

**ANALISIS SIMULASI KEKUATAN MEKANIK LUBANG BAUT  
WHEELDOP PCD 5 X 114 DENGAN MATERIAL KOMPOSIT  
FIBERGLASS**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Teknik Mesin



Diajukan Oleh:

NAMA : Bagas Permana Aji W. P

NIM : 153010044

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG  
2020**



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS SIMULASI KEKUATAN MEKANIK LUBANG BAUT**

***WHEELDOP* PCD 5 X 114 DENGAN MATERIAL KOMPOSIT**

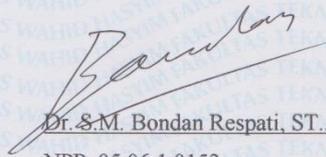
***FIBERGLASS***

Telah diperiksa, disetujui dan dipertahankan dihadapan Dewan Penguji  
Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Pada :  
Hari : Kamis  
Tanggal : 12 Februari 2020

Semarang, 10 Februari 2020

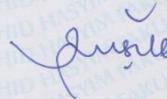
**Pembimbing I**



Dr. S.M. Bondan Respati, ST., MT.

NPP. 05.06.1.0153

**Pembimbing II**



Imam Syafaat ST., MT

NPP. 1975072620050011001



## FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

### HALAMAN PENGESAHAN UJIAN/ REVISI

Nama Mahasiswa: BAGAS PERMANA AJI W. P  
NIM : 153010044  
Judul TA : ANALISIS SIMULASI KEKUATAN MEKANIK  
LUBANG BAUT *WHEELDOP* PCD 5 X 114 DENGAN  
MATERIAL KOMPOSIT *FIBERGLASS*

Telah dipertahankan dan direvisi di depan Dewan Penguji Tugas Akhir  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

1. Penguji 1

Nama : Dr. S.M Bondan Respati, ST., MT

Tanggal Pengesahan : 05-03-2020

Tanda Tangan :

2. Penguji 2

Nama : Darmanto, ST., M.Eng

Tanggal Pengesahan : 07-03-2020

Tanda Tangan :

3. Penguji 3

Nama : Muhammad Dzulfikar, ST., MT

Tanggal Pengesahan : 9 Maret 2020

Tanda Tangan :

Semarang, .....

Mengetahui  
Ketua Program Studi

Dr. S. M. Bondan Respati, S.T.,M.T.

NPP: 05.06.1.0153



## FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

### HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagas Permana Aji W. P

Nim : 153010044

Program studi : Teknik Mesin

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak merupakan jiplakan dan juga bukan dari karya orang lain

Semarang, 10 Februari 2020

Yang menyatakan

Penulis

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

*“Sukses Itu Bukan Bisa Atau Tidak, Melainkan Mau Apa Tidak”*

### PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Sriyono, Ibu Yayuk Sri Mulyati, Kakak tercinta Eli Rahmawati dan Martina Megawati serta Keluarga besar kedua orang tua saya, yang telah memberikan kasih sayang dan mengajarkan arti berjuang tanpa pamrih guna memenuhi kebutuhan saya dalam meraih cita-cita, dan selalu mendoakanku serta selalu memberikan motivasi dalam mengerjakan Tugas Akhir ini
2. Terima kasih Dosen pembimbing 1. Bapak Dr.S.M Bondan Respati S.T., M.T. dan pembimbing 2. Imam Syafaat ST.,MT. yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang tidak bisa kuhitung berapa banyaknya barokah dan do'anya.
3. Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang. Terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berarti yang telah kalian berikan.
4. Saudara – saudara mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang, serta semua pihak atas bantuan dan dukungannya selama penulisan Tugas Akhir ini.
5. Kekasihku tercinta Laras Karima yang telah menemaniku dari semester pertama kuliah semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini bisa membawa perubahan dalam hidup kita dan semoga kita bisa bersama sampai kepelaminan untuk membangun keluarga yang Sakinah Mawaddah Warahmah.

## KATA PENGANTAR

Segala Puji syukur kita haturkan kepada Allah SWT karena limpahan rahmat serta anugrah-Nya sehingga penulisan dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir dengan judul **“ANALISIS SIMULASI KEKUATAN MEKANIK LUBANG BAUT *WHEELDOP* PCD 5 X 114 DENGAN MATERIAL KOMPOSIT *FIBERGLASS*”** sebagai salah satu syarat kelulusan pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Penulis banyak sekali mendapatkan doa, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan makalah Tugas Akhir ini. Atas berbagai bantuan dan dukungan tersebut, pada kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, Tuhan sekaligus Pengatur Kehidupan yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir hingga selesai.
2. Kedua Pembimbing, Bondan Respati selaku pembimbing tugas akhir dan juga sebagai dosen wali yang tidak kenal lelah memberikan ilmu, waktu berbagi, nasihat dan mengembalikan semangat serta arah ketika penulis terjatuh dan kehilangan arah selama penyusunan tugas akhir.
3. Keluarga dari teman-teman saya yang telah memberikan tempat tinggal untuk pembuatan TA ini.
4. Semua Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang yang telah sabar dalam memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama penulis berkuliah.
5. Staf dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang khususnya Nurkolis yang membantu dalam pengambilan data Uji Tarik dan mas Kusdi yang telah membantu penyediaan tempat untuk pembuatan Tugas Akhir.
6. Rekan-rekan seperjuangan Tugas Akhir angkatan 2015 yang lain yang tak kenal lelah memberikan motivasi kepada penulis agar segera menyelesaikan Tugas Akhir.

7. Penemu Google, E-mail, YM, Browser, Sistem Operasi, Musik Handphone, Sepeda Motor, Laptop yang telah memberikan kemudahan dalam pengerjaan penulisan.
8. Warga Pucang Anom 7 Rt 04 Rw 18 Pucang Gading, Kelurahan Batursari, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak yang telah menyediakan tempat dan kendaraan untuk penulis melakukan pengujian.

