

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kompetisi Mobil Listrik Indonesia**

Politeknik Negeri Bandung secara rutin sejak tahun 2009 telah beberapa kali melaksanakan kegiatan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia yang menjadikan kompetisi tersebut adalah salah satu kompetisi tingkat nasional yang banyak diminati mahasiswa. Pada tahun 2019 Badan Koordinasi Kemahasiswaan Politeknik Indonesia (BAKORMA) telah banyak memberikan dukungan terhadap kompetisi tersebut, yang diharapkan kompetisi selanjutnya akan menghasilkan kualitas serta kuantitas peserta yang lebih baik (Polban, 2019)

Kompetisi yang digelar setiap tahunnya itu diadakan sebagai upaya untuk mempertunjukkan kreasinya dibidang teknologi transportasi listrik, serta untuk meningkatkan kesadaran masyarakat untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil serta memperhatikan isu global mengenai lingkungan hidup dan energi adalah dengan cara menciptakan teknologi dengan menggunakan energi terbarukan serta sebagai aksi nyata kepedulian terhadap lingkungan. (Polban, 2019)

#### **2.2 Kendaraan Listrik**

Kendaraan listrik merupakan sekian dari banyaknya alternatif untuk mengatasi permasalahan lingkungan serta krisis energi. Kelebihan dari kendaraan listrik adalah tidak memerlukan bahan bakar fosil serta mengurangi pencemaran udara seperti pada jenis kendaraan bermotor yang sering menghasilkan karbon monoksida dan gas berhaya lainnya. Disamping itu, terdapat persamaan pada kedua jenis kendaraan tersebut yaitu pada komponen utama berupa *chassis* dan *body* kendaraan. Karakteristik *body* dapat dipengaruhi material pembentuk *body* dengan ukuran yang tidak memiliki pengaruh begitu besar. Terdapat berbagai macam material yang digunakan sebagai pembentuk *body* dan *chassis* (Arya & Fadhil, 2015)

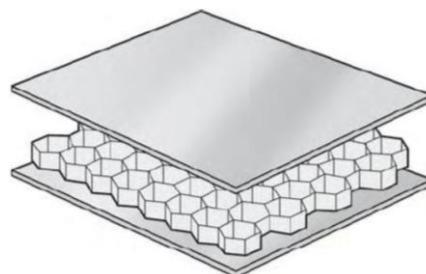
### 2.3 Material Bodi Kendaraan

Pada bidang manufaktur *body* dan *chassis* kendaraan, material yang digunakan yaitu logam dan komposit. Masyarakat umum lebih mengenal logam yang digunakan sebagai bahan material utama. Namun, terdapat juga beberapa kendaraan yang menggunakan material komposit. Komposit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan material logam. Seperti massa jenis yang kecil, serta nilai kekerasan yang lebih besar. Nilai kekerasan berpengaruh pada kekakuan sedangkan massa jenis menentukan bobot *body*. Komposit yang sering digunakan sebagai material pada manufaktur diantaranya yaitu *fibercarbon* dan *fiberglass* (Arya & Fadhil, 2015)

### 2.4 Konstruksi *Honeycomb Sandwich*

Konstruksi *honeycomb sandwich* memberikan efisiensi structural yang baik, dengan perbandingan kekuatan terhadap berat yang tinggi. Kelebihan lain yang terdapat pada konstruksi *sandwich* adalah menghilangkan pengelsen.

Konstruksi panel struktur *honeycomb sandwich* terdiri dari dua lapisan kulit tipis yang dipisahkan oleh material inti (*core*). Konstruksi *honeycomb sandwich* menjadikan salah satu yang paling berharga dalam inovasi pembaruan peningkatan teknik struktur untuk industri komposit. Struktur teknologi yang terinspirasi dari alam yang memberikan pembaruan dan studi struktur material yang digunakan manusia dalam kehidupan keteknikan. (Luwis, 2019)



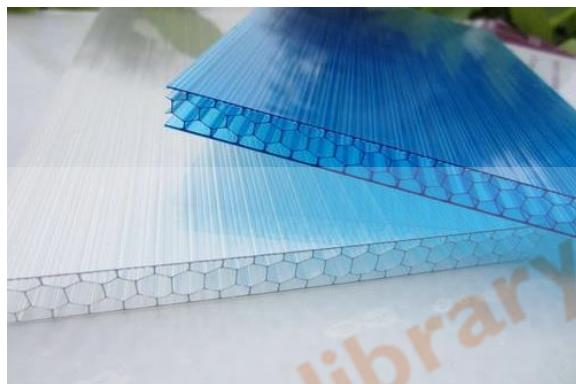
**Gambar 2.1** *Honeycomb sandwich*

(Altair, 2016)

