

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN LELAH
PADA BAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT
SERAT KELAPADENGAN BEBAN
LENTURYANG BERVARIASI
MENGGUNAKAN MESIN UJI
FATIFATIGUE ROTARY

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

FAHROZI RAUH

1307230136



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN LELAH
PADA BAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT
SERAT KELAPA DENGAN BEBAN
LENTUR YANG BERVARIASI
MENGGUNAKAN MESIN
UJI FATIGUE ROTARY

Disusun Oleh :
FAHROZI RAUH
1307230136

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing - I

(Muhammad Yani, S.T., M.T.)

Pembimbing - II

(Sudirman Lubis, S.T., M.T.)

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Afandi, S.T.)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN LELAH
PADA BAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT
SERAT KELAPA DENGAN BEBAN
LENTUR YANG BERVARIASI
MENGGUNAKAN MESIN
UJI FATIGUE ROTARY

Disusun Oleh :
FAHROZI RAUH
1307230136

Telah Diperiksa dan Diperbaiki
Pada Seminar Tanggal 19 Maret 2018

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II



(Munawar A. Siregar, S.T., M.T.)



(Khairul Umurani, S.T., M.T.)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, ST)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -
6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Diamanjembuat ini agar tidak akan
menyerahkannya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Fahrozi Rauh
NPM : 1307230136
Semester : X (Sepuluh)
SPESIFIKASI :

Studi Eksperimental Kekuatan lelah Pada Bahan Komposit Diperkuat

Serat Kelapa Dengan Beban Lentur Yang Bervariasi Menggunakan

Mesin Uji Fatigue Rotary

Diberikan Tanggal :
Selesai Tanggal :
Asistensi :
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik UMSU

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T.)

Medan,
Dosen Pembimbing - I

(Muhammad Yani, S.T., M.T)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -

6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238

Website : <http://www.umsu.ac.id>

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

NAMA : FAHROZI RAUH

PEMBIMBING I: MUHAMMAD YANI, S.T., M.T

NPM : 1307230136

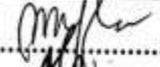
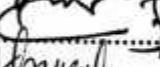
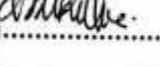
PEMBIMBING II: SUDIRMAN LUBIS, S.T., M.T

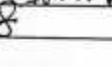
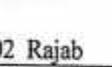
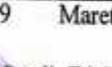
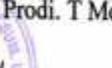
NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Senin /15-01-2018	1) Penentuan spesifikasi hasil belanja & pengalokasian komponen	My.
2.	Rabu /24-01-2018	2) Penulisan Bab I. latar - belakang, tujuan, rumusan - masalah	My. Acc
3.	Selasa /30-01-2018	3) Bab II. Metode Penelitian	Acc My.
4.	Jum'at /09-02-2018	4) Bab III, IV, V, Acc Ke pembimbing II untuk Asistensi format tulisan	My.
5.	Kamis /15-02-2018	Perbaikan gambar	Sh.
6.	Jum'at /02-03-2018	Acc Lembar	Sh.
7.	Jum'at /02-03-2018	Acc Lembar	My.

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar

Nama : Fahzi Rauh
 NPM : 1307230196
 Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Kekuatan Lelah Pada Bahan Komposit Diperkuat Serat Kelapa Dengan Beban Lentur – Yang Bervariasi Menggunakan Mesin Uji Fatigue Totary.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
Pembanding – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembanding – II : Khairul Umurani.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230153	RANDY JUPRASTANTA	
2	1307230123	BAHARI RAMADHAN	
3	1307230148	IMAM MAULANA NST	
4	1507230083	ILHAM KAMALUDDIN	
5	1307230125	VEAHYONO AJI	
6	1307230264	DAYU KANDACA PUTRA	
7	1307230025	DINO BRYANSYAH	
8	1507230108	M.GIPARI	
9	1307230230	AHMAD FAIFA SIREGAR	
10	1307230091	BAMBANG PRANOTO	

Medan, 02 Rajab 1439 H
 19 Maret 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin



Affandi.S.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Fahrozi Rauh
NPM : 1307230136
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental kekuatan Lelah Pada Bahan Komposit Diperkuat Serat Kelapa Dengan Beban Lentur Yang Bervariasi Menggunakan Mesin Uji Fatigue Rotary.