Dan berbagai pihak yang tak dapat penulis sebutkan di sini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberkati dan membalas semua kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari masih banyak yang dikembangkan pada tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan, semoga Tugas akhir ini dapat memberikan manfaat.

Semarang, 10 Februari 2019



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN UJIAN/REVISI</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>INTISARI</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar belakang .....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	3
I.3 Batasan Masalah .....	3
I.4 Tujuan penelitian.....	3
I.5 Manfaat penelitian.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	5
II.1 Tinjauan Pustaka.....	5
II.2 Komposit.....	6
II.3 Klasifikasi Komposit .....	8
II.3.1 Bahan Komposit Partikel .....	9
II.3.2 Bahan komposit Serat .....	9

II.4 Bagian Utama Dari Komposit .....	11
II.5 Jenis-Jenis Komposit .....	12
II.5.1 Material Komposit Serat .....	12
II.5.2 Komposit Lapis ( <i>Laminated Composite</i> ) .....	12
II.5.3 Komposit Partikel ( <i>Particulate Composite</i> ).....	12
II.6 Bahan Pembentuk Komposit .....	12
II.7 Kelebihan dan Kekurangan Komposit.....	17
II.7.1 Kelebihan Material Komposit.....	17
II.7.2 Kekurangan Material Komposit.....	18
II.8 Mengetahui sifat mekanik material dengan uji Tarik .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
III.1 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	23
III.2 Permodelan .....	30
III.3 Pengujian Komposit .....	36
III.4 Pengujian Tarik dan densitas.....	38
III.3 Parameter Pengujian.....	40
III.4 Diagram Alir penelitian.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
IV.1 Hasil Dari Komposit .....	42
IV.2 Hasil Uji Tarik Komposit Serat <i>Fiberglass-Resin</i> .....	43
IV.3 Hasil Simulasi .....	44
IV.5 Hasil Percobaan Manual.....	46
IV.6 Pembahasan.....	49
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>52</b>
V.1 Kesimpulan.....	52

V.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Hasil Pengujian Tarik Komposit <i>Fiberglass</i> .....	39
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 <i>Wheeldop</i> .....	2
Gambar II.1 Spesimen Uji Tarik Komposit .....	5
Gambar II.2 Aerosil .....	13
Gambar II.3 Pigment.....	13
Gambar II.4 Resin & Katalis.....	14
Gambar II.5 Bubuk Talk .....	14
Gambar II.6 Mate .....	15
Gambar I.7 Aseton .....	15
Gambar II.8 <i>Mirror Glaze</i> .....	16
Gambar II.9 Cobalt.....	16
Gambar II.10 Dempul <i>Fiberglass</i> .....	17
Gambar II.11 Benda Kerja Bertambah Panjang $\Delta L$ Ketika Diberi Beban P .....	19
Gambar II.12 Kurva Tegangan-Regangan Hail Uji Tarik .....	20
Gambar II.13 Hubungan Tegangan-Regangan Pada Baja Carbon Rendah .....	21
Gambar III.1 Kunci Momen.....	23
Gambar III.2 Mur Roda.....	23
Gambar III.3 <i>Wheeldop</i> R17 .....	24
Gambar III.4 Laptop.....	24
Gambar III.5 Mitshubishi L300 Pik Up .....	25
Gambar III.6 Kaca.....	25
Gambar III.7 Kuas.....	26
Gambar III.8 Resin & Katalis .....	26
Gambar III.9 Mate.....	27
Gambar III.10 <i>Mirror Glaze</i> .....	27
Gambar III.11 Timbangan Digital.....	28

Gambar III.12 Gelas Plastik .....	28
Gambar III.13 Gerinda Tangan .....	29
Gambar III.14 Mesin Frais .....	29
Gambar III.15 Gerinda Duduk .....	30
Gambar III.16 Tampilan Jendela Kerja <i>Solidwork</i> 2014 .....	30
Gambar III.17 Tampilan Cara Membuka File Desain Dari Folder Penyimpanan .....	31
Gambar III.18 Tampilan Gambar Yang Sudah dibuka Dan Masuk ke Menu Simulasi.....	31
Gambar III.19 Tampilan <i>Study Advisor</i> .....	32
Gambar III.20 Membuat <i>Custom Material</i> .....	32
Gambar III.21 Membuat Material Baru .....	33
Gambar III.22 Mengisi Data Sesuai Dengan Perhitungan Dan Pengujian .....	33
Gambar III.23 Menentukan <i>Fixed Geometry</i> .....	34
Gambar III.24 Menentukan Letak dan Memberikan Pembebanan Pada Lubang Baut .....	34
Gambar III.25 Hasil <i>Meshing</i> .....	35
Gambar III.26 <i>Mesh Details</i> .....	35
Gambar III.27 Gambaran <i>Wheeldop</i> Ketika Ditekan Oleh Mur .....	36
Gambar III.28 Kendaraan Yang Sedang Didongkrak .....	36
Gambar III.29 Setingan Kekuatan Kunci Momen .....	37
Gambar III.30 Pemasangan <i>Wheeldop</i> Pada Kendaraan.....	37
Gambar III.31 Pemasangan Mur Roda .....	38
Gambar III.32 Ukuran Spesimen ASTM D638 Tipe 1 .....	38
Gambar III.33 Tebal Spesimen ASTM D638 Tipe 1 .....	38
Gambar III.34 Mesin Uji Tarik .....	39
Gambar III.35 Spesimen Uji Tarik ASTM D368 Tipe 1 .....	39
Gambar III.36 Diagram Alur Penelitian.....	41
Gambar IV.1 Desain <i>Wheeldop</i> .....	42

