

## **PEMBANGUNAN KONSEP REKA BENTUK PROTOTAIP KERETA FORMULA-M**

Idris Ishak

Department of Design  
Faculty of Mechanical Engineering  
Universiti Teknologi Malaysia

Shukur Abu Hassan

Department of Applied Mechanics  
Faculty of Mechanical Engineering  
Universiti Teknologi Malaysia

### **ABSTRAK**

*Dengan pesatnya perkembangan industri automotif di Malaysia, keperluan terhadap R&D dalam bidang perlumbaan motor/kereta Formula menjadi lebih penting. Ini kerana peningkatan teknologi melalui R&D akan meningkatkan lagi daya saing kepada industri automotif tempatan. Sebagai menyahut cabaran ini, UTM telah memulakan langkah pertamanya dengan menghasilkan sebuah prototaip kereta lumba Formula 3.*

*Pembangunan idea konsep untuk reka bentuk dan fabrikasi prototaip tersebut telah dicetuskan oleh sekumpulan pensyarah di Fakulti Kejuruteraan Mekanikal. Reka bentuk kereta lumba ini telah dibuat berdasarkan kepada piawaian dan peraturan Formula 3 dengan menerapkan nilai sukan dan komersial. Projek yang hanya menelan belanja RM 40000 ini telah disiapkan dan di uji pandu kemampuannya pada bulan September 1996 di litar lumba Pasir*

*Gudang. Prototaip kereta lumba ini juga dikenali sebagai Formula-M (Formula Malaysia).*

*Kejayaan menghasilkan prototaip pertama Formula-M ini juga telah membuka ruang penerokaan terhadap kajian-kajian teknikal yang lebih menyeluruh dan terperinci dalam reka bentuk dan pengeluaran kereta lumba di Malaysia*

## 1.0 PENGENALAN

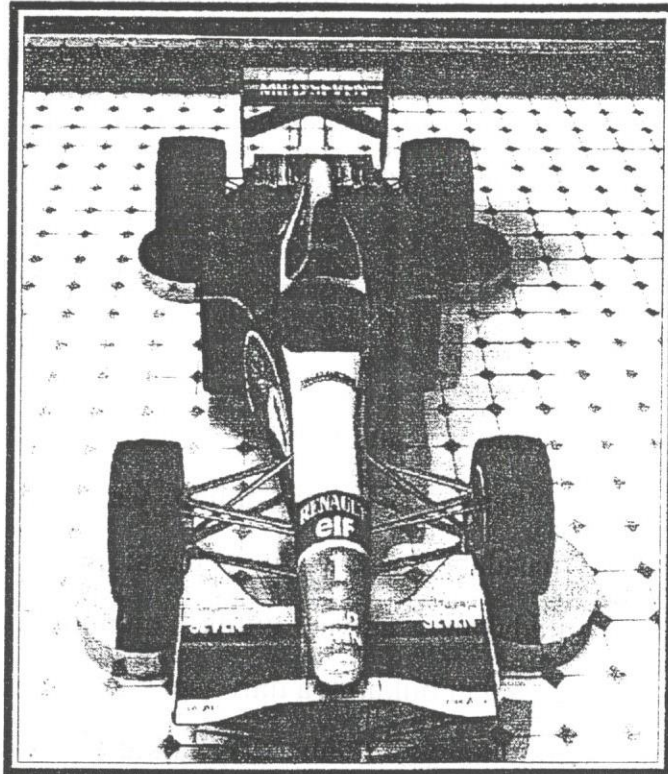
Pada permulaan era perkembangan industri automotif, penciptaan kenderaan bermotor pada masa itu hanya mencapai tahap yang minima dan kerap kali menimbulkan pelbagai masalah. Justeru itu, sebagai permulaannya pertandingan kenderaan bermotor diadakan hanya untuk menunjukkan ketahanan dan keselamatannya di jalan raya dan bukannya dari aspek kepantasan.

Objektif ini kemudiannya telah dikekalkan pada pertandingan yang seterusnya sehinggalah ia mengalami perubahan pada 1905, yang mana satu siri perlumbaan telah diadakan berdasarkan kepada aspek kepantasan dan ketahanan sesebuah kereta. Hasil daripada perlumbaan tersebut telah memberikan satu idea baru yang mendorong kepada penghasilan kereta yang hanya akan digunakan untuk perlumbaan sahaja. Seterusnya satu organisasi telah ditubuhkan dimana ianya bertanggungjawab dalam menghasil dan menetapkan peraturan-peraturan sesuatu siri perlumbaan. Peraturan yang ditetapkan pada mulanya adalah tetap, namun akhirnya ia telah mengalami perubahan dari masa ke semasa sejajar dengan tahap teknologi yang telah dicapai.

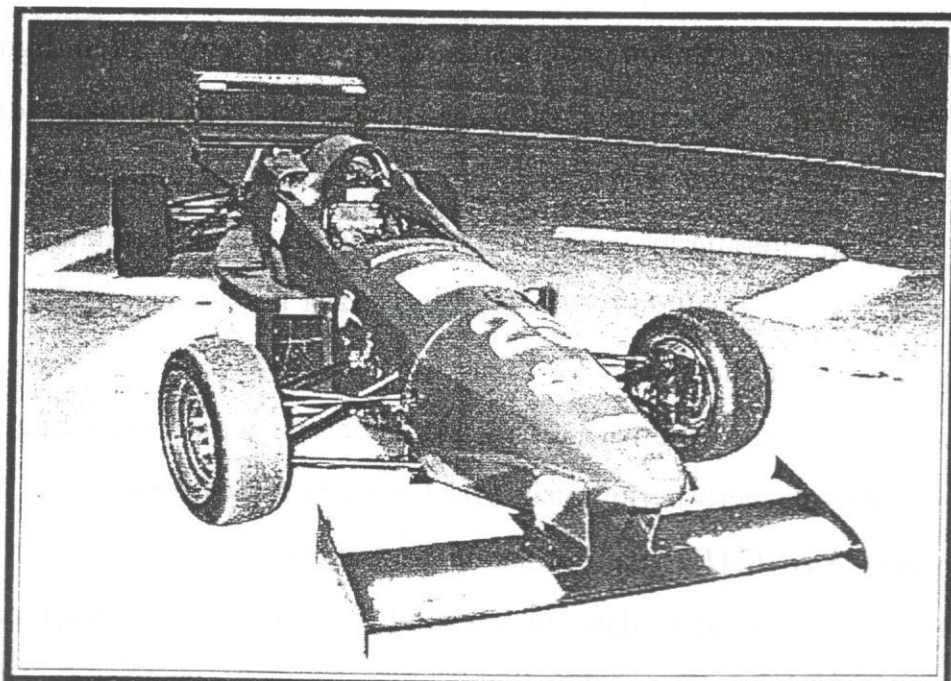
Pada masa kini, jika diperhatikan ada beberapa jenis pertandingan siri kereta lumba contohnya seperti perlumbaan *Siri Formula 1, Siri Formula 2, Siri Formula 3, Indycars, Siri CART* dan sebagainya. Setiap jenis perlumbaan mempunyai peraturan yang tersendiri dan ini mestilah dipatuhi oleh setiap pasukan yang menyertai siri perlumbaan tersebut.

### 1.1 Latarbelakang Kereta Lumba Formula

Kereta adalah hasil ciptaan manusia yang berfungsi sebagai alat pengangkutan. Perlumbaan kereta Formula pula adalah kategori perlumbaan kereta yang paling



Rajah 1 *Bird's Eye View of Formula-1 Racing Car*



Rajah 2 *Prototaip Kereta Lumba Formula-M*



pantas. Oleh sebab itu, ia juga dikenali sebagai salah satu sukan yang *exciting*. Sukan ini semakin menarik perhatian ramai terutamanya mereka yang gemar kepada *fast car*. Syarikat-syarikat pengeluar kereta berlumba dan bersaing untuk menghasilkan kereta lumba Formula yang terbaik untuk mengejar kemenangan disamping dapat memamerkan tahap pencapaian teknologi automotif dan pembuatan yang tinggi.

Perlumbaan kereta Formula ini memerlukan kemahiran pemandu, kuasa enjin yang tinggi serta reka bentuk yang kurang rintangan angin. Dalam perlumbaan, kepantasan masa dan keselamatan amat dipentingkan dan perkara-perkara ini bergantung kepada teknologi yang digunakan. Oleh sebab itu, perlumbaan kereta Formula sebenarnya bukan sekadar mengejar kemenangan dalam litar sahaja tetapi juga melibatkan bagaimana menghasilkan sebuah kereta yang bermutu tinggi untuk mencapai keputusan yang terbaik.

Pembuatan kereta lumba Formula adalah perkara yang agak sukar. Selain daripada perbelanjaan yang besar, ia juga memerlukan kepakaran yang tinggi di dalam menghasilkan sebuah kereta lumba Formula. Dalam menghasilkan sebuah kereta lumba Formula, perkara seperti faktor-faktor dinamik, bahan, aerodinamik, dan kos pengeluaran perlu dititikberatkan. Dalam penghasilan sesebuah kereta lumba Formula, pereka dan jurutera memerlukan pengetahuan yang mendalam mengenai faktor reka bentuk, kejuruteraan dan pembuatan supaya dapat menghasilkan sebuah produk yang terbaik. Selain daripada itu, pemikiran yang kreatif juga diperlukan bagi menghasilkan sesuatu yang baru dan inovatif.

## **1.2 Kereta Lumba Formula-1**

Kereta lumba Formula-1 adalah sejenis kereta yang direka dan dihasilkan khas untuk memberikan satu pencapaian yang tinggi dalam penghasilan kenderaan bermotor pantas. Enjin yang digunakan oleh kereta ini dari jenis enjin 4 lejang. Kapasiti enjin ini mestilah tidak melebihi 3500 cc dan dihadkan kepada penggunaan 12 silinder sahaja.

Salah satu tujuan utama perlumbaan siri Formula-1 ini adalah sebagai sebuah projek penyelidikan dalam menggunakan bahan baru dan kesesuaiannya di dalam industri automotif. Selaras dengan perkembangan yang pesat dalam teknologi yang dicapai dalam siri Formula-1 ini, sebuah jentera berkelajuan tinggi telah dapat dihasilkan tetapi masih mempunyai kelemahan dan masalah dari aspek keselamatan.

Sebagai langkah penyelesaian, peraturan baru telah dibuat pada penghujung tahun 1983 bagi memastikan segala masalah yang timbul dapat diselesaikan. Sebuah kereta lumba yang baik mestilah mempunyai ciri-ciri yang menggabungkan kesemua elemen-elemen reka bentuk dan kejuruteraan yang tinggi supaya dapat mempamerkan pencapaian yang memuaskan.

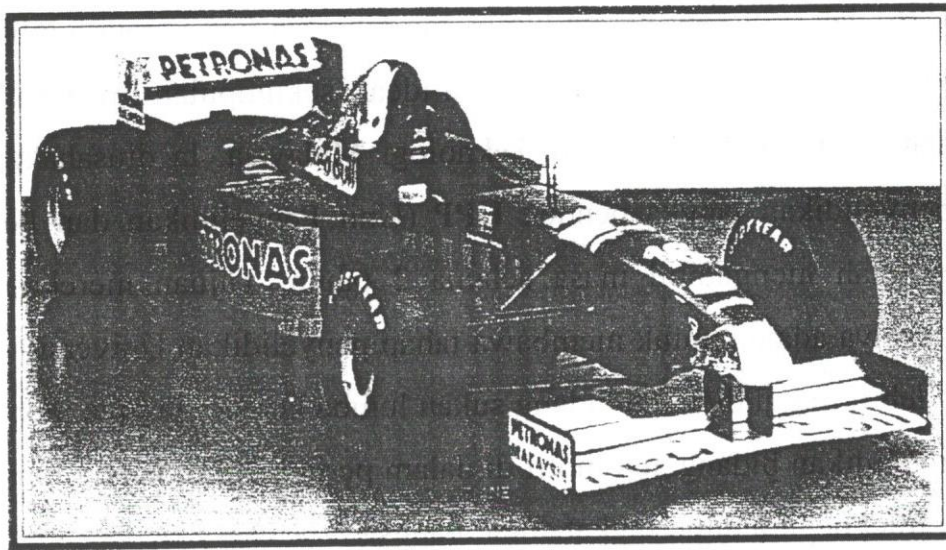
Ada sembilan faktor yang perlu dititikberatkan dalam menghasilkan pencapaian yang optima didalam sesuatu perlumbaan. Sembilan faktor yang dimaksudkan itu adalah **enjin, radiator, reka bentuk yang aerodinamik, casis *monocoque*, suspensi, tayar, brek, dimensi keseluruhan** dan **berat** kereta tersebut. Pada masa kini, faktor aerodinamik telah menjadi ciri terpenting didalam penghasilan sesebuah kereta lumba yang berkelajuan tinggi.

