

**PENGEMBANGAN MOBIL BERBAHAN BAKAR ETANOL
(DESAIN DAN PEMBUATAN LANTAI)**



PROYEK AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)
Program Studi DIII Teknik Mesin Otomotif
Universitas Sebelas Maret
Surakarta

Disusun Oleh :

BASKORRO
I 8608012

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK MESIN OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

compuuser
2012

HALAMAN PERSETUJUAN

Proyek Akhir dengan Judul "Pengembangan Mobil Berbahan Bakar Etanol (Desain dan Pembuatan Lantai)" ini telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada Hari :

Tanggal :



Pembimbing I

Pembimbing II

Purwadi Joko Widodo, ST., M.Kom

NIP. 197 3012 199702 1001

Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, ST., MT.

NIP. 197 1003 199702 1001

commit to user

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini telah dipertahankan dihadapan Tim penguji Proyek Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapat gelar Ahli Madya.

Pada Hari : _____

Tanggal : _____

Tim Penguji Proyek Akhir

1. Ketua / Penguji I
Purwadi Joko Widodo, ST., M.Kom. (_____)
NIP.19730121997021001
2. Penguji II
Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, ST., MT. (_____)
NIP. 19710103 1997021001
3. Penguji III
Bambang Kusharjanta, ST., MT. (_____)
NIP. 196911161997021001
4. Penguji IV
Ubaidillah, ST., M.Sc. (_____)
NIP. 198408252010121004

Mengetahui,
Ketua Program DIII Teknik Mesin

Disahkan,
Koordinator Proyek Akhir

Heru Sukanto, ST., MT.
NIP. 197207311997021001

Jaka Sulistya Budi, ST.
NIP. 19671019 199903 1 001

commit to user

HALAMAN MOTTO

Sebuah prestasi yang mengagumkan terbentuk dari usaha dan kerja keras, bukan hanya bakat.

(Masashi Kishimoto)

Orang yang gagal memang rendah seperti sampah, tapi orang yang membuang temanya sendiri itu lebih rendah dari sampah.

(Masashi Kishimoto)

Karena sesungguhnya setelah ada kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya pada Tuhanmulah kamu hendaknya berharap.

(Al – Insyirah : 5 – 8)

Keberhasilan tidak akan tercapai hanya dengan mengkhayalnya, tapi bagaimana kita memulai keberhasilan itu dengan sebuah usaha.

(Tanadi Santoso)

Seorang juara adalah orang yang dapat mengalahkan dirinya sendiri

(Convicius)

Wetenschap is geordend denken. Ilmu pengetahuan adalah berfikir teratur.

(Prof. Djoko Sutono)

Lakukan setiap perbuatan dengan niat yang baik

(Lisan P. P.)

Kenapa orang terjatuh ?

Agar orang tersebut tahu caranya untuk bangkit kembali.

commit to user
(George Bernard Shaw)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebuah hasil karya yang kami buat demi menggapai sebuah cita-cita, yang akan aku persembahkan kepada :

- Allah SWT serta nabi junjungan kita Muhammad SAW yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga hamba dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan ‘Tugas Akhir’ dengan lancar tanpa suatu halangan yang berarti.
- Ayah dan Ibu yang saya sayangi dan cintai yang telah memberi dorongan moril maupun materil serta semangat yang tinggi sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan laporan tersebut.
- Adik dan saudari Emi Rachmawati yang saya sayangi dan cintai yang telah memberikan semangat dan dorongan moril atas terlaksana dan terselesaikanya laporan ‘Tugas Akhir’ tersebut.
- Bapak dan ibu dosen pengampu khususnya Jurusan Teknik Mesin yang saya hormati dan saya banggakan, terima kasih atas semua yang telah kalian berikan dan ajarkan kepada kami.
- Para laboran pada laboratorium Jurusan Teknik Mesin atas bimbingan dan persahabatan selama kami menjalani masa praktikum maupun perkuliahan.
- Teman-teman D-III Teknik Mesin Otomotif 2008, terima kasih atas dukungan, persahabatan, dan bantuan kalian dalam saya menempuh perkuliahan hingga menyelesaikan ‘Tugas Akhir’ tersebut.
- Teman-teman BEM FT UNS, DEMA FT UNS, HMP FT UNS, dan BEM UNS, terima kasih banyak atas persahabatan dan perjuangannya.

commit to user

ABSTRAKSI

BASKORRO, 2012, PENGEMBANGAN MOBIL BERBAHAN BAKAR ETANOL (DESAIN DAN PEMBUATAN LANTAI), Proyek Akhir, Program Studi Diploma III Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Kendaraan awalnya hanya digunakan hanya sebagai alat transportasi, sehingga perlu adanya perkembangan ilmu mengenai bahan dan teknologi untuk memperoleh kenyamanan dalam berkendara. Salah satu solusi adalah penggunaan komposit pada bahan, sehingga diharapkan dapat diperoleh bahan yang ringan tapi kuat. Penggunaan komposit sudah banyak dikenal pada masyarakat dan bidang industri karena keunggulan dari material tersebut.