Gambar IV.2 <i>Wheeldop</i> Hasil Komposit .....	42
Gambar IV.3 Spesimen Uji Tarik .....	43
Gambar IV.4 Grafik Tegangan Uji Tarik Komposit <i>Fiberglass</i> .....	44
Gambar IV.5 Grafik Regangan Uji Tarik Komposit <i>Fiberglass</i> .....	44
Gambar IV.6 Desain <i>Wheeldop</i> .....	45
Gambar IV.7 Hasil Tegangan .....	45
Gambar IV.8 Hasil Regangan .....	46
Gambar IV.9 Mur Yang Terpasang Menekan <i>Wheeldop</i> .....	46
Gambar IV.10 <i>Wheeldop</i> Bagian Kanan Yang Digunakan Saat Pengujian.....	47
Gambar IV.11 Tampak Dalam Bagian <i>Wheeldop</i> Kanan Depan.....	47
Gambar IV.12 Tampak luar Bagian <i>Wheeldop</i> Kanan Depan .....	48
Gambar IV.13 Tampak Dalam Bagian <i>Wheeldop</i> Belakang Kanan .....	48
Gambar IV.14 Tampak Luar Bagian <i>Wheeldop</i> Belakang Kanan .....	49
Gambar IV.15 Mur roda yang Terpasang Pada Velg Mobil.....	49
Gambar IV.16 Tampak Dalam Bagian <i>Wheeldop</i> Kanan Depan.....	50
Gambar IV.17 Tampak Dalam Bagian <i>Wheeldop</i> Kanan Belakang .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Tarik .....	55
--	----

## DAFTAR NOTASI

No	Lambang	Nama	Satuan
1	E	Modulus Elastisitas	N/mm <sup>2</sup>
2	G	Modulus Geser	N/mm <sup>2</sup>
3	$\sigma$	Tegangan	N/mm <sup>2</sup>
4	$\varepsilon$	Regangan	
5	$\Delta L$	Pertambahan Panjang Benda Kerja	mm
6	L <sub>0</sub>	Panjang Benda Kerja Awal	Mm
7	P	Beban Yang Bekerja	N
8	A	Luas Alas	mm <sup>2</sup>
9	$\nu$	<i>Poisson's Ratio</i>	
10	$\tau$	Tegangan Geser	N/mm <sup>2</sup>
11	$\gamma$	Regangan Geser	

## INTISARI

Komposit adalah salah satu jenis rekayasa material yang bertujuan untuk mendapatkan sebuah material baru dimana sifat mekanik dari unsur penyusunnya berbeda-beda. *Wheeldop* merupakan bahan modifikasi pada velg mobil yang terbuat dari campuran antara fiberglass dan resin. *Wheeldop* biasanya di pasang pada mobil yang masih menggunakan velg kaleng seperti pada mobil *pick up*. Untuk mengetahui kekuatan sebuah komposit dibutuhkan pengujian simulasi. Data pengujian simulasi di peroleh dengan cara pengujian tarik spesimen komposit. Hasil yang di dapatkan saat pengujian Tarik spesimen adalah tegangan maksimal 119,8864 MPa, tegangan luluh 102,2054 MPa, densitas  $0,16\text{g/cm}^3$ , poisson,s ratio 0,23, modulus elastisitas 50 MPa. Dalam pengujian ini juga melakukan pengujian manual dengan memasang *wheeldop* pada roda kemudian di kencangkan menggunakan kunci momen dengan beban yang di atur sebesar 120 Nm. Hasil dari simulasi mendapatkan tegangan sebesar 60,78 MPa, sedangkan regangan sebesar 0,790.

**Kata Kunci:** Komposit, *Wheeldop*, Pengujian Tarik, Simulasi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar belakang**

Pada ribuan tahun yang lalu material komposit telah dipergunakan dengan dimanfaatkannya serat alam sebagai penguat. Dinding bangunan tua di Mesir yang telah berumur lebih dari 3000 tahun ternyata terbuat dari tanah liat yang diperkuat dengan jerami. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi plastik, sejak tahun 1990-an, teknologi komposit bermatrik polimer juga berkembang cukup pesat dan pertumbuhannya mencapai sekitar 3,8 % per tahun.

Komposit merupakan penggabungan dari dua material atau lebih, yang dibentuk pada skala makroskopik dan menyatu secara fisik untuk memperoleh sifat-sifat baru yang tidak dimiliki oleh material pembentuknya. Komposit dari bahan serat terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat komposit serat yang lebih kuat dan ringan dibandingkan dengan logam. Bahan komposit telah digunakan dalam industri seperti pesawat terbang, otomotif, maupun alat-alat olahraga. Penggunaan komposit diberbagai bidang tidak lepas dari sifat-sifat unggul yang dimiliki komposit yaitu ringan, kuat, kaku serta tahan terhadap korosi.

Semakin berkembangnya jaman, kebutuhan manusia di bidang transportasi semakin mengalami peningkatan dan menuntut kita untuk mengelola transportasi dengan baik dan benar. Saat ini transportasi tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mengantarkan orang atau barang dari titik A ke titik B saja, melainkan saat ini transportasi juga harus memiliki gaya tersendiri agar lebih mendapatkan tempat di hati masyarakat. Salah satu bagian modifikasi penampilan di suatu kendaraan adalah bagian velg kendaraan. Kendaraan yang akan di gunakan dalam penelitian ini adalah Mitshubishi L300 dan Daihatsu Granmax yang dimana kendaraan tersebut memiliki PCD yang sama yaitu PCD 5 x 114.

