

# **PEMBUATAN PANEL BADAN KERETA LUMBA FORMULA-M DARIPADA BAHAN POLIMER KOMPOSIT (GFRP)**

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**

*Bahan kejuruteraan merupakan kunci utama bagi evolusi teknologi yang berkembang sejak dua dekad yang lalu. Faktor pemilihan bahan kejuruteraan masih lagi menjadi penentu kepada kejayaan bagi menghasilkan produk-produk berteknologi tinggi yang dapat memenuhi citarasa para pereka bentuk dan jurutera untuk memenuhi selera pengguna. Prototaip kereta Formula-M yang telah dihasilkan oleh Kumpulan AARG UTM merupakan satu titik permulaan ke arah membuktikan keupayaan penggunaan bahan polimer komposit sebagai panel badan kereta tersebut. Panel badan bagi kereta prototaip tersebut telah dihasilkan dengan menggunakan bahan poliester/gentian kaca (GFRP) yang telah membuktikan keupayaan fizikal dan mekanikalnya*

*berdasarkan kepada faktor pengalaman, pengetahuan serta kekangan kos yang wujud. Kajian teknikal yang lebih mendalam, sumbangan serta kerjasama yang bersepadu di masa hadapan akan dapat menghasilkan sebuah prototaip kereta lumba Formula-M yang lebih bermutu dan canggih.*

## **1.0 PENGENALAN**

Panel badan sesebuah kereta lumba didefinasikan dalam peraturan FIA sebagai keseluruhan bahagian badan yang bersentuhan dengan aliran arus udara.

Struktur panel badan memainkan peranan yang penting dalam reka bentuk keseluruhan sistem bagi sesebuah kereta lumba. Pada prinsipnya peranan struktur panel badan adalah untuk membekalkan bentuk aerodinamik yang dapat memenuhi paduan daya tarik (*drag*) yang rendah disamping menyumbang kepada kehendak kekuatan hentaman serta pengurangan dalam berat keseluruhan sesebuah kereta lumba.

## **2.0 SPESIFIKASI REKA BENTUK STRUKTUR PANEL BADAN**

Beberapa faktor yang menyumbang kearah penghasilan sesuatu reka bentuk yang terbaik perlu diperjelaskan dan dikaji sebelum penetapan ke atas spesifikasi akhir produk dapat disediakan, antaranya;

- a. Faktor rintangan udara
- b. Faktor fizikal dan mekanikal struktur kereta
- c. Faktor pemilihan bahan
- d. Faktor pemilihan proses pembuatan

## **2.1 Faktor Rintangan Udara**

Reka bentuk struktur panel badan yang mempunyai ciri-ciri garisan lamina yang baik serta penyudahan akhir permukaan struktur badan juga membantu ke arah pengurangan dalam tindakan daya tarik.

## **2.2 Faktor Fizikal dan Mekanikal**

Kestabilan serta pengurangan dalam berat struktur panel badan adalah ciri-ciri fizikal yang perlu diberi perhatian. Pemilihan bahan yang sesuai akan dapat membantu ke arah mengatasi masalah diatas. Ini adalah bagi menghasilkan struktur panel badan yang tegar serta ringan dan seterusnya dapat menyumbang kepada kuasa memecut dan pengurangan dalam penggunaan bahanapi.



**Rajah 1** Lakaran Konsep Panel Badan Formula-M



Rajah 2 *Computer Generated Wire Frame of Formula-M Body Panel*

Sifat-sifat mekanikal seperti kekuatan dan ketegaran yang tinggi adalah diperlukan bagi mengatasi masalah seperti kesan hentaman dan pemindahan kesan getaran ke bahagian sambungan yang kritikal.

### **2.3 Faktor Pemilihan Bahan**

Berdasarkan kepada faktor-faktor di atas, pemilihan bahan yang sesuai merupakan satu faktor yang diberi perhatian utama.

Perkembangan dalam teknologi bahan polimer komposit telah mendorong para jurutera dan pereka bentuk mengalih pandangan mereka kepada penggunaan bahan tersebut. Bahan polimer komposit menjadi pilihan utama berbanding dengan bahan kejuruteraan logam berdasarkan kepada faktor nisbah kekuatan terhadap berat yang tinggi yang terdapat pada bahan tersebut.

Penelitian yang terperinci perlu dibuat ke atas pemilihan bahan polimer komposit memandangkan sifat-sifat mekanikal dan fizikalnya amat bergantung kepada beberapa faktor seperti susunan arah gentian, peratus penggunaan gentian, peratus penggunaan bahan matrik, jenis bahan gentian serta proses pembuatan.

