuk titisan air mata mempunyai pekali daya seret, C_D hanya 0.27 telah menarik perhatian orang ramai walaupun hanya 100 buah sahaja dikeluarkan pada masa itu. Di Amerika Syarikat pula, anjakan terbesar dalam reka bentuk aerodinamik bermula pada tahun 1930 dengan pengenalan Aliran Udara Chrysler yang berilhamkan seekor burung yang sedang terbang, sebuah kereta telah dihasilkan dengan menggunakan teknik pembinaan yang unik dan pengagihan berat yang hampir sama antara gandar depan