*Pitch Circle Diameter (PCD)* adalah jarak lubang baut pada velg. PCD 5 x 114 adalah pada velg kendaraan tersebut memiliki 5 baut yang jarak diameter antar baut sebesar 114 mm. Pada kendaraan niaga seperti yang di buat penelitian ini, velg

yang di gunakan masih memakai velg besi / velg kaleng. Jadi modifikasi yang paling murah dan menghasilkan tampilan yang bagus adalah pemasangan *wheeldop*.

Melihat hal tersebut, tidak mengherankan jika saat ini usaha *wheeldop* kian menjanjikan dikarenakan permintaan pasar yang kian meningkat seiring berjalannya waktu. Bahan yang di gunakan untuk membuat *wheeldop* tentunya tidaklah banyak yaitu campuran resin dan *fiberglass*. Dan juga bentuk cetakan *wheeldop* juga bisa di desain dengan selera orang-orang. Dalam hal ini serat dari *fiberglass* akan di jadikan salah satu bahan dasar untuk penguat dalam komposit. *wheeldop* dengan bahan komposit *Fiberglass-resin* seperti terlihat pada Gambar I.1.



Gambar I.1 *wheeldop*

Menurut (Matthews & Rawlings, 1994). Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.

Sifat mekanik dan sifat spesifik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana

beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Pada penelitian ini menggunakan pengujian simulasi beserta pengujian manual. Simulasi adalah suatu proses peniruan dari suatu benda yang nyata beserta keadaan sekelilingnya. Jadi simulasi secara umum menggambarkan sifat karakteristik kunci dari kelakuan sistem fisiknya. Pada pengujian simulasi ini menggunakan aplikasi *solidwork* 2014. Serta pengujian manual sebagai pembandingan sekaligus hasil final apakah *wheeldop* dapat berfungsi dengan baik.

## **I.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mencari sifat mekanik komposit *Wheeldop* PCD 5 x 114?
2. Bagaimana Pengencangan baut *wheeldop* PCD 5 x 114?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah di atas agar permasalahan yang dibahas tidak melebar, maka dilakukan pembatasan pada:

1. Penelitian yang dilakukan adalah uji tekan komposit dengan cara manual dan simulasi
2. Material Spesimen terdiri dari gabungan *fiber glass*, katalis, dan resin.
3. Pengujian ini hanya menguji pada bagian lubang baut saja.
4. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua spesimen dimana satu spesimen utama dan satu sebagai specimen pembandingan.
5. Properties material berdasarkan pada data yang didapatkan pada beberapa sumber dan dimasukkan pada aplikasi *Solidwork*

## **I.4 Tujuan penelitian**

Adapun tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis parameter apa saja yang harus diperhatikan untuk

mengetahui sifat mekanik komposit.

2. Mengetahui hasil pengencangan baut *wheeldop* PCD 5 x 114 dengan cara Pengujian Simulasi dan Pengujian Manual.

### **I.5 Manfaat penelitian**

Manfaat penelitian dalam tugas akhir ini adalah untuk mengetahui kekuatan lubang baut *wheeldop* PCD 5 x 114 dengan metode manual dan simulasi terhadap sifat mekanik material komposit.

## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### II.1 Tinjauan Pustaka

Nugroho (2015) meneliti tentang pengaruh model serat pada bahan *fiberglass* terhadap kekuatan, ketangguhan, dan kekerasan material. Penelitian ini menggunakan bahan *fiberglass* dengan pola WR 400, WR 200, dan serabut serta plastic. Dari hasil pengujian material mengetahui bahwa nilai kekuatan dan ketangguhan tertinggi diperoleh material fiber dengan pola serat WR 400. Dari pengujian tersebut, material fiber memiliki kekuatan dan ketangguhan yang lebih baik daripada material plastik



Gambar I.1. Spesimen Uji Tarik Komposit.

Sumber : Wendy 2015

Harsi dkk (2015) meneliti tentang kekuatan bending dan kekuatan tekan komposit serat *hybrid* gelas sebagai pengganti produk kayu. Hasil dari penelitian tersebut adalah harga kekuatan rata-rata komposit serat *hybrid* gelas khususnya pada variasi volume 20%:10% dan 0%:30% yakni dengan harga berturut-turut sebesar 37,74 MPa dan 45,53 MPa,

Ermawan (2018) meneliti tentang penambahan jumlah serat dan jumlah lapisan terhadap kekuatan tarik komposit *Fiberglass-Polyesteri*. Dalam penelitian ini nilai kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh sampel komposit 3 lapisan dengan mendapatkan tegangan tarik maksimal sebesar 122,9 MPa dan menghasilkan regangan 9,72 % .

## II.2 Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda sifat dan strukturnya yang bertujuan untuk menghasilkan sifat lebih baik yang tidak dapat didapatkan apabila bahan-bahan tersebut berdiri sendiri (McCabe & Walls, 2008). Bahan komposit alamiah adalah dentin dan email gigi. Komponen enamelin pada email mewakili matriks organik, sementara dalam dentin, matriks terdiri atas kolagen (Anusavice, 2003).

Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (modulus *Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa lamina komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lamina ini disebut sebagai laminat.

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

- a. Penguat (*Reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang elastis tetapi lebih kaku serta lebih kuat.
- b. Matriks, umumnya lebih elastis tetapi mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah.

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

1. *Fibrous Composites* (Komposit Serat).

Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (*fiber*). Serat (*fiber*) yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya.

2. *Laminated Composites* (Komposit Laminat).

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

3. *Particulate Composites* (Komposit Partikel).

Merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sehingga komposit dapat disimpulkan adalah sebagai dua macam atau lebih material yang digabungkan atau dikombinasikan dalam skala makroskopis (dapat terlihat langsung oleh mata) sehingga menjadi material baru yang lebih berguna.

Komposit terdiri dari 2 bagian utama yaitu:

1. *Matriks*

berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal.

2. *Filler* (pengisi),

berfungsi sebagai Penguat dari matriks.