## **2.4 Faktor Pemilihan Proses Pembuatan**

Pemilihan proses pembuatan yang sesuai dan tepat dengan kehendak reka bentuk adalah antara ciri-ciri yang menyumbang ke arah kestabilan dan kekuatan sesuatu produk.

Dalam teknologi bahan polimer komposit, beberapa proses pembuatan telah diperkenalkan dan kebanyakannya adalah lebih menepati kepada kehendak reka bentuk sesuatu produk. Tidak semua proses pembuatan dapat menepati atau memenuhi kehendak sesuatu reka bentuk, dan satu proses pemilihan ke atas teknik pembuatan perlu dijalankan bagi menjamin spesifikasi atau kehendak sesuatu reka bentuk.

## **3.0 REKA BENTUK KOMPONEN STRUKTUR PANEL BADAN**

Secara keseluruhannya struktur panel badan sesebuah kereta lumba terbahagi kepada tiga komponen utama. Setiap komponen mempunyai ciri-ciri reka bentuk dan fungsi yang tertentu. Antara tiga komponen utama tersebut adalah, Muncung Hadapan (*Nose*) dan Panel Badan Tengah (*Intermediate Body Panel*).

### **3.1 Panel Muncung Hadapan (*Nose*)**

Komponen ini merupakan bahagian hadapan bagi sesebuah kereta lumba formula. Bahagian ini biasanya dicantumkan dengan komponen sokongan sayap hadapan (*front wing*) bagi membekalkan keseimbangan sesebuah kereta lumba.

Bentuk asas muncung hadapan adalah berbentuk kun (*cone shape*), bentuk ini dipilih berdasarkan kepada ciri-ciri aerodinamik yang dipamirkan serta memenuhi kehendak reka bentuk. Bentuk muncung hadapan adalah seperti yang ditunjukkan pada rajah diatas. Faktor pemilihan adalah berdasarkan kepada kehendak untuk mendapatkan daya cengkaman yang tinggi serta mengurangkan geseran permukaan kesan dari aliran arus udara.

### **3.2 Panel Badan Tengah**

Merupakan satu komponen yang paling penting dalam sesebuah kereta lumba formula. Rajah dibawah menunjukkan bentuk panel tersebut disambung secara mekanikal. Terdapat ruang terbuka pada bahagian panel tersebut bagi tujuan kemasukan aliran udara bagi tujuan penyejukan sistem-sistem sokongan enjin.

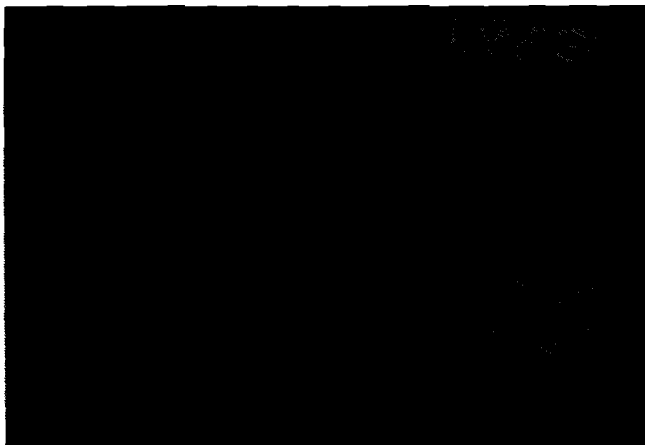
## **4.0 PROSES PEMBUATAN STRUKTUR PANEL BADAN**

Berdasarkan kepada reka bentuk yang telah dihasilkan, spesifikasi teknikal bahan dan teknik pembuatan yang telah dipilih adalah dinyatakan seperti dibawah. Spesifikasi ini adalah bersesuaian dengan kehendak reka bentuk bagi menghasilkan sebuah prototaip kereta lumba Formula-M.

### **4.1 Spesifikasi Teknikal Bahan**

Spesifikasi teknikal dalam pemilihan bahan terbahagi kepada tiga komponen utama, iaitu;

- (i) Penghasilan Paten (*Plug*)
- (ii) Penghasilan Acuan
- (iii) Penghasilan Produk



### Rajah 3 Struktur Muncung Hadapan



### Rajah 4 Paten Panel Muncung

#### 4.1.1 Paten (Plug)

Bahan utama yang dipilih adalah seperti berikut ;

- Wire mesh (Dawai Jaring)
- Gentian tisu kaca
- *Polyputty*
- Resin (*Polyester*)

#### 4.1.2 Acuan

Bahan utama adalah seperti berikut ;