Tujuan Proyek Akhir tersebut adalah dapat mendesain atau merancang, menghitung kekuatan, menghitung biaya dan membuat serta cara perawatan yang harus dilakukan pada lantai mobil berbahan bakar etanol menggunakan komposit.

Proses pembuatan lantai mobil ini melalui beberapa tahapan yaitu pembuatan desain, pembuatan rangka laminasi, pembuatan cetakan, proses laminasi, dan proses *finishing*. Proses pembuatan lantai mobil dilakukan dengan proses laminasi dengan menggunakan metode *hand lay-up*. Penambahan kekuatan lantai mobil dilakukan dengan menambahkan kasa yang diletakkan pada bagian tengah-tengah proses laminasi yaitu pada laminasi ke-4 karena proses laminasi dilakukan sebanyak 8 kali. Setelah dilakukan analisa perhitungan, terbukti lantai mobil dengan bahan bakar komposit aman digunakan

Hasil dari Proyek Akhir tersebut berupa desain lantai mobil yang optimal sesuai dengan dimensi ruang lantai yang tersedia dan beban yang ditopang. Dari perhitungan kekuatan lantai didapatkan $\sigma_{\text{bahan}} < \sigma_{\text{ijin}}$ (**28,83** N/mm² < 184,54 N/mm²) sehingga lantai komposit aman untuk digunakan. Biaya dalam pembuatan lantai mobil bahan bakar etanol tersebut sebesar Rp.4.134.500,-

commit to user
Kata kunci : lantai komposit, proses pembuatan lantai, biaya pembuatan lantai.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini dengan judul "Pengembangan Mobil Berbahan Bakar Etanol (Desain dan Pembuatan Lantai)". Laporan Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Ahli Madya (A.Md) dan menyelesaikan Program Studi DIII Teknik Mesin Otomotif Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menemui beberapa kendala dan kesulitan dalam penyusunan laporan tersebut, tetapi berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan laporan ini, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada;

- Bapak Purwadi Joko Widodo ST., M.Kom. dan Bapak Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, ST., MT. , selaku pembimbing Proyek Akhir.
- Seluruh teknisi Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS.
- Teman-teman D-III Teknik Mesin Otomotif angkatan 2008, dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-satu yang telah membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala kritikan yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis hanya bisa berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan pembaca baik dari kalangan akademis maupun lainnya.

Surakarta, Desember 2011

commit to use

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAKSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Proyek Akhir	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Proyek Akhir	3
1.6. Pengambilan Data / Informasi	3
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Pengertian Komposit	5
2.2. Tujuan Dibentuknya Komposit	8
2.3. Unsur-Unsur Penyusun Komposit	8
2.3.1. Bahan Serat	8
2.3.2. Bahan Matriks	12
2.3.3. Katalis MEKPO	14
2.4. Pengujian <i>Bending</i>	16