Penjelasan lain tentang komposit juga diutarakan oleh Van Rijswijk, dkk (2002), dalam bukunya *Natural Fibre Composites*, komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik.

Ada 3 faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya.
2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda.

Secara umum material komposit tersusun dari dua komponen utama yaitu matrik (bahan pengikat) dan *filler* (bahan pengisi). *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Gibson (1984) mengatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit.

### II.3 Klasifikasi Komposit

Dalam pembuatan sebuah material komposit, suatu pengkombinasian optimum dari sifat-sifat bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat tunggal sangat diharapkan. Beberapa material komposit polymer diperkuat serbuk yang memiliki kombinasi sifat-sifat yang ringan, kaku, kuat dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup tinggi. Disamping itu juga sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya.

Menurut Agarwal dan Broutman, yaitu menyatakan bahwa bahan komposit mempunyai ciri-ciri yang berbeda dan komposisi untuk menghasilkan suatu bahan yang mempunyai sifat dan cirri tertentu yang berbeda dari sifat dan ciri konstituen asalnya. Disamping itu konstituen asal masi kekal dan dihubungkan melalui suatu antara muka.

Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang heterogen yang terdiri dari fasa yang tersebar dan fasa yang berterusan. Fasa tersebar selalu terdiri dari serat atau bahan pengukuh, manakalah yang berterusannya terdiri dari matriks.

Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan sturkturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan antara lain seperti:

- a. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau metal *anorganic*.
- b. Klasifikasi menurut karakteristik *bult-from*, seperti *system matrik* atau *laminat*.
- c. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continous* dan *disontinuous*.
- d. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau *structural*.

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan

berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari serat – serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada dua macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

### **II.3.1 Bahan Komposit Partikel**

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel–partikel yang disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrik composites*). Bahan komposit partikel lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan ketahanan terhadap kekurangan air, tidak muda retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik.

### **II.3.2 Bahan komposit Serat**

Bahan komposit serat terdiri dari serat–serta yang terikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continous fiber*) dan serat pendek (*short fiber* dan *whisker*). Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

*Continuous* atau *uni-directional*, mempunyai serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

Komposit serat dalam dunia industry mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu *strong* (kuat), *stiff* (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik (Schwartz, 1984). Dalam pengembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang semakin diunggulkan dibandingkan material–material yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matrik yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Komposit pada umumnya menggunakan bahan plastik yang merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan pengikat seratnya selain itu plastic mudah didapat dan mudah perlakuannya, dari pada bahan dari logam yang membutuhkan bahan sendiri.

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus dapat menempatkan serat dengan benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu :

1. *Continuous Fiber Composite*

*Continuous* atau *uni-directional*, mempunyai serat panjang dan lurus, membentuk lamina di antara matriknya. Jenis komposit ini paling sering digunakan. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriknya.

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

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

3. *Discontinuous Fiber Composite*

*Discontinuous Fiber Composite* adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 ( Gibson, 1994 : 157 ) :

- a. *Aligned discontinuous fiber*
- b. *ligned discontinuous fiber*
- c. *Randomly oriented discontinuous fiber*

4. *Hybrid Fiber Composite*

*Hybrid Fiber Composite* merupakan komposit gabungan antara serat tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

## II.4 Bagian Utama Dari Komposit

1. *Reinforcement* adalah salah satu bagian utama dari komposit yaitu *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit.
2. Serat Gelas (*Glass fiber*) adalah bahan yang tidak mudah terbakar. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai penguat matrik jenis *polymer*. Komposisi kimia serat gelas sebagian besar adalah SiO<sub>2</sub> dan sisanya adalah oksida-oksida aluminium (Al), kalsium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), dan unsur-unsur lainnya

Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antarlain (Santoso, 2002):

- a. *Roving*  
Berupa benang panjang yang digulung
- b. *Yarn*  
Berupa bentuk panjang yang digunakan mengelilingi silinder.
- c. *Chopped Strand*  
Adalah *strand* yang dipotong-potong dengan ukuran tertentu kemudian digabung menjadi satu ikatan.
- d. *Reinforcing Mat*  
Berupa lembaran *chopped strand* dan *continuous strand* yang tersusun secara acak.
- e. *Woven Roving*  
Berupa benang panjang yang dianyam dan digulung pada silinder.
- f. *Woven Fabric*  
Berupa serat yang dianyam seperti kain tenun.

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

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

b. Serat C-Glass

Serat C-Glass adalah jenis serat yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap korosi.

c. Serat S-Glass

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

## II.5 Jenis-Jenis Komposit

### II.5.1 Material Komposit Serat

Material komposit serat yaitu komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat + resin sebagai bahan perekat, sebagai contoh adalah FRP (*Fiber Reinforce Plastic*) plastik diperkuat dengan serat dan banyak digunakan, yang sering disebut fiber glass.

### II.5.2 Komposit Lapis (*Laminated Composite*)

Komposit lapis yaitu komposit yang terdiri dari lapisan dan bahan penguat, contohnya *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya

### II.5.3 Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit partikel yaitu komposit yang terdiri dari partikel dan bahan penguat seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.

## II.6 Bahan Pembentuk Komposit

Bahan pembuat *fiberglass* pada umumnya terdiri dari 11 macam bahan, 6 macam sebagai bahan utama dan 5 macam sebagai bahan *finishing*. Sebagai bahan utama yaitu *aerosil*, *pigment*, resin, katalis, *talk*, *mate*, sedangkan sebagai bahan *finishing* antara lain : *aseton*, PVA, *mirror*, *cobalt*, dan dempul.

### 1. *Aerosil*

Bahan ini berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayi berwarna putih. Berfungsi sebagai perekat *mate* agar *fiberglass* menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah. Yang ditunjukkan pada Gambar II.2.