## 2.5 Jenis-jenis *Honeycomb Sandwich*

### 2.5.1 Core Honeycomb Panel Sandwich

*Honeycomb core* adalah bahan termoplastik yang tersedia dalam berbagai ukuran, ketebalan, warna dan diameter sel. Dalam *industry* penerangan, *honeycomb core* hitam digunakan sebagai kisi-kisi didepan lampu led untuk menangkap lampu sekeliling. Sarang lebah *core* dengan kepadatan  $200\text{kg/m}^3$  juga merupakan peredam benturan yang sangat baik

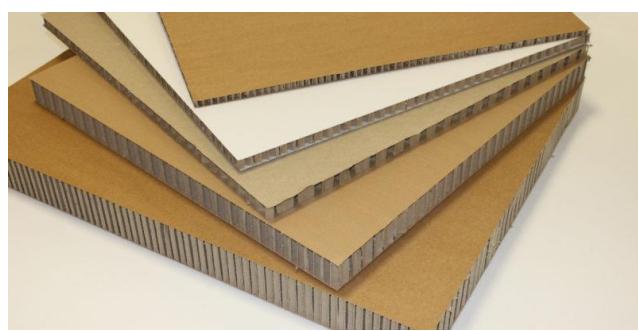


**Gambar 2.2 Core Honeycomb Panel Sandwich**

(Widiany, 2020)

### 2.5.2 Honeycomb Core Paper

*Honeycomb core* paper memiliki rasio kekuatan terhadap berat terbaik berkat struktur heksagonalnya yang disebut “*core*”. Beberapa perusahaan sepenuhnya terintegrasi dan memproduksi inti *honeycombnya* sendiri serta menyediakan berbagai ukuran sel dan kertas yang memungkinkan perusahaan tersebut menyesuaikan dengan kebutuhan mekanis konsumen.

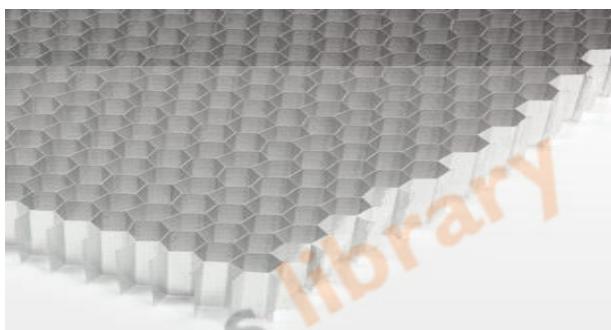


**Gambar 2.3 Honeycomb Core Paper**

(Purap, 2014)

### 2.5.3 Alumunium Honeycomb

*Honeycomb* alumunium adalah material komposit berkualitas tinggi yang kuat, yang mengatasi kerugian yang khas untuk material komposit karena kekuatan rendah, rentan terhadap kerusakan akibat dampak mekanis, kompleksitas produksi, serta biaya tinggi yang dikembangkan pada abad ke-20 untuk mengurangi berat struktur serta mempertahankan karakteristik yang diperlukan. Banyak keuntungan dari material ini meliputi berat rendah, ketahanan terhadap kompresi dan peregangan, ketahanan terhadap api, ketahanan terhadap korosi, getaran dan isolasi udara.



Gambar 2.4 Aluminium *Honeycomb*

(Purap, 2020)

## 2.6 Serat

Serat adalah suatu bentuk material yang berbentuk potongan-potongan komponen seperti jaringan memanjang yang utuh. Serat terdiri dari beberapa macam seperti serat alami, serat sintetis, serat mineral dan serat polimer. (Dantes, Widayana, & Nugraha, 2016)

- Serat Kaca (*fiberglass*)