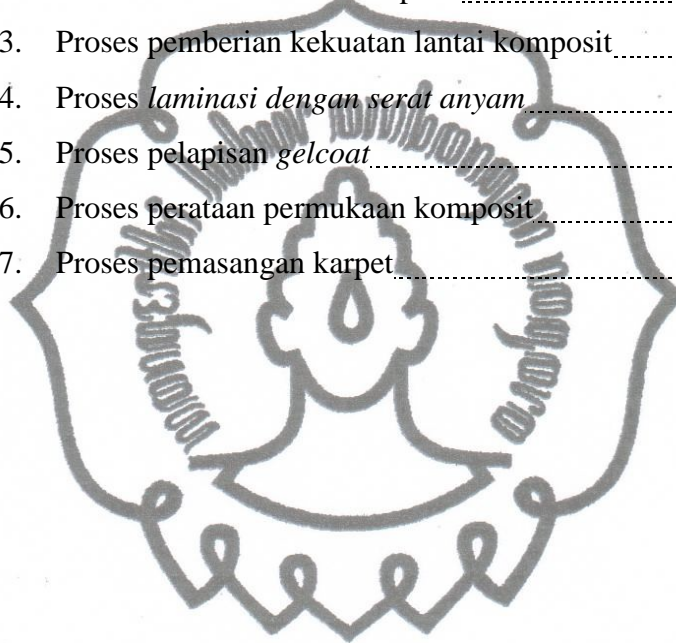
commit to user

BAB III	PERHITUNGAN KEKUATAN LANTAI MOBIL	18
3.1.	Perhitungan Kekuatan Lantai	18
3.1.1.	Perhitungan Kekuatan Beban	18
3.1.2.	Proses Pengujian <i>Bending</i> dan Hasil Pengujian	25
3.1.3.	Perhitungan Tegangan Ijin Bahan	27
3.1.4.	Perhitungan Kekuatan Lantai	30
BAB IV	PEMBUATAN DAN PERAWATAN LANTAI MOBIL	32
4.1.	Pembuatan Lantai Mobil	32
4.1.1.	Pembuatan Desain	32
4.1.2.	Pembuatan Rangka Laminasi	34
4.1.3.	Pembuatan Cetakan	36
4.1.4.	Proses Laminasi	38
4.1.5.	<i>Finishing</i>	43
4.2.	Perawatan Lantai Mobil	46
BAB V	PENUTUP	47
5.1.	Kesimpulan	47
5.2.	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Komposit serat.....	6
Gambar 2.2.	Komposit serpih.....	6
Gambar 2.3.	Komposit partikel.....	7
Gambar 2.4.	<i>Filled (skeletal) composites</i>	7
Gambar 2.5.	<i>Laminar composites</i>	8
Gambar 2.6.	Tipe serat pada komposit (Gibson, 1994).....	11
Gambar 2.7.	Tipe <i>discontinuous fiber</i> (Gibson, 1994).....	12
Gambar 2.8.	Pengujian <i>bending</i> (Standar ASTM D 790-02).....	16
Gambar 3.1.	Lantai mobil tampak dari samping.....	19
Gambar 3.2.	Skema beban pada lantai dilihat dari samping.....	19
Gambar 3.3.	Diagram gaya bebas.....	19
Gambar 3.4.	Potongan (z – z) bagian kanan batang G – F.....	21
Gambar 3.5.	Potongan (u – u) bagian kiri batang A – B.....	21
Gambar 3.6.	Potongan (v – v) bagian kiri batang B – C.....	21
Gambar 3.7.	Potongan (w – w) bagian kiri batang C – D.....	22
Gambar 3.8.	Potongan (x – x) bagian kiri batang D – E.....	22
Gambar 3.9.	Potongan (y – y) bagian kiri batang E – F.....	23
Gambar 3.10.	Gambar diagram gaya normal.....	24
Gambar 3.11.	Gambar diagram gaya geser.....	24
Gambar 3.12.	Gambar diagram momen <i>bending</i>	24
Gambar 3.13.	Proses pengujian bahan.....	25
Gambar 3.14.a	Diagram hasil pengujian spesimen 1.....	26
Gambar 3.14.b	Diagram hasil pengujian spesimen 2.....	27
Gambar 3.14.c	Diagram hasil pengujian spesimen 3.....	28
Gambar 4.1.	Desain Lantai Mobil.....	33
Gambar 4.2.	Pembuangan lantai lama.....	34
Gambar 4.3.	Pemotongan bahan.....	35
Gambar 4.4.	Bahan yang disambung dan dilapisi dengan <i>flaincoat</i>	36
Gambar 4.5.	Papan.....	36

Gambar 4.6.	Papan yang diisolasi.....	36
Gambar 4.7.	Pemberian anti lengket menggunakan <i>mirror</i>	37
Gambar 4.8.	Proses pelapisan dengan <i>gelcoat</i>	37
Gambar 4.9.	Proses laminasi untuk pembuatan cetakan.....	37
Gambar 4.10.	Hasil laminasi untuk pembuatan cetakan.....	38
Gambar 4.11.	Hasil pemotongan komposit untuk dijadikan cetakan.....	38
Gambar 4.12.	Proses laminasi lantai komposit.....	39
Gambar 4.13.	Proses pemberian kekuatan lantai komposit.....	40
Gambar 4.14.	Proses <i>laminasi dengan serat anyam</i>	41
Gambar 4.15.	Proses pelapisan <i>gelcoat</i>	43
Gambar 4.16.	Proses perataan permukaan komposit.....	44
Gambar 4.17.	Proses pemasangan karpet.....	45



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi senyawa kimia serat gelas (Nugroho, 2007).....	10
Tabel 2.2. Sifat-sifat serat gelas (Nugroho, 2007).....	10
Tabel 3.1. Beban pada lantai.....	18
Tabel 3.2. Hasil perhitungan kekuatan lantai mobil.....	23



commit to user

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kendaraan merupakan alat transportasi yang digunakan manusia untuk berpindah dari tempat yang satu ke tempat lainnya. Awal abad 19-an, kendaraan hanya difungsikan sebagai alat transportasi belaka, tidak heran bila proses pembuatannya belum menjamin kenyamanan.

Perkembangan ilmu bahan dewasa ini semakin maju dengan terus diadakannya pengembangan-pengembangan tentang bahan, untuk memperoleh material baru dengan kualitas yang lebih baik pada kondisi tertentu. Jenis logam yang baik dikenal selama ini tidak selamanya baik, karena pada suatu kondisi tertentu sifat dari masing-masing logam tersebut tidak mungkin ditetapkan pada suatu konstruksi. Sebagai contoh, baja merupakan logam yang kuat, tangguh dan mempunyai sifat mekanik yang bagus lainnya, ternyata tidak cocok diaplikasikan sebagai bahan konstruksi pesawat terbang, konstruksi mobil F1, motor pada *moto GP* dan lain sebagainya, karena berat jenis baja yang tidak memungkinkan untuk konstruksi-konstruksi tersebut yang membutuhkan bahan sekuat baja tetapi berat jenisnya kecil / ringan.