Gambar II.2 Aerosil

## 2. Pigment

*Pigment* adalah zat pewarna sebagai pencampur saat bahan *fiberglass* dicampur. Pemilihan warna disesuaikan dengan selera pembuatnya. Pada umumnya pemilihan warna untuk mempermudah proses akhir saat pengecatan. Yang ditunjukkan pada Gambar II.3.



Gambar II.3 Pigment

## 3. Resin

Bahan ini berujud cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening. Berfungsi untuk mencairkan/ melarutkan sekaligus juga mengeraskan semua bahan yang akan dicampur. Biasanya bahan ini dijual dalam literan atau dikemas dalam kaleng. Yang ditunjukkan pada Gambar II.4.



Gambar II.4 Resin & Katalis

#### 4. Katalis

Zat ini berwarna bening dan berfungsi sebagai pengencer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan dengan resin, dan dalam bentuk pasta. Perbandingannya adalah resin 1 liter dan katalisnya 1/40 liter.

#### 5. Talk

Sesuai dengan namanya bahan ini berupa bubuk berwarna putih seperti sagu. Berfungsi sebagai campuran adonan *fiberglass* agar keras dan agak lentur. Yang ditunjukkan pada Gambar II.5.



Gambar II.5 Bubuk Talk

#### 6. Mate

Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran adonan dasar *fiberglass*, sehingga

sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras, mat berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya *fiberglass* menjadi kuat dan tidak getas. Yang ditunjukkan pada Gambar II.6.



Gambar II.6 *Mate*

### 7. Aseton

Pada umumnya cairan ini berwarna bening, fungsinya seperti katalis yaitu untuk mencairkan resin. Zat ini digunakan apabila adonan terlalu kental yang akan mengakibatkan pembentukan fiberglass menjadi sulit dan lama keringnya. Yang ditunjukkan pada Gambar II.7.



Gambar II.7 *Aseton*

### 8. PVA

Bahan ini berupa cairan kimia berkelir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan *fiberglass*. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga fiberglass hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya.

### 9. *Mirror Glaze*

Sesuai namanya, manfaatnya hampir sama dengan PVA, yaitu menimbulkan efek licin. Bahan ini berwujud pasta dan mempunyai warna bermacam macam. Yang ditunjukkan pada Gambar II.8.



Gambar II.8 *Mirror Glaze*

### 10. *Cobalt*

Cairan kimia ini berwarna kebiru-biruan. Berfungsi sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer. Bahan ini dapat dikategorikan sebagai bahan penyempurna, sebab tidak semua bengkel menggunakannya. Hal ini tergantung pada kebutuhan pembuat dan kualitas resin yang digunakannya. Perbandingannya adalah 1 tetes cobalt dicampur dengan 3 liter katalis. Apabila perbandingan cobalt terlalu banyak, dapat menimbulkan api. Yang ditunjukkan pada Gambar II.9.



Gambar II.9 *Cobalt*

## 11. Dempul *fiberglass*

Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-pori perlu dilakukan pendempulan. Tujuannya agar permukaan fiberglass hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengerjaan lebih lanjut. Yang ditunjukkan pada Gambar II.10.



Gambar II.10 Dempul *Fiberglass*

## II.7 Kelebihan dan Kekurangan Komposit

### II.7.1 Kelebihan Material Komposit

Material komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal dan biaya. Seperti yang diuraikan dibawah ini :

#### a. Sifat-sifat mekanikal dan fisikal

Pada umumnya pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dari bahan konvensional seperti keluli.

#### b. Biaya

Faktor biaya juga memainkan peranan yang sangat penting dalam membantu perkembangan industri komposit. Biaya yang berkaitan erat dengan penghasilan suatu produk yang seharusnya memperhitungkan beberapa aspek seperti biaya bahan mentah, pemrosesan, tenaga manusia, dan sebagainya.

### II.7.2 Kekurangan Material Komposit

- a. Tidak tahan terhadap beban shock (kejut) dan crash (tabrak) dibandingkan dengan metal.
- b. Kurang elastis
- c. Lebih sulit dibentuk secara plastis.

### II.8 Mengetahui sifat mekanik material dengan uji Tarik

Untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material, maka yang harus dilakukan adalah melakukan pengujian terhadap material tersebut. Ada beberapa uji mekanik yang bisa dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat material, antara lain; uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi/ puntir (*torsion test*), uji *fatigue*, dll. Dari sekian pengujian yang dapat dilakukan untuk mengetahui sifat material, uji tarik menjadi pengujian yang paling diminati untuk dilakukan karena dari satu pengujian dapat diketahui banyak sifat material tersebut. Dalam artikel kali ini, penulis akan sedikit membahas tentang pengujian tarik dan sifat-sifat material apa saja yang bisa diketahui dari uji tarik.

Uji tarik mungkin dapat dikatakan pengujian yang paling mendasar. Pengujian ini sangat sederhana, tidak mahal dan telah mengalami standarisasi di seluruh dunia, baik dari metode pengujian, bentuk spesimen yang diuji dan metode perhitungan dari hasil pengujian tersebut. Dengan menarik suatu material secara perlahan-lahan, kita akan mengetahui reaksi dari material tersebut terhadap pembebanan yang diberikan dan seberapa panjang material tersebut bertahan sampai akhirnya putus.