*Fiberglass* adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005mm - 0,01mm. serat ini sering digunakan sebagai bodi kendaraan karena sifatnya yang kuat serta tahan korosi. Terdapat beberapa jenis *fiberglass* yang sering digunakan seperti *fiberglass* WR400 dan WR600. WR mempunyai arti anyaman beraturan sedangkan angka 400 dan 600 merupakan kepadatan dari anyaman *fiberglass*. (Purap, 2020)



**Gambar 2.5 Serat Kaca (*Fiber Glass*)**

(Purap, 2020)

- **Serat Karbon (*fibercarbon*)**

*Fibercarbon* merupakan material komposit yang diperkuat oleh *fiber*. Matriks yang sering digunakan biasanya yaitu *epoxy*, namun terdapat juga yang menggunakan *vinylester* atau *polyester*. *Fibercarbon* memiliki sifat yang ringan, kuat, serta kaku. Ketika pengrajaan pun lebih mudah. Dikarenakan karakteristik tersebut, material ini seringkali dimanfaatkan untuk membuat konstruksi pesawat sampai *chassis* sepeda modern, keunggulan yang terdapat pada *fibercarbon* berbanding lurus dengan *budget*. Dikarenakan itu juga, alat transportasi seperti motor atau mobil yang pembentuknya terdiri dari material *fibercarbon* biasanya dibanderol dengan *budget* yang cukup tinggi (Purap, 2020)



**Gambar 2.6 Serat Karbon (*Fibercarbon*)**

(Purap, 2020)

## 2.7 Matrik

Matrik dalam komposit berperan sebagai bahan pengikat/perekat *fiber* serta menjaganya supaya tidak berubah posisi sehingga menjadi sebuah unit struktur, campuran dari kedua bahan tersebut akan menghasilkan material yang keras, kuat serta ringan.

- *Epoxy Resin Epoxy*

Matrik *resin* ini berperan sebagai pengikat bahan-bahan penguat, dikarenakan *fibercarbon* hanya terdiri dari dua material tersebut maka sifat-sifat serat *fiber* juga hanya ditentukan oleh kedua bahan ini. *Epoxy resin* mempunyai banyak keunggulan seperti penyusutan rendah selama *fiber*, tahan kelembaban, resistensi kimia yang sangat baik, sifat listrik yang baik, meningkatkan kekuatan mekanik, serta umur simpan yang Panjang.

- *Epoxy Resin Polyester*

Selain *epoxy resin epoxy*, *epoxy resin* yang kerap digunakan sebagai matriks komposit yaitu *epoxy resin polyester*, *resin polyester* secara mekanik tidak terlalu baik karena *resin* ini mudah didapatkan, harga yang murah serta proses pembuatannya yang sederhana, *Polyester resin* adalah *resin* cair yang memiliki viskositas yang cukup rendah, serta dapat mengeras pada temperatur kamar hal tersebut dikarenakan *Polyester resin* merupakan tipe *resin* yang tidak jenuh (*unsaturated polyester*)

## 2.8 *Epoxy Hardener*

*Epoxy hardener* berfungsi sebagai katalis atau bahan tambahan untuk mempercepat proses pekerjaan atau reaksi polimerisasi. Penggunaan *epoxy hardener* tergantung dari tipe *epoxy resin* yang digunakan. Pada *resin polyester* pemakaian *epoxy hardener* yang disarankan yaitu sekitar 0,5-2% dari kuantitas *epoxy resin* supaya tidak mempengaruhi sifat material komposit. Komposit dengan matrik *Polyester* seringkali memakai *methylene ketone peroxide*, sementara untuk jenis komposit dengan matrik *epoxy* seringkali memakai *epoxy hardener anhidrida asam*.

## 2.9 Kekakuan

*Stiffness* adalah kemampuan suatu elemen untuk bersifat kaku/ tidak elastis (kekakuan). *Stiffness* didefinisikan sebagai hasil bagi antara beban dan defleksi dari uji lentur dan dihitung dengan persamaan 2.1

Dimana

$$K = stiffness \left( \frac{kg}{mm} \right)$$

$$F = \text{Beban} \, (kg)$$

$\delta$  = Defleksi (mm)

*Stiffness* pada suatu elemen struktur sangat dipengaruhi oleh banyaknya distribusi material yang ada. Suatu elemen struktur yang memiliki nilai *stiffness* rendah lebih memungkinkan mengalami tekuk dibandingkan dengan elemen yang mempunya *stiffness* yang lebih tinggi. (Aristadi, 2008)