- (a) Gentian kaca (CSM 450/WR 600/Tisu )
  - 4 lapisan CSM 450
  - 2 lapisan tisu kaca
  - 1 lapisan WR 600
- (b) *Gelcoat*
- (c) *Polyester Resin (High Grade)*

### 4.1.3 Produk

Spesifikasi produk dibahagikan kepada tiga komponen utama;

- (i) Muncung Hadapan (*Nose*)
  - (a) Gentian kaca (CSM 450/WR 600/Tisu)
    - 2 lapisan tisu kaca
    - 2 lapisan CSM 450
    - 1 lapisan WR 600
  - (b) *Polyester Resin*
  - (c) *Gelcoat*
  
- (ii) Panel Badan Tengah
  - (a) Gentian Kaca (CSM 450/WR 600/Tisu)
    - 2 lapisan tisu kaca
    - 2 lapisan CSM 450
    - 1 lapisan WR 600 (Pada bahagian yang ditetapkan hasil dari analisis pengujian)
  - (b) *Polyester Resin*
  - (c) *Gelcoat*
  
- (iii) Panel Tepi (*Side Panel*)
  - (a) Gentian kaca (CSM 450/WR 600/ Tisu)
    - 2 lapisan tisu
    - 2 lapisan CSM 450
    - 1 lapisan WR 600 (Pada bahagian yang ditetapkan hasil dari analisa dan pengujian)
  - (b) *Polyester Resin*
  - (c) *Gelcoat*



Spesifikasi campuran keatas laminat bahan polimer komposit (secara anggaran) adalah berdasarkan kepada nisbah berat iaitu 30% gentian dan 70% resin (matrik). Proses pembuatan yang dipilih adalah Teknik Bengkalai Tangan (*Hands Lay-up*).

#### **4.2 Kaedah Pembuatan Produk**

Kaedah pembuatan secara Teknik Bengkalai Tangan telah dipilih berdasarkan kepada faktor-faktor berikut;

- (a) Kemampuan dari segi mendapatkan bentuk akhir yang dikehendaki.
- (b) Keupayaan dari segi mengatasi masalah lengkung (geometri).
- (c) Keupayaan untuk mengatasi masalah penentuan tetulang, khasnya bagi bahagian yang memerlukan ketegaran yang tinggi.

Proses pembuatan panel badan adalah seperti ditunjukkan pada Rajah 1.

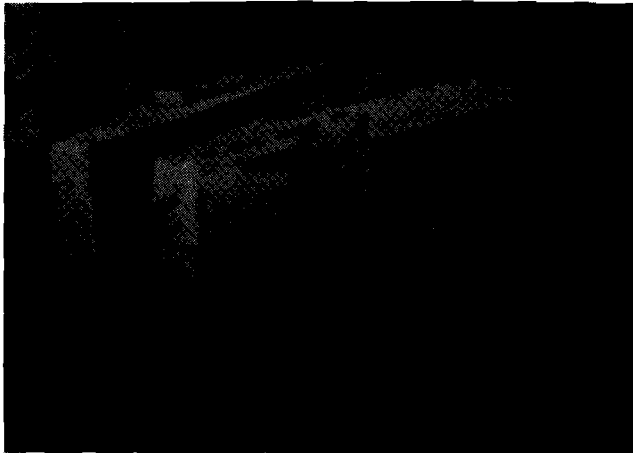
#### **5.0 KESIMPULAN**

Hasil dari produk akhir (prototaip) yang telah dihasilkan, didapati beberapa faktor yang perlu diatasi antaranya;

- (a) Penggunaan bahan polimer komposit yang lebih sesuai perlu digunakan bagi mengurangkan berat keseluruhan panel badan. Antara bahan polimer komposit termaju yang berpotensi untuk menggantikan bahan gentian kaca/poliester adalah bahan gentian karbon/epoksi (CFRP) atau gentian aramid/epoksi (AFRP).