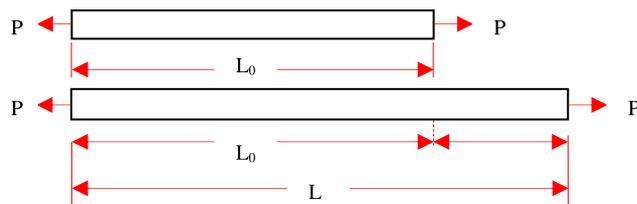
Setelah spesimen dilakukan pengujian kita akan mendapatkan sifat apa saja yang dimiliki material tersebut. Kemudian kita memasukkan data yang kita peroleh saat pengujian untuk mengetahui kekuatan dari material tersebut. Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan Dieter dkk, (1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji Davis, dkk (1955). Kurva tegangan regangan diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Tegangan yang dipergunakan pada kurva

adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik yang diperoleh dengan membagi beban dengan luas awal penampang melintang benda uji. Seperti diperlihatkan dalam persamaan 1 dibawah ini:

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (II.1)$$

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan regangan adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (gage length) benda uji,  $\Delta L$ , dengan awalnya,  $L_0$  ditunjukkan dalam persamaan 2 dibawah ini. Terjadinya regangan dapat dilihat dalam Gambar II.11 dimana pada gambar terdapat perbedaan awal ukuran sebelum proses pengujian tarik dan setelah proses pengujian tarik.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots (II.2)$$



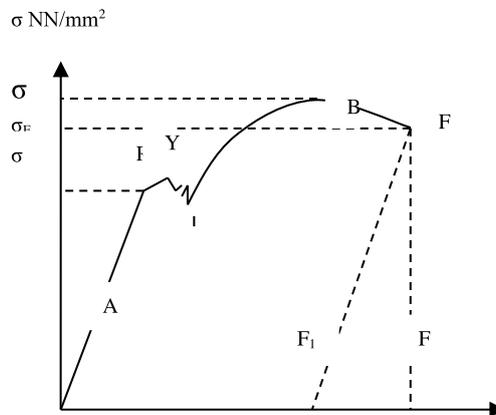
Gambar II.11 Benda kerja bertambah panjang  $\Delta L$  ketika diberi beban P (Wijaya, 2006)

Pada waktu menetapkan tegangan harus diperhatikan:

1. Pada material lunak sebelum patah terjadi pengerutan (pengecilan penampang) yang besar.
2. Regangan terbesar terjadi pada tempat patahan tersebut, sedang pada ujung benda uji paling sedikit meregang.

Benda yang diuji tarik diberi pembebanan pada kedua arah sumbunya. Pemberian beban pada kedua arah sumbunya diberi beban yang sama besarnya. Beban yang diberikan pada bahan yang di uji ditransmisikan pada tegangan bahan yang diuji. Dari pegangan bahan gaya akan diteruskan ke *specimen* yan akan di uji. Dimensi dan ukuran pada benda uji disesuaikan dengan standar baku pengujian. Standar bagi pengujian ini menggunakan standar ASTM D638. Dari *specimen* yang telah diuji tarik maka akan mendapatkan data hasil pengujian. Dari hasil pengujian perlu didapatkan hubungan yang terjadi pada proses pengujian. Hasil akhir dari

perhitungan kekuatan tarik didapatkan kurva tegangan regangan seperti pada Gambar II.12 berikut ini:



Gambar II.12 Kurva umum tegangan-regangan hasil uji tarik (Wijaya, 2006)

Kurva tegangan regangan hasil uji tarik umumnya tampak seperti Gambar II.12. Dari gambar tersebut dapat dilihat:

AR garis lurus. Pada bagian ini pertambahan panjang sebanding dengan pertambahan beban yang diberikan. Pada bagian ini berlaku hukum Hooke: (ASTM, 2003)

$$\Delta L = \frac{(\sigma \cdot A_0)}{A} \times \frac{(\Delta L)}{E} \dots\dots\dots (II.3)$$

- dengan:       $\Delta L$     = Pertambahan panjang benda kerja (mm)
- $L_0$     = Panjang benda kerja awal (mm)
- $P$       = Beban yang bekerja (N)
- $A$       = Luas alas (mm<sup>2</sup>)
- $E$       = Modulus elastisitas bahan (N/mm<sup>2</sup>)

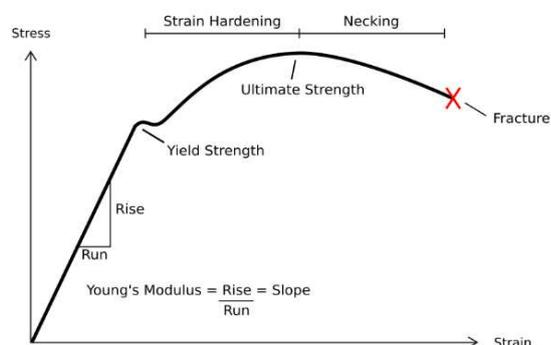
Dari persamaan (II.2) dan (II.1), bila di substitusikan ke persamaan (II.2), maka akan diperoleh:

$$E = \frac{\sigma (Tegangan)}{\sigma (Regangan)} \dots\dots\dots (II.4)$$

3. Y disebut titik luluh (*yield point*) atas.
4. Y' disebut titik luluh bawah.

5. Pada daerah YY' benda kerja seolah olah mencair dan benda kerja naik turun disebut daerah luluh.
6. Pada titik B beban mencapai maksimum dan titik ini biasa disebut tegangan tarik maksimum atau kekuatan tarik bahan ( $\sigma_B$ ). Pada titik ini terlihat jelas benda kerja mengalami pengecilan penampang (*necking*).
7. Seterlah titik B, beban mulai turun dan akhirnya patah di titik F (*failure*).
8. Titik R disebut titik proporsional, yaitu batas daerah elastis dan daerah AR disebut daerah *elastis*. Regangan diperoleh pada daerah ini disebut regangan elastis.
9. Melewati batas proporsional sampai dengan benda kerja putus, biasanya dikernal dengan daerah plastis dan regangannya disebut regangan plastis.
10. Jika setelah benda kerja putus dan disambungkan lagi (disejajarkan) kemudian diukur pertambahan panjangnya ( $\Delta L$ ), maka regangan yang diperoleh dari hasil pengukuran ini adalah regangan plastis ( $AF'$ ).