Dosen Pembimbing - I : Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Kairul Umurani.S.T.M.T

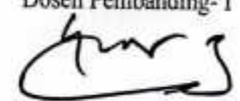
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 1. Perbaikan latar belakang, rumusan, bagian masalah, tujuan
 2. Rumusan yg lebih baik dan judul
 3. Diagram diris sesuai dgn rumusan
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 02 Rajab 1439H
19 Maret 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Afandi.S.T.


Dosen Pembanding- I

Munawar A Siregar.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Fahrozi Rauh
NPM : 1307230136
Judul T.Akhir : Studi Eksperimental kekuatan Lelah Pada Bahan Komposit Diperkuat Serat Kelapa Dengan Beban Lentur Yang Bervariasi Menggunakan Mesin Uji Fatigue Rotary.

Dosen Pembimbing - I : Yani.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Kairul Umurani.S.T.M.T

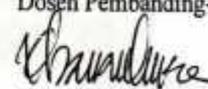
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Revisi format penulisan
 - Revisi bahasa
 - Revisi di akhir artikel pada bagian stensi
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 02 Rajab 1439H
19 Maret 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Affandi.S.T

Dosen Pemanding- II

Khairul Umurani.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : FAHROZI RAUH
Tempat / Tgl Lahir : Medan, 01 Oktober 1995
NPM : 1307230136
Bidang Keahlian : Kontruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul :

STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN LELAH PADA BAHAN KOMPOSIT
DIPERKUAT SERAT KELAPA DENGAN BEBAN LENTUR YANG
BERVARIASI MENGGUNAKAN MESIN UJI FATIGUE ROTARY

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2018

Saya yang menyatakan,



FAHROZI RAUH
1307230136

ABSTRAK

Serat alam dapat digunakan sebagai bahan penguat untuk menghasilkan bahan komposit yang ringan, tahan korosi dan harga yang terjangkau. Dalam penelitian ini bahan komposit diperkuat serat sabut kelapa. Spesimen yang diuji ada Sembilan dan di setiap tiga spesimen memiliki variasi beban lentur yang berbeda. Sebelum dilakukan pengujian lelah (fatigue), untuk menentukan beban yang akan di berikan pada pengujian fatik, maka terlebih dahulu melakukan pengujian tarik dan mencari nilai rata rata dari pengujian tarik dengan cara di ambil 0,18%, 0,4%, 0,55% dari nilai rata rata tersebut dan di dapat beban lentur 10 gram, 20 gram, 30 gram. Material yang di gunakan adalah material komposit yang diperkuat serat kelapa dengan variasi 3 beban lentur yang masing masing beban akan di lakukan pengujian 3 spesimen, beban pertama yaitu 10 gram di dapat nilai tegangan sebesar 0,06293 Mpa serta nilai rata-rata siklus 118,33 dan waktu 00:05,80 detik, Beban kedua yaitu 2 gram di dapat nilai tegangan sebesar 0,01258 Mpa serta nilai rata-rata siklus 130,66 dan waktu 00:04 detik, Beban ketiga yaitu 30 gram di dapat nilai tegangan sebesar 0,198 Mpa serta nilai rata-rata siklus 100 dan waktu 00:03,66 detik. Dari data pengujian, didapat hasil bahwa komposit serat alam memiliki kekuatan yang tidak stabil, beban besar yang di berikan pada saat pengujian lelah (fatigue) tidak menjamin memiliki siklus dan waktu yang besar juga.

Kata Kunci : *Komoposit Serat Alam, Spesimen Serat Kelapa, Pengujian lelah (fatigue).*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT, atas segala rahmat, hidayah, nikmat, serta karunia-Nya, sehingga dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN LELAH PADA BAHAN KOMPOSIT DIPERKUAT SERAT KELAPA DENGAN BEBAN LENTUR YANG BERVARIASI MENGGUNAKAN MESIN UJI FATIGUE ROTARY”**, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik S-1, pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam menyelesaikan tugas sarjana ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus – menerus hadir dan atas kerja keras penulis, dan atas banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing, serta bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Adapun Tugas Sarjana ini tidak luput dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua Orang Tua Bapak Misman dan