### **1.3 Kereta Lumba Formula-3**

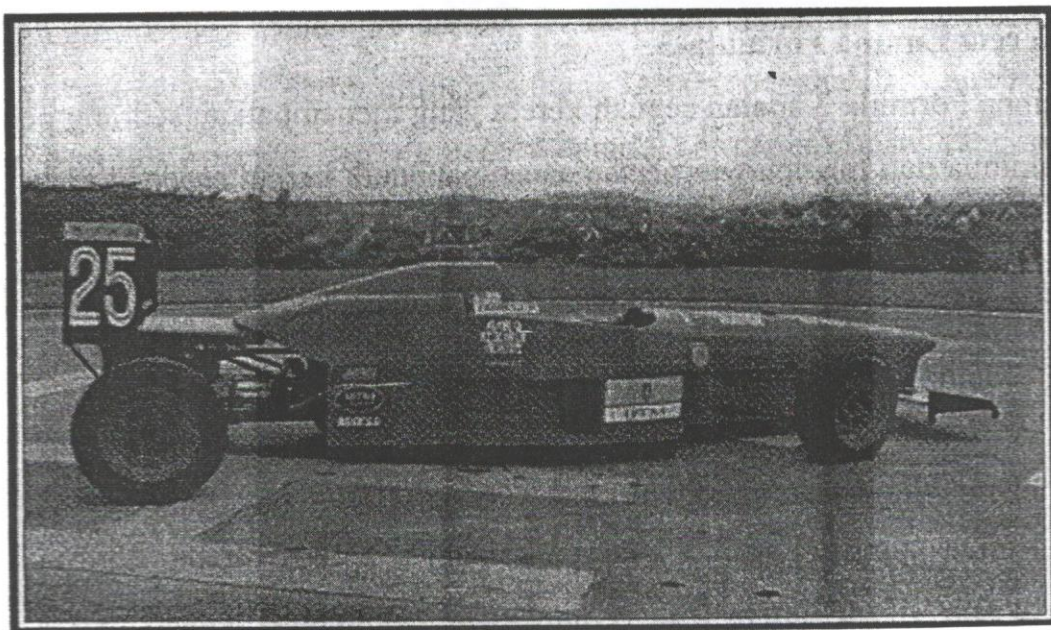
Kereta lumba Formula-3 adalah sebuah kereta yang menempatkan seorang pemandu selaku pelumba dan mempunyai persamaan rupabentuk kereta seperti kereta lumba Formula-1. Konsep utama seperti reka bentuk yang aerodinamik, casis *monocoque* aluminium, suspensi, tayar, brek, dimensi keseluruhan dan berat kereta masih lagi dikekalkan. Walau bagaimanapun, enjin kereta lumba Formula-3 mempunyai tahap kuasa dan kelajuan yang lebih rendah berbanding kereta lumba Formula-1. Formula-3 hanya menggunakan enjin 2000cc *electronic fuel-injection* dengan 4 bilangan silinder. Kereta lumba Formula Asia merupakan kereta lumba Formula yang mempunyai spesifikasi lumba (*racing specification*) setaraf dengan kereta lumba Formula-3 yang diakui di peringkat antarabangsa.

Perlumbaan kereta lumba Formula-3 adalah merupakan peringkat awal untuk seseorang pelumba sebelum mereka menceburkan diri dalam bidang perlumbaan kereta lumba Formula-1. Pengalaman dan kemahiran yang diperolehi semasa

pengendalian kereta lumba Formula-3 perlu digunakan dalam mengendalikan kereta lumba Formula-1.



Rajah 3 Kereta Lumba Formula-1 Petronas Red Sauber



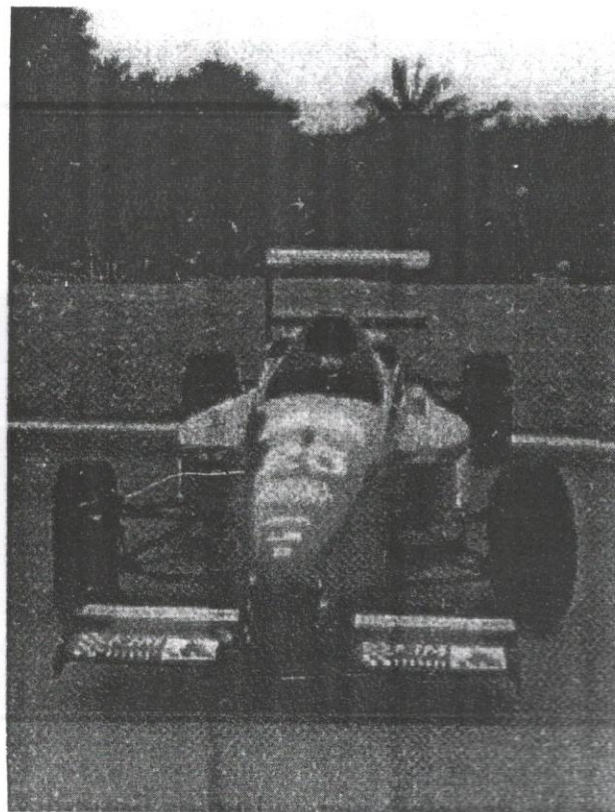
Rajah 4 Prototaip Kereta Lumba Formula-M  
Bercirikan Konsep Formula-3



## 2.0 PROTOTAIP KERETA LUMBA FORMULA-M

### 2.1 Latarbelakang Prototaip Formula-M

Formula-M adalah prototaip kereta lumba yang berasaskan kereta lumba Formula-3 yang dihasilkan melalui cetusan idea-idea sekumpulan pensyarah Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Universiti Teknologi Malaysia. Ia diusahakan di bawah program penyelidikan jangka pendek **UPP** (Unit Penyelidikan dan Pembangunan UTM) dan telah mengambil masa selama 2 tahun. Tujuan mereka bentuk dan memfabrikasinya adalah untuk membawa tahap penyelidikan Universiti kepada satu tahap yang lebih tinggi didalam bidang sukan lumba kereta.. Ia juga membuka ruang kepada penyelidikan bidang automotif di dalam perindustrian kereta lumba dan juga menaikkan imej negara di peringkat antarabangsa.



Rajah 5 Pandangan Hadapan Prototaip Kereta Lumba Formula-M

## **2.2 Pembangunan Konsep Reka Bentuk Prototaip Formula-M**

Pembangunan reka bentuk konsep prototaip Formula-M adalah berdasarkan kepada syarat-syarat dan peraturan yang telah ditetapkan oleh FIA (*Federation International of Automobile*). Aplikasi syarat-syarat dan peraturan ini adalah untuk mengawasi reka bentuk prototaip kereta lumba yang akan dihasilkan supaya selaras dan seimbang atau hampir dengan kualiti kereta lumba Formula-3 yang sedia ada.

## **2.3 Kriteria Reka Bentuk Konsep Formula-M**

Beberapa kriteria utama yang diambil kira di dalam reka bentuk prototaip kereta lumba Formula-M adalah seperti berikut :

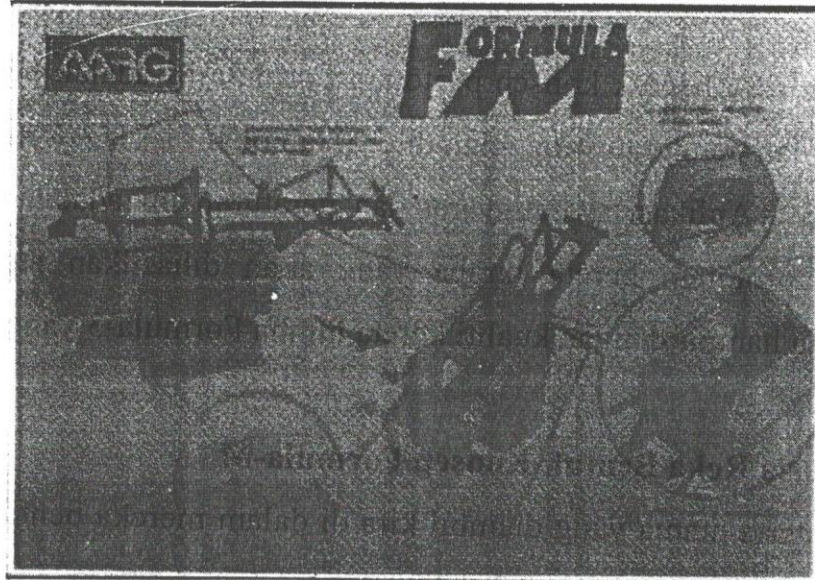
### **2.3.1 Tahap Keselamatan**

Bagi memastikan aspek keselamatan sentiasa dititikberatkan dalam penghasilan reka bentuk dan prototaip kereta lumba ini, beberapa ciri dan alat keselamatan telah diutamakan, antaranya adalah:

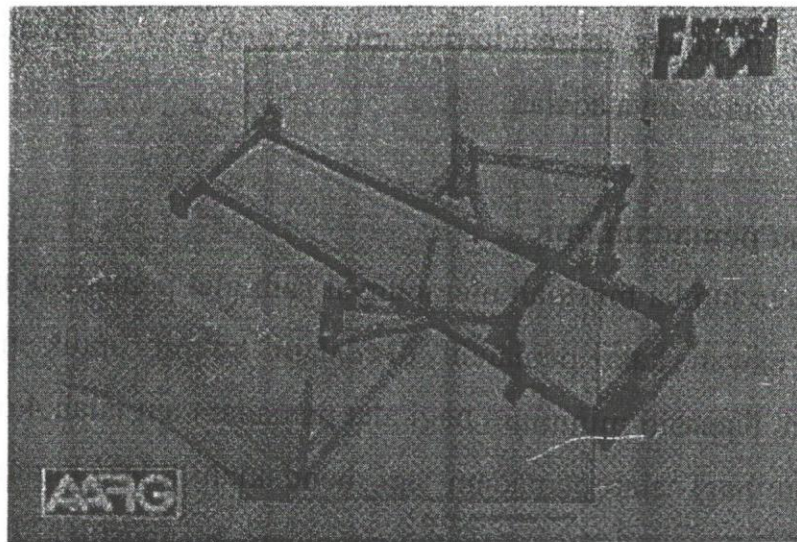
#### **(a) Alat pemadam api**

Setiap kereta lumba mestilah mempunyai satu alat pemadam api yang diletakkan di bahagian bawah kaki pemandu di dalam kokpit untuk menghadapi sebarang kecemasan. Kapasiti minimum bagi alat pemadam api ialah 4.65 liter. Tekanan yang dibenarkan bagi alat pemadam api hendaklah tidak kurang daripada 7.0 bar. Keterangan mengenai data-data alat pemadam api mestilah dilabelkan dengan jelas di bahagian yang mudah dilihat.





Rajah 6 Lakaran Rekabentuk Casis Prototaip Formula-M



Rajah 7 Lakaran Konsep Rekabentuk Struktur Sokongan Untuk Pemasangan Enjin dan Suspensi Belakang Formula-M

**(b) Suis utama**

Setiap pemandu apabila berada di dalam kereta mestilah mempunyai pengetahuan didalam menghadapi suasana kecemasan. Untuk itu, satu suis utama perlu diadakan dan ditempatkan pada papan meter utama (*dashboard*) dimana suis ini akan berfungsi untuk mematikan semua pergerakan arus elektrik dan pengaliran fungsi-fungsi yang lain.

**(c) Cermin pandang belakang**

Setiap kereta lumba perlu mempunyai sekurang-kurangnya dua cermin pandang belakang yang diletakkan di kiri dan kanan badan utama kereta.

Setiap cermin mestilah mempunyai keluasan permukaan minimum  $55\text{cm}^2$  yang mana ini akan memudahkan para pemandu memerhatikan keadaan dibelakangnya semasa perlumbaan diadakan.

**(d) Tali pinggang keselamatan**

Pemakaian tali pinggang keselamatan jenis empat (4) titik digunakan untuk menampung bahagian badan dan bawah pemandu daripada *submarining* semasa brek kecemasan.

Tali pinggang ini mestilah dipasang dengan cara yang selamat pada casis utama kereta dan mengikut piawaian yang telah ditetapkan oleh FIA.

**(e) Lampu belakang**

Setiap kereta mestilah mempunyai satu lampu merah (sekurang-kurangnya 21 watt) dan lampu ini mestilah dipasang mengikut ciri-ciri berikut :

- Terletak di tengah-tengah bahagian belakang kereta
- Boleh dilihat dengan jelas dari bahagian belakang walaupun didalam keadaan basah dan berkabus.
- Ketinggian tempat pemasangan tidak kurang daripada 40cm dari permukaan jalan.
- Mempunyai luas  $50\text{cm}^2$  untuk permukaan berlampu.

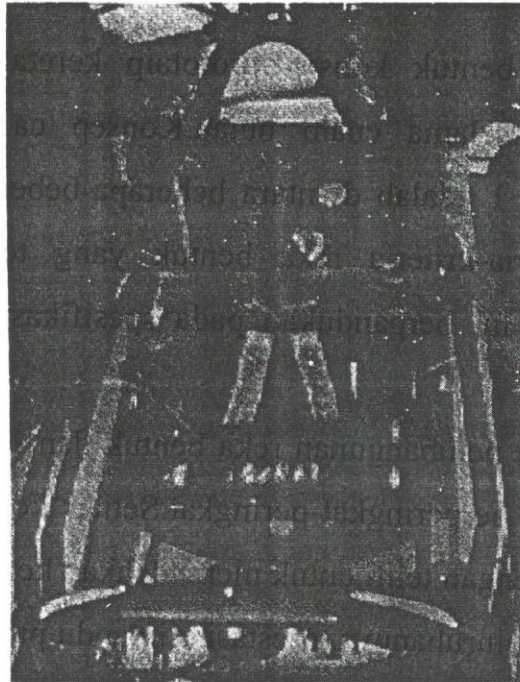
### 2.3.2 Enjin

- (a) Jenis enjin yang dibenarkan
  - Enjin yang menggunakan tindakbalas ombok berkuasa tinggi.
  - Penggunaan enjin dua (2) lejang adalah dilarang.
  - Penggunaan piston adalah dari jenis *rotary*.
- (b) Kapasiti maksimum
  - Kapasiti enjin yang digunakan adalah tidak melebihi  $2000\text{cm}^3$ .
- (c) *Supercharging*
  - Penggunaan *supercharging* adalah tidak dibenarkan.
- (d) Pengubahsuaian enjin :
  - Bahagian yang telah diubahsuai mestilah telah diperiksa dan diluluskan oleh pihak FIA untuk penggunaannya didalam siri perlumbaan kereta ini.
- (e) Sistem ekzos
  - Penggunaan ekzos yang pelbagai jenis dan bentuk adalah dilarang.
  - Bahagian keluar ekzos (*muffler*) mestilah terletak dengan ketinggian tidak kurang daripada 60cm dari permukaan jalan.
- (f) *Clutch*
  - Penggunaan *clutch* mestilah mempunyai diameter tidak kurang daripada 165 mm.

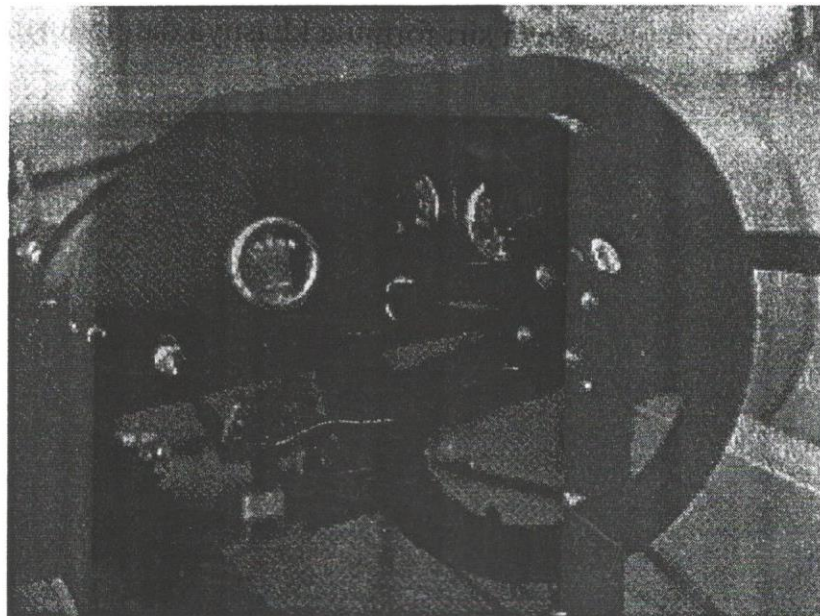
### 3.3 Berat

- (a) Berat keseluruhan kereta mestilah tidak melebihi daripada 4.55 kN.
- (b) Berat keseluruhan di sini bermaksud berat kereta dan seluruh komponen kecuali pemandu dan bahan api (*Fuel*).





Rajah 8 *Four Point Safety Belt* Untuk Keselamatan Pemandu



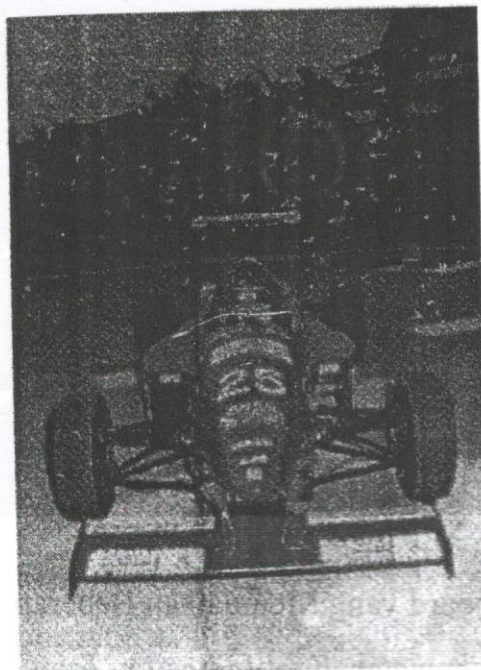
Rajah 9 Dashboard yang Memuatkan Beberapa Suis Keselamatan Utama  
*Tachometer, Fuel Indicator, Temperature Gauge*

#### **4.0 KESIMPULAN**

Penghasilan reka bentuk konsep prototaip kereta lumba Formula-M ini telah mengambil masa selama enam bulan. Konsep cadangan seperti yang terdapat didalam Lampiran 1 adalah diantara beberapa-beberapa konsep yang telah dipilih berdasarkan kriteria-kriteria reka bentuk yang telah ditetapkan oleh ahli-ahli penyelidik projek ini berpandukan pada spesifikasi lumba setaraf kereta lumba Formula-3

Kerja-kerja pembangunan reka bentuk dan fabrikasi prototaip tersebut telah dijalankan secara berperingkat-peringkat. Setiap komponen yang difabrikasi telah diberi perhatian dengan teliti untuk memudahkan kerja-kerja pemasangan.

Secara keseluruhannya, prestasi uji pandu prototaip kereta lumba Formula-M ini adalah baik, namun ada beberapa kelemahan yang perlu diatasi. Dengan terhasilnya prototaip pertama oleh Kumpulan Penyelidikan dan Pembangunan Automotif dan Aeronautik FKM, UTM ini nanti akan membuka ruang penerokaan terhadap kajian-kajian teknikal yang lebih menyeluruh dan terperinci di dalam bidang pengajian lumba kereta siri formula khasnya dan industri automotif amnya.



Rajah 10 Prototaip Kereta Lumba Formula-M



## LAMPIRAN 1

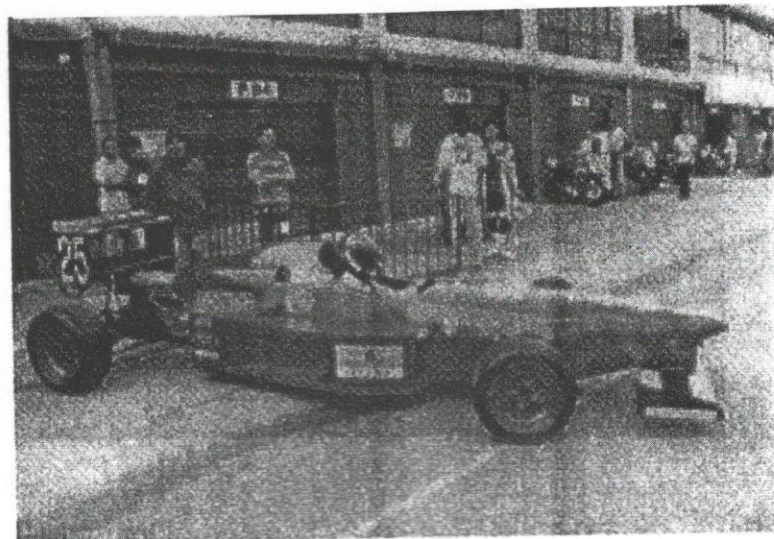
### UJI PANDU PROTOTAIP FORMULA-M

Peringkat terakhir didalam memastikan setiap reka bentuk yang dicipta mempunyai ciri-ciri dan spesifikasi yang baik, beberapa ujian tertentu perlu dilakukan bagi menguji prestasinya. Inilah yang telah dilakukan keatas prototaip kereta lumba Formula-M ini apabila telah siap difabrikasi

Proses uji pandu yang dilakukan ke atas prototaip kereta lumba Formula-M ini telah diadakan di litar lumba Pasir Gudang, Johor. Litar lumba ini yang kerap menerima kunjungan pelumba-pelumba bertaraf antarabangsa dan tempatan telah dipilih sebagai litar uji berdasarkan aspek lokasi dan ciri-ciri litar yang menepati kriteria yang dikehendaki. Secara kasarnya, litar lumba ini mempunyai lingkaran yang berjarak lebih kurang 4 km bagi setiap pusingan.

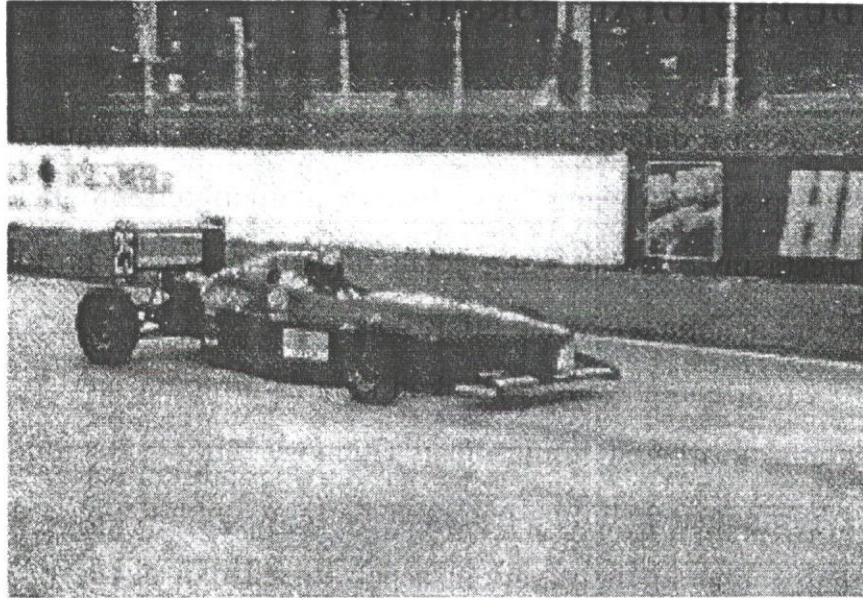
Pemandu yang telah menguji prototaip tersebut ialah

1. Profesional ~ **David Sonnescher** (Juara Formula Asia 1995 )
2. Semi-Profesional~ **Benjo** (Pelumba Proton 1.5S Series)

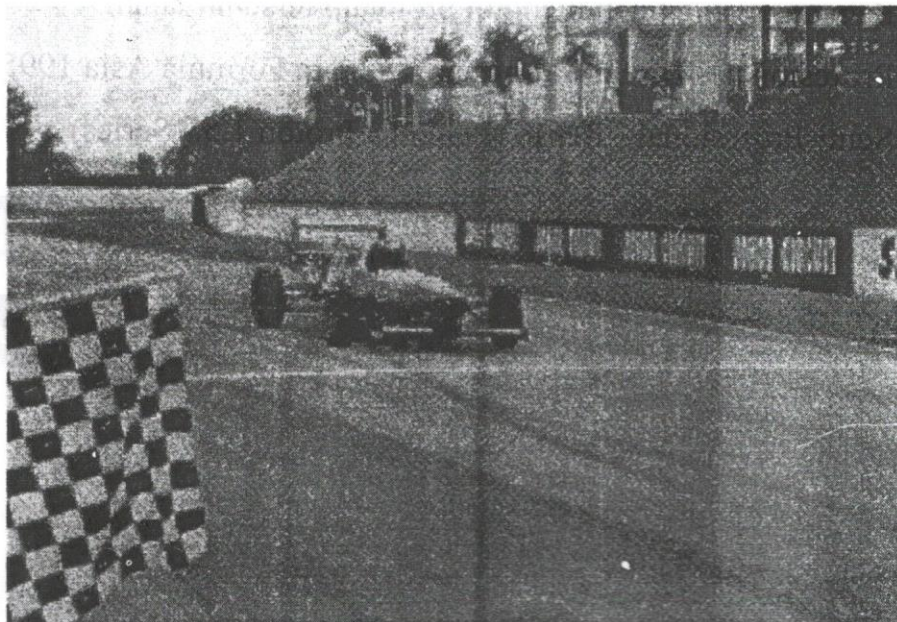


Rajah 11 Permulaan Ujipandu Prototaip Formula-M





Rajah 12 Ujipandu di Litar Lumba Pasir Gudang, Johor



Rajah13 Menamatkan Ujipandu Dengan 10 Pusingan

Jadual 1 Komen dari Pelumba Profesional - David Sonnescher

ASPEK	RATING
Kestabilan	Sangat Baik
<i>Straight-Line Driving</i>	Sangat Baik
Kelajuan	Baik
Daya Pecut ( <i>Pick up</i> )	Baik
Gegaran pada <i>chasis</i> dan <i>sub-chasis</i>	Baik
Sistem Brek	Memuaskan
<i>Cornering</i> (pemanduan di selekoh)	Baik

## LAMPIRAN 2

### SPESIFIKASI KERETA LUMBA FORMULA – M

**Enjin :**

- Jenis : *Alfa Romeo Twin Cam 8 Valves*  
*High tension coil dan High tension suppressed spark plug*  
*cable kuasa 130 bhp. Twin Venturi Carburettor Ekzos*  
*Manifold 4 dalam 1.*
- Kapasiti : 2000 cc
- Kelajuan maksima : 185 kmsj
- Kuasa maksima : 89.8 kW pada  
5300 ppm
- Daya kilas maksima : 175.5 Nm pada  
4000 ppm

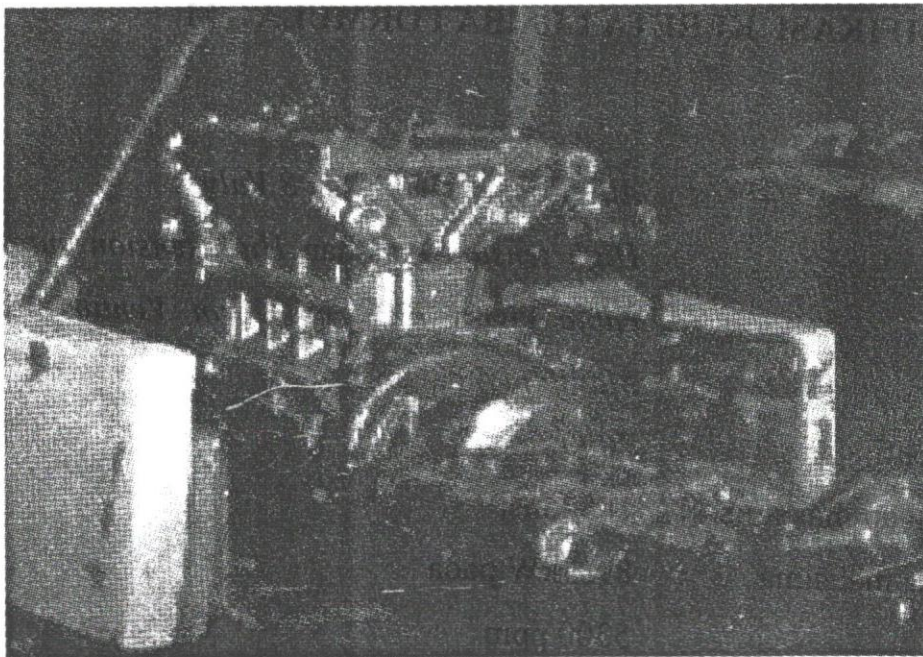


**Transmisi :**

- Jenis : Sistem transmisi Alfa Romeo dengan 5 kelajuan  
Gear ratio : Mengikut spesifikasi Alfa Romeo

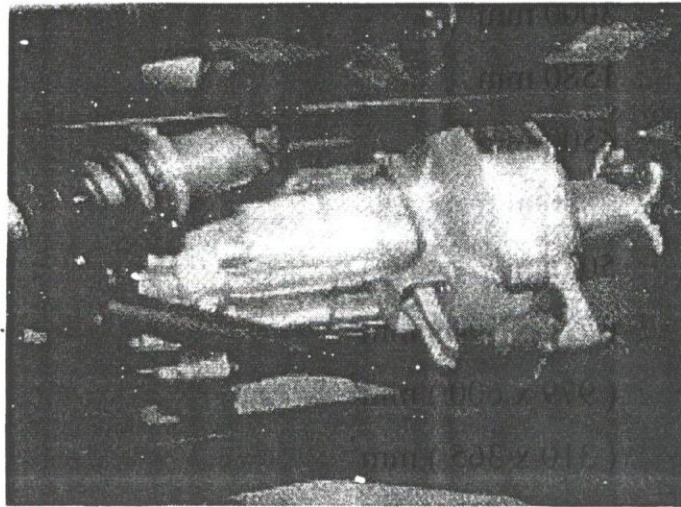
**Casis :**

- Jenis : *Full Length Aluminium Monocoque* dengan bentuk dan dimensi mengikut piawaian siri Formula 3.  
Sub-Chasis : *Full Length Mild Steel Square Tube* dengan *Mild Steel Mounting bracket* yang direka khas untuk memuatkan enjin Alfa Romeo dan sistem kotak gear Alfa Romeo.  
Suspensi : Penggunaan *Adjustable push rods mounted on Bilstein Shock Absorbers* dan *double upper and lower a-shape tubular carbon steel rod suspension*.  
Sistem steering : Penggunaan *rack and pinion detachable steering*.  
*Anti Roll Bar* : *Adjustable* untuk bahagian depan dan belakang.



Rajah 14 Enjin yang Digunakan Untuk Formula-M Adalah Alfa Romeo *Twin Cam 8 Valves 200 cc*





Rajah15 Kotak Gear

**Roda :**

- Jenis : *Yokohama Slicks*  
Depan : 13" x 6", 160 / 515 – *slick / wet*  
Belakang : 13" x 8", 200 / 550 – *slick / wet*

**Sistem brek :**

- Jenis : Penggunaan sistem brek cakera untuk kedua-dua bahagian depan dan belakang

**Body panel :**

- Bahan : Komposit bertetulang gentian kaca ( *GRP* )

**Floor pan :**

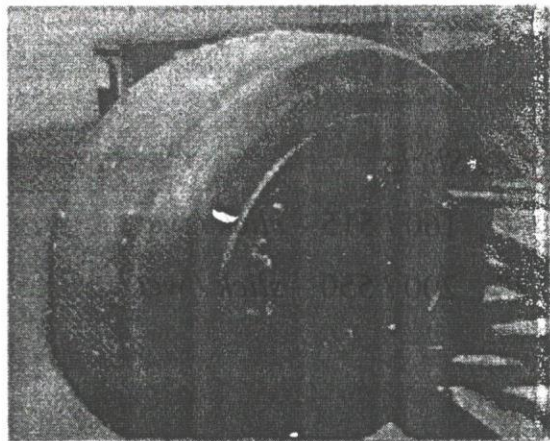
- Bahan : 4 keping papan jenis *Hard Plywood* yang dilapik dengan kepingan Aluminium

**Sayap :**

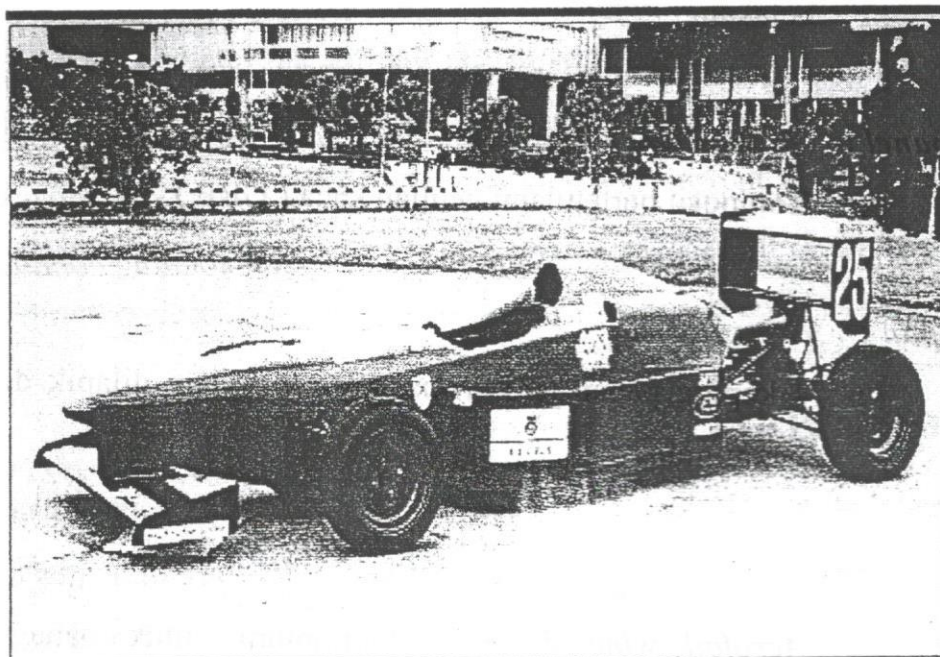
- Bahan : *Aerofoil wing* daripada Aluminium untuk bahagian depan dan belakang.

**Dimensi dan berat :**

Tapak roda	: 3000 mm
Track	: 1580 mm
Panjang keseluruhan	: 4500 mm
Lebar keseluruhan	: 1800 mm
Kelegaan bawah	: 50 mm
Ruang enjin	: ( 712 x 594 ) mm <sup>2</sup>
Ruang transmisi	: ( 979 x 600 ) mm <sup>2</sup>
Ruang suspensi	: ( 310 x 365 ) mm <sup>2</sup>
Berat keseluruhan	: 404.53 kg (tanpa pemandu)



Rajah 16 Tayar dan Sistem Brek



Rajah 17 Prototaip Formula-M yang Telah Siap Sepenuhnya