Modulus elastisitas atau modulus young dari suatu materia adalah nilai perbandingan antara nilai dari tegangan normal dan nilai regangan normal. Modulus tersebut hanya berlaku pada daerah sebelum batas proporsional atau daerah deformasi elastis dari suatu material. Sedangkan rasio modulus geser adalah perbandingan antara nilai tegangan geser dengan nilai regangan geser material tersebut. Untuk menghitung Modulus *young* dan modulus geser pada suatu benda akan dijelaskan pada persamaan (II.5) dan (II.6), serta hubungan tegangan dengan regangan diperlihatkan pada Gambar II.8.



Gambar II.13 Hubungan tegangan dengan regangan pada baja *carbon* rendah (Beer,2012,p.58)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots (II.5)$$

Dimana :  $E$  = Modulus young [N/mm<sup>2</sup>]

$\sigma$  = Tegangan normal [N/mm<sup>2</sup>]

$\varepsilon$  = Regangan normal

Sumber : Beer, 2012

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \dots\dots\dots (II.6)$$

Dimana :  $G$  = Modulus geser (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau$  = Tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)

$\gamma$  = Regangan geser

Sumber : Beer, 2012

Untuk menghitung regangan pada suatu benda akan dijelaskan pada persamaan (II.7).

$$\nu = - \frac{\text{regangan transversal}}{\text{regangan longitudinal}} \dots\dots\dots (II.7)$$

Dimana :  $\nu$  = *Poisson's ratio*

Sumber : Russel, 2012

The logo of Universitas Wahid Hasyim Semarang is a circular emblem with a scalloped border. It features a central shield with an open book and a quill pen. The text 'UNIVERSITAS WAHID HASYIM' is written around the top half of the circle, and 'SEMARANG' is at the bottom. There are also some smaller text elements like '1953' and '1954' near the top and bottom respectively.

**HALAMAN INI TIDAK TERSEDIA**  
**BAB III DAN BAB IV**  
**DAPAT DIAKSES MELALUI**  
**UPT PERPUSTAKAAN UNWAHAS**

## **BAB V PENUTUP**

### **V.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari pengujian simulasi dan pengujian manual lubang baut *wheeldop* PCD 5 x 114 adalah sebagai berikut

1. Parameter yang di butuhkan untuk mengetahui kekuatan mekanik komposit adalah dengan cara pengujian simulasi. Data yang di butuhkan saat pengujian simulasi adalah dengan cara pengujian Tarik spesimen dan hasil yang di dapatkan saat pengujian Tarik adalah Tegangan Maksimal 120 MPa, Tegangan Luluh 102 MPa, Modulus Elastisitas 50 MPa. Sedangkan Hasil dari simulasi menghasilkan Tegangan sebesar 60,78 Mpa.
2. Hasil dari pengujian simulasi dan pengujian manual lubang baut *wheeldop* PCD 5 x 114 adalah sesuai dengan eksperimen. Jadi bisa dikatakan bahwa *wheeldop* tersebut aman jika di pasang pada roda mobil, dan bisa meningkatkan estetika tampilan kendaraan menjadi semakin bergaya ketika berjalan di jalanan umum.

### **V.2 Saran**

1. Pada saat memasang *wheeldop* gunakan mur roda Kijang Innova, karena mur roda standard tidak bisa digunakan untuk memasang *wheeldop* tersebut.
2. Pada saat membuat *wheeldop* diperhitungkan dengan teliti cetakannya, karena akan berpengaruh pada saat pemasangan ke roda mobil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anusavice K.J., 2003. *Phillip's Science of Dental Mterials*, 10th ed, W.B. Philadelphia : Saunders Company, pp : 227-249.
- ASTM, 2003, *Anmal Book of ASTM Standard*, West Conshohocken.
- Beer, Ferdinan P, E. Russel Johnston, John T. Dewolf, David F., 2012, *Mechanics of Materials*. Detroit: McGraw-Hill, Inc.
- Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materias*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA
- Dieter, G., terjemahan oleh Sriati Djaprie, 1987, *Metalurgi Mekanik, Jilid 1*, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Ermawan, Agustinus Adi, 2018. Penambahan Jumlah Serat dan Jumlah Lapisan Terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Fiberglass-Polyester*. (Skripsi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)
- Gibson, R. F., 1994, *Principles Of Composite Material Mechanics*. Detroit: McGraw-Hill, Inc.
- Harsi, Nasmi Herlina Sari, Sinarep, 2015, Karakteristik Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu, *Dinamika Teknik Mesin*, 5(2).
- Matthews, F.L. dan Rawlings, R.D., 1994, *Composite Material: Engineering And Science*, Chapman & Hall, London
- Mc Cabe JF. Walls A. 2008., *Applied Dental Materials*. Blackwwell Publishing., 1, 101-123, Singapore
- Mitshubishi, 1994, Mitshubishi L300 Workshop Manual.
- Nugroho, Wendy Triadji., 2015. Pengaruh Model Bahan *Fiberglass* Terhadap Kekuatan, Ketangguhan, Dan Kekerasan Material. *Jurnal Ilmiah*, 15(1), 27-32.

Santoso, 2002, Pengaruh Berat Serat Chopped Strand Terhadap Kekuatan Tarik, Bending, dan Impak.

Schwartz, M.M, 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill, Singapore.

Wijaya, Agus. H.V., 2006, *Pengaruh Suhu Curing Terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Polimer (E-glass dan Arindo 3210)*.

Van Rijswijk, Brouwer K, Beukers W.D., 2002. *Natural Fibre Composites Structures and Materials*. Laboratory Faculty of Aerospace Engineering Delft University of Technology.