Komposit merupakan terobosan baru terkait dengan permasalahan di atas. Komposit sendiri merupakan gabungan dua atau lebih material yang berbeda bentuk, sifat dan komposisinya, sehingga setelah digabungkan akan diperoleh material baru dengan sifat yang lebih baik atau tidak dimiliki oleh material penyusunnya. Berdasarkan jenis penguatnya, komposit dibedakan menjadi komposit penguatan partikel (*particulate composite*), komposit penguatan serat (*Fibrous composite*), komposit penguatan serpih (*Flake composite*). Dari ketiga jenis komposit ini yang akan digunakan sebagai bahan pengembangan adalah komposit penguatan serat (*Fibrous composite*), karena jenis komposit ini yang paling sering digunakan.

commit to user

Penggunaan material komposit dengan penguat serat yang mulai banyak dikenal dan terus menerus mengalami perkembangan mendorong para ilmuwan untuk mendalaminya agar dapat diproduksi secara masal pada industri manufaktur. Keunggulan dari komposit yang ringan, kuat, tahan terhadap korosi dan mampu bersaing dengan logam cepat diserap oleh industri otomotif, militer, alat olahraga, kedokteran, bahkan peralatan rumah tangga (Jatmiko, 2005). Produsen mobil *Daimler-Benz* yang bekerjasama dengan UNICEF mengembangkan komposit serat alam sebagai panel interior mobil (Sumardi, 2003). PT. INKA juga termasuk perusahaan yang mengembangkan aplikasi komposit pada gerbong kereta api (Abdullah, 2000) telah mampu mengaplikasi komposit *glass fiber reinforced polyester* (GFRP) untuk *front end* KRLI dan *mask* KRL-Nas. Aplikasi dari GFRP telah meluas penggunaannya pada industri pembuatan pesawat terbang, kereta api dan mobil.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam proyek akhir ini adalah bagaimana mendesain atau merancang, menghitung kekuatan, menghitung biaya dan membuat serta cara perawatan yang harus dilakukan pada lantai mobil berbahan bakar etanol.

1.3. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari pelaksanaan proyek akhir ini adalah :

1. Dapat merancang atau mendesain.
2. Dapat menyusun perhitungan kekuatan menggunakan komposit.
3. Dapat menghitung biaya yang dibutuhkan.
4. Dapat membuat dan merawat lantai mobil berbahan bakar etanol.

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas agar permasalahan yang dibahas tidak melebar, maka batasan-batasan masalah proyek akhir ini adalah :

1. Penulis membatasi hanya pada proses desain dan pembuatan lantai
2. Perhitungan hanya dibatasi pada perhitungan kekuatan yang diijinkan lantai.

1.5. Manfaat Proyek Akhir

Manfaat yang diperoleh dari penyusunan laporan Poyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Dapat menambah pengetahuan dan pengalaman tentang material komposit khususnya proses pembuatan lantai mobil dari bahan komposit.

2. Bagi Universitas

Sebagai referensi untuk inovasi pembuatan lantai mobil yang lebih baik dan lebih kuat.

3. Bagi Masyarakat

Sebagai wacana mengenai inovasi bahan yang lebih ringan dan kuat kemudian dapat dikembangkan demi kemajuan ilmu pengetahuan.

1.6. Metode Pengambilan Data

Data-data yang didapatkan penulis sebagai bahan-bahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dengan:

1. Observasi

Dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan langsung dan mencatat secara langsung pada obyek yang dibuat.

2. Wawancara

Dilakukan dengan mengajukan pertanyaan secara langsung kepada narasumber atau kepada pihak-pihak lain yang dapat memberikan informasi sehingga membantu dalam penulisan laporan ini.

3. Literatur

Dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang berasal dari buku-buku yang ada kaitannya dengan judul tugas akhir.

1.7. Sistematika Penulisan

Laporan penulisan Proyek Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab tersebut berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan proyek akhir, batasan masalah, manfaat proyek akhir, metode pengambilan data, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang pengertian komposit, unsur-unsur penyusun komposit, faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan komposit dan pengujian komposit.

BAB III PERHITUNGAN KEKUATAN LANTAI MOBIL

Bab ini berisi tentang perhitungan kekuatan lantai mobil berbahan bakar etanol yang terbuat dari komposit.

BAB IV PROSES PEMBUATAN DAN PERAWATAN LANTAI MOBIL

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan pembuatan lantai mobil dan perawatan-perawatan lantai mobil berbahan bakar etanol menggunakan komposit.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II DASAR TEORI

2.1. Pengertian Komposit

Menurut Matthews dkk. (1993), komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat yang tidak homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Kroschwitz dkk (1987), menyatakan bahwa komposit adalah bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabungkan. Kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Komposit juga berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi, secara sederhana material komposit dapat diartikan sebagai material gabungan dari dua atau lebih material yang berlainan. Penggabungan dua material atau lebih tersebut ada dua macam yaitu (Arumaarifu, 2010) :

a. Penggabungan makro

Ciri-ciri penggabungan makro adalah :

1. Dapat dibedakan secara langsung dengan cara melihat.
2. Penggabungannya lebih secara fisis dan mekanis.
3. Penggabungannya dapat dipisahkan secara fisis ataupun secara mekanis.

b. Penggabungan mikro

Ciri-ciri penggabungan mikro adalah :

1. Tidak dapat dibedakan dengan cara melihat secara langsung.
2. Penggabungannya lebih secara kimiawi.

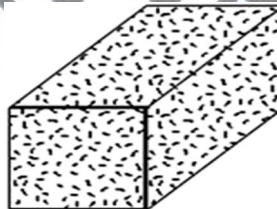
3. Penggabungannya tidak dapat dipisahkan secara fisis dan mekanis, tetapi dapat dilakukan dengan cara kimiawi.

Dari penjelasan di atas dapat diketahui bahwa material komposit dibuat dengan penggabungan secara makro. Material komposit merupakan material gabungan secara makro, maka material komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran / kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda dalam bentuk dan atau komposisi material dan pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Komposit dibedakan menjadi 5 kelompok menurut bentuk struktur dari penyusunnya (Schwartz, 1984), yaitu :

1. Komposit Serat (*Fiber Composites*)

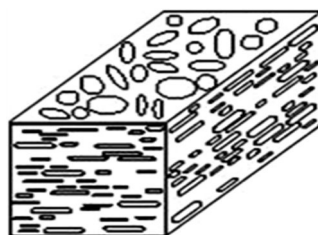
Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Dalam pembuatan komposit, serat dapat diatur memanjang (*unidirectional composites*) atau dapat dipotong kemudian disusun secara acak (*random fibers*) serta juga dapat dianyam (*cross-ply laminate*). Komposit serat sering digunakan dalam industri otomotif dan pesawat terbang (Schwartz, 1984).



Gambar 2.1. Komposit Serat (Schwartz,1984)

2. Komposit Serpih (*Flake Composites*)

Flake composites adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih kedalam matriksnya. *Flake* dapat berupa serpihan mika, *glass* dan metal (Schwartz, 1984).

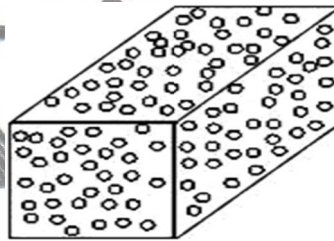


Gambar 2.2. Komposit Serpih (Schwartz, 1984)

user

3. Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

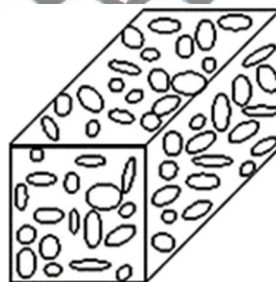
Particulate composites adalah salah satu jenis komposit dimana dalam matriks ditambahkan material lain berupa serbuk / butir. Perbedaan dengan *flake* dan *fiber composites* terletak pada distribusi dari material penambahnya. Dalam *particulate composites*, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol dari pada *flake composites*. Sebagai contoh adalah beton (Schwartz, 1984).



Gambar 2.3. Komposit Partikel (Schwartz, 1984)

4. *Filled (skeletal) Composites*

Filled composites adalah komposit dengan penambahan material ke dalam matriks dengan struktur tiga dimensi dan biasanya *filler* juga dalam bentuk tiga dimensi (Schwartz, 1984).

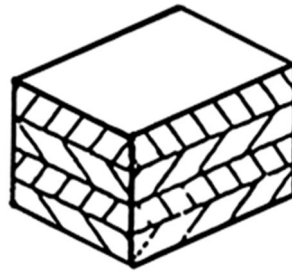


Gambar 2.4. *Filled (skeletal) Composites* (Schwartz, 1984)

5. *Laminar Composites*

Laminar composites adalah komposit dengan susunan dua atau lebih *layer*, dimana masing-masing *layer* dapat berbeda-beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya (Schwartz, 1984).

commit to user



Gambar 2.5. *Laminar composites* (Schwartz, 1984)

2.2. Tujuan Dibentuknya Komposit

Tujuan dibentuknya komposit adalah (Windarianti, 2010) :

- a. Memperbaiki sifat mekanik dan sifat spesifik tertentu.
- b. Mempermudah desain yang sulit pada proses pembuatan.
- c. Menghemat biaya.
- d. Bahan lebih ringan.

2.3. Unsur-Unsur Penyusun Komposit

Unsur-unsur utama penyusun komposit adalah matriks dan serat. Bahan-bahan pendukung pembuatan komposit meliputi katalisator, *akselerator*, *gelcoat*, dan pewarna. Bahan tambahan tersebut memiliki fungsi yang sangat penting untuk menentukan kualitas suatu produk komposit. Karena material komposit terdiri dari penggabungan unsur-unsur utama yang berbeda, maka muncul daerah perbatasan antara serat dan matriks (Santoso, 2002).

2.3.1. Bahan Serat

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matriks akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks penyusun komposit (Kriskiantoro, 2009).

commit to user

Sistem penguat dalam material komposit serat bekerja dengan mekanisme sebagai berikut : material berserat itu akan memanfaatkan aliran *plastis* dari bahan matriks (yang bermodulus rendah) yang sedang dikenai tegangan, untuk meneruskan beban yang ada itu kepada serat-seratnya (yang kekuatannya jauh lebih besar). Hasilnya adalah bahan komposit yang memiliki kekuatan dan modulus yang tinggi. Tujuan menggabungkan keduanya adalah untuk menghasilkan material dan fasa dimana fasa primernya (serat) disebar secara merata dan diikat oleh fasa sekundernya (matriks). Dengan demikian, *konstituen* utama yang mempengaruhi kemampuan komposit adalah serat sebagai penguat, matriks dan *interface* antara serat dengan matriks (Santoso, 2002).

Diameter serat juga memegang peranan yang sangat penting dalam memaksimalkan tegangan. Semakin kecil diameternya akan memberikan luas permukaan per satuan berat yang lebih besar, sehingga akan membantu *transfer* tegangan tersebut. Semakin kecil diameter serat (mendekati ukuran kristal) semakin tinggi kekuatan bahan serat. Hal ini dikarenakan cacat yang timbul semakin sedikit. Serat yang sering dipakai untuk membuat komposit antara lain: serat gelas, serat karbon, serat logam (*whisker*), serat alami, dan lain sebagainya (Santoso, 2002).

Serat gelas tersusun dari butiran *silica* (SiO_2), batu kapur, dan paduan lain yaitu Al, Ca, Mg, Na, dll. Molekul *silicon dioksida* ini mempunyai konfigurasi *tetrahedral*, dimana satu ion *silicon* memegang empat ion oksigen. Jaringan dari *silica tetrahedral* ini adalah dasar dari terbentuknya serat gelas (Santoso, 2002).

Berdasarkan jenisnya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu (Nugroho, 2007) :

1. Serat *E-Glass*

Serat *E-Glass* adalah jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi. Jenis ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik.

2. Serat *C-Glass*

Serat *C-Glass* adalah jenis serat yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap bahan kimia yang korosif.

commit to user

3. Serat *S-Glass*

Serat *S-Glass* adalah jenis serat yang mempunyai kekakuan yang tinggi.

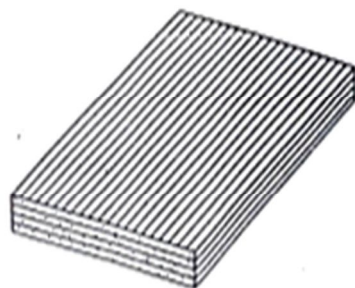
Tabel 2.1. Komposisi senyawa kimia serat gelas (Nugroho, 2007)

Tipe Serat	Komposisi Senyawa Kimia (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	B ₂ O ₃	K ₂ O	BaO
<i>E-Glass</i>	52.4	14.4	0.2	17.2	4.6	0.8	10.6	-	-
<i>C-Glass</i>	64.4	5.1	0.1	13.4	3.3	9.6	4.7	0.4	0.9
<i>S-Glass</i>	64.4	25.0	-	-	10.3	0.3	-	-	-

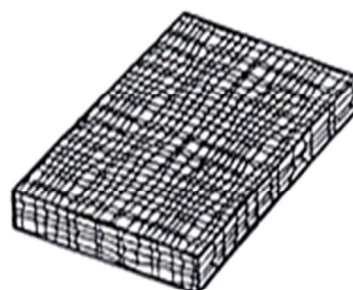
Tabel 2.2. Sifat-sifat serat gelas (Nugroho, 2007)

No.	Jenis Serat		
	<i>E-Glass</i>	<i>C-Glass</i>	<i>S-Glass</i>
1.	Isolator listrik yang baik	Tahan terhadap korosi	Modulus lebih tinggi
2.	Kekuatan tinggi	Kekuatan lebih rendah dari <i>E-Glass</i>	Lebih tahan terhadap temperature tinggi
3.	Kekuatan tinggi	Harga lebih mahal dari <i>E-Glass</i>	Harga lebih mahal dari <i>E-Glass</i>

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu (Gibson, 1994):

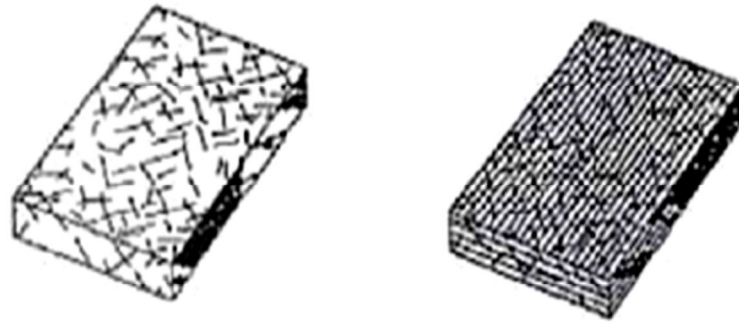


(a) *Continuous Fiber Composite*



(b) *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

commit to user



(c) *Discontinuous Fiber Composite (chopped fiber composite)*

(d) *Hybrid fiber composite*

Gambar 2.6. Tipe serat pada komposit (Gibson, 1994)

a. *Continuous Fiber Composite*

Continuous atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk *lamina* di antara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

b. *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

Komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe *continuous fiber*.

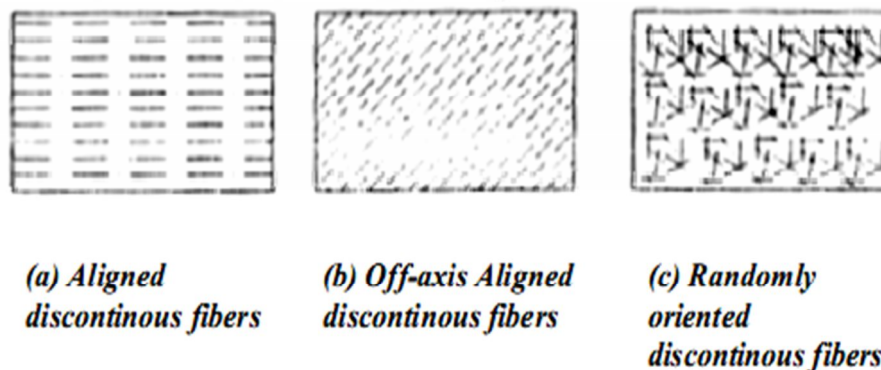
c. *Discontinuous Fiber Composite (chopped fiber composite)*

Komposit dengan tipe serat pendek masih dibedakan lagi menjadi (Gibson, 1994) :

1. *Aligned discontinuous fiber*
2. *Off-axis aligned discontinuous fiber*
3. *Randomly oriented discontinuous fiber*

commit to user

Randomly oriented discontinuous fiber merupakan komposit dengan serat pendek yang tersebar secara acak di antara matriksnya. Serat tipe acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih di bawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.



Gambar 2.7. Tipe *discontinuous fiber* (Gibson, 1994)

d. *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Pertimbangannya supaya dapat menutupi kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

2.3.2. Bahan Matriks

Menurut Gibson (1994), bahwa matriks dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan).

Syarat utama yang harus dimiliki oleh bahan matriks adalah bahan matriks tersebut harus dapat meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matriks dan kompatibel antara serat dan matriks. Umumnya matriks yang dipilih adalah matriks yang memiliki ketahanan panas yang tinggi.

Sebagai bahan penyusun utama dari komposit, matriks harus mengikat penguat (serat) secara optimal agar beban yang diterima dapat diteruskan oleh

commit to user

serat secara maksimal sehingga diperoleh kekuatan yang tinggi. Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Memegang dan mempertahankan serat tetap pada posisinya.
2. Men-*transfer* tegangan ke serat pada saat komposit dikenai beban.
3. Memberikan sifat tertentu bagi komposit, misalnya: keuletan, ketangguhan, dan ketahanan panas.
4. Melindungi serat dari gesekan mekanik
5. Melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang merugikan.
6. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Dalam proses pembuatan material komposit, matriks harus memiliki kemampuan meregang yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat. Apabila tidak demikian, maka material komposit tersebut akan mengalami patah pada bagian matriksnya terlebih dahulu. Akan tetapi apabila hal itu dipenuhi, maka material komposit tersebut akan patah secara alami bersamaan antara serat dan matriks.

Berdasarkan bahan penyusunnya matriks terbagi atas matriks organik dan inorganik. Matriks organik adalah matriks yang terbuat dari bahan-bahan organik. Matriks ini banyak digunakan karena proses penggunaannya menjadi komposit cepat dan mudah serta dengan biaya yang rendah. Salah satu contoh matriks organik adalah resin *polyester*. Matriks inorganik adalah matriks yang terbentuk dari bahan logam yang pada umumnya memiliki berat dan kekuatan tinggi.

Berdasarkan bentuk dari matriksnya komposit dapat dibedakan sebagai berikut (Gibson, 1994) :

a) Komposit Matriks Polimer (*Polymer Matrix Composites – PMC*)

Komposit jenis ini terdiri dari polimer sebagai matriks baik itu *thermoplastic* maupun jenis *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali (*recycle*) dengan menggunakan panas. *Thermoplastic* merupakan polimer yang akan menjadi keras apabila didinginkan. *Thermoplastic* akan meleleh pada suhu tertentu, serta melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat kembali (*reversibel*) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan. *Thermoplastic* yang lazim dipergunakan sebagai matriks misalnya *polyolefin* (*polyethylene, polypropylene*),

vinyllic (polyvinylchloride, polystyrene, polytetrafluorethylene), nylon, polyacetal, polycarbonate, dan polyfenylene.

Thermosets tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan *thermosets* melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin. *Thermosets* yang banyak digunakan saat ini adalah *epoxy* dan *polyester* tak jenuh. Resin *polyester* tak jenuh adalah matriks *thermosetting* yang paling banyak dipakai untuk pembuatan komposit. Resin jenis ini digunakan pada proses pembuatan dengan metode *hand lay-up*.

b) Komposit Matriks Logam (*Metal Matrix Composites – MMC*)

Metal Matrix composites adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. Komposit ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matriks dan penguatnya dengan serat seperti *silikon karbida*. Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Komposit MMC berkembang pada industri otomotif digunakan sebagai bahan untuk pembuatan komponen otomotif seperti blok silinder mesin, *pulley*, poros, gardan, dan lain-lain.

c) Komposit Matriks Keramik (*Ceramic Matrix Composites – CMC*)

CMC merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. *Reinforcement* yang umum digunakan pada CMC adalah *oksida, carbide, dan nitrid*. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah *filler* (penguat).

2.3.3. Katalis MEKPO

Katalis digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat dalam komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk berubah menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan. Pembuatan lantai mobil menggunakan katalis *metil ethyl katon peroxide* (MEKPO) yang berbentuk cair dan bewarna bening. Semakin banyak katalis yang ditambahkan pada resin

maka makin cepat pula proses polimerisasi, tetapi apabila kelebihan katalis material yang dihasilkan akan getas atau resin bisa terbakar. Penambahan katalis yang baik 1% dari volum resin. Bila terjadi reaksi akan timbul panas antara 60°C – 90°C . Panas ini cukup untuk mereaksikan resin sehingga diperoleh kekuatan dan bentuk plastik yang maksimal sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan.

Standar yang dianjurkan untuk penggunaan katalis adalah 1% pada suhu kamar. Semakin banyak penggunaan katalis tersebut maka waktu pengerasan cairan atau polimerisasi matriks akan semakin cepat. Akan tetapi apabila kita mengikuti aturan berdasarkan standar (1%) maka hal tersebut akan menyebabkan waktu polimerisasi menjadi sangat cepat, sehingga dapat merusak produk komposit yang dibuat. Temperatur pada saat pembuatan produk komposit sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang terjadi pada saat pembuatan produk komposit. Temperatur rata-rata pembuatan produk komposit di Indonesia adalah sekitar 35° – 38°C . Oleh karena itu, maka dalam penggunaan katalis dibatasi sebesar 0,3% dari volume matriks.

Akselerator memiliki fungsi sama dengan katalis, tetapi pengaruhnya tidaklah sekuat katalis. Jenis akselerator yang digunakan pada pembuatan lantai mobil ini adalah *cobalt naphthenate*. Jenis akselerator yang digunakan sangat tergantung pada jenis matriks yang dipakai. Pada pembuatan lantai ini akselerator hanya digunakan untuk membuat *gelcoat*.

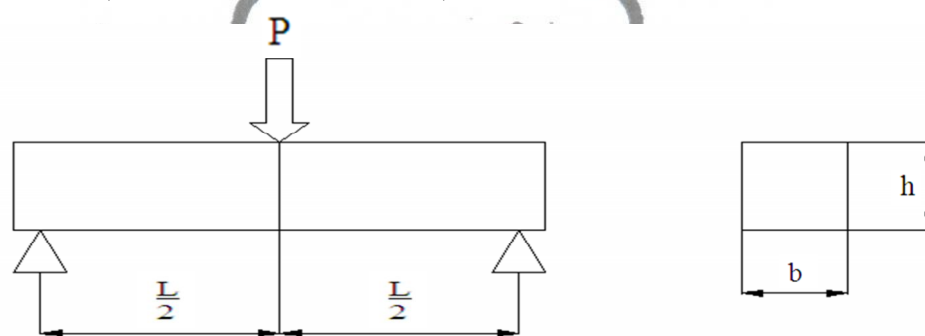
Gelcoat adalah lapisan pelindung yang berfungsi untuk mencegah masuknya air ke dalam komposit, menahan reaksi kimia, melindungi dari sinar ultraviolet, serta untuk menahan gesekan. Di samping itu, *gelcoat* juga dapat mempertinggi sifat mekanis bahan komposit.

Bahan penambah yang lain adalah pewarna yang berfungsi untuk memberi warna kepada produk komposit yang akan dibuat, sehingga memperindah tampilan dari bahan komposit. Pemberian warna ini dapat juga menutupi cacat akibat timbulnya rongga udara selama proses pembuatan bahan komposit. Zat pewarna yang akan digunakan dicampurkan ke dalam matriks yang akan digunakan untuk membuat *gelcoat*.

commit to user

2.4. Pengujian *Bending*

Material komposit mempunyai sifat tekan lebih baik dibanding tarik, pada perlakuan pengujian *bending* spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang terjadi akibat pengujian *bending* yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Dimensi balok dapat kita lihat pada gambar 2.8 berikut ini : (Standar ASTM D 790-02)



Gambar 2.8. Penampang pengujian *bending* (Standar ASTM D 790-02)

Momen yang terjadi pada komposit dapat dihitung dengan persamaan :

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2}$$

Menentukan kekuatan *bending* menggunakan persamaan (Standar ASTM D790-02) :

$$\sigma = \frac{M \cdot Y}{I} = \frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot h}{\frac{1}{12} b h^3}$$

$$= \frac{\frac{1}{8} P \cdot L}{\frac{1}{12} b h^2}$$

$$\sigma = \frac{3PL}{2bh^2}$$

commit to user

Keterangan :

P = Beban *bending* maksimal (N)

L = Panjang spesimen (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

h = Tebal spesimen (mm)

I = Momen inersia(mm⁴)

Y = Titik tengah (mm)

σ = Tegangan(N/mm²)