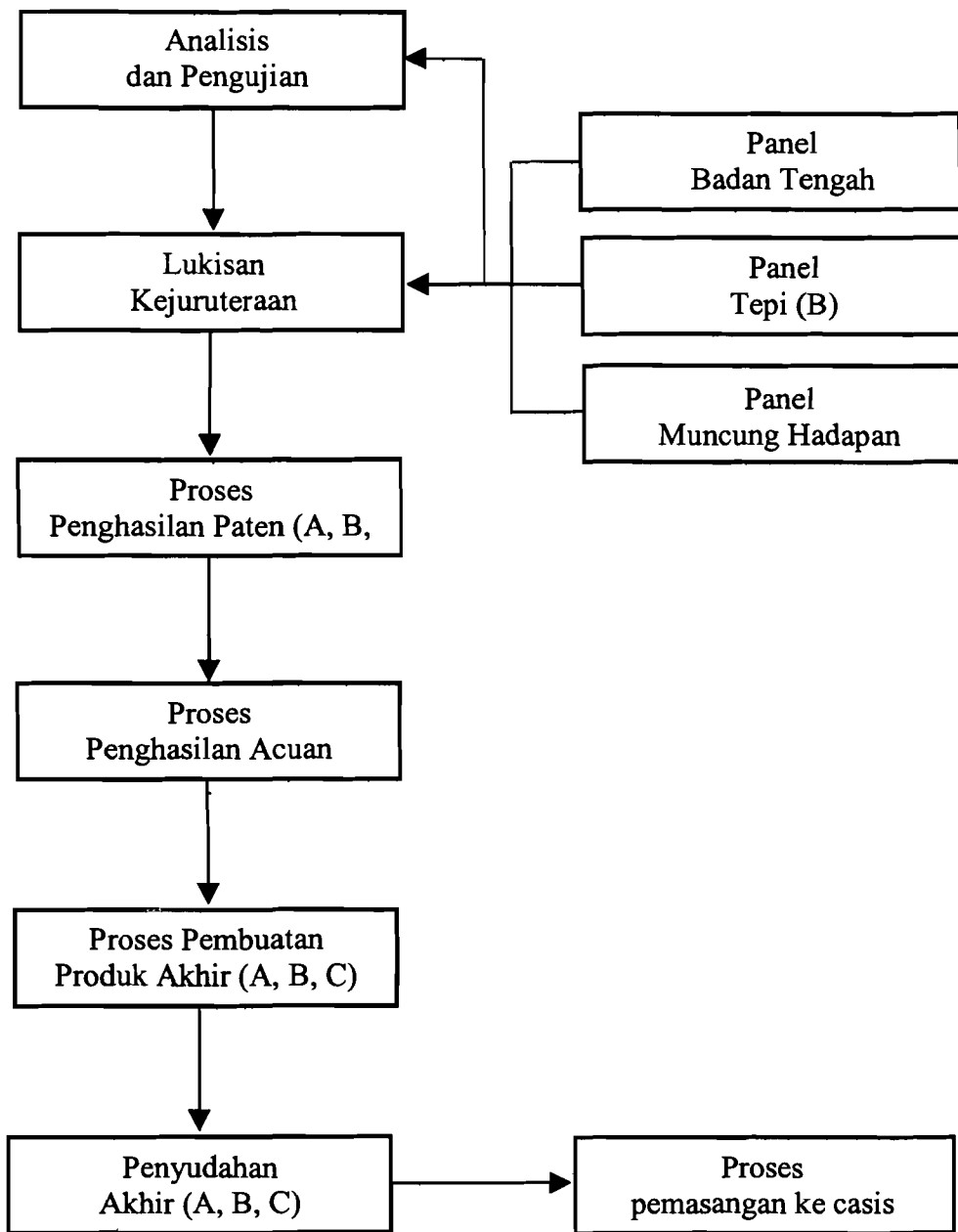
**Rajah 5 Paten Panel Tengah**



**Rajah 6 Paten Panel Tepi**

- (b) Pengujian ke atas bahan polimer komposit yang lebih rapi perlu diadakan, khasnya dalam pemilihan bahan yang sesuai dengan kehendak reka bentuk. Contohnya penggunaan bahan polimer komposit pada panel muncung adalah berbeza dengan panel tepi dan panel tengah. Ini adalah berdasarkan kepada keperluan untuk mengatasi tindakan kesan hentaman.
- (c) Proses pembuatan yang lebih rapi serta keperluan kepada pakar profesional adalah diperlukan. Ini adalah berdasarkan kepada mutu penyudahan akhir produk yang kurang licin serta masih terdapat kesan lengkung yang tidak mengikut garis yang ditetapkan dalam reka bentuk. Faktor ini telah menghasilkan rintangan udara yang agak tinggi serta menjejaskan keseluruhan prestasi kereta lumba tersebut.
- (d) Teknik penyambungan yang dihasilkan tidak menepati kehendak reka bentuk dimana terdapat beberapa kelemahan dari segi penyambungan antara panel ke casis.

Hasil dari beberapa kelemahan yang telah dikenalpasti adalah diharapkan dapat menghasilkan satu produk prototaip yang lebih mantap pada masa hadapan.



Rajah 7 Carta Alir Proses Pembuatan Panel Badan GFRP Prototaip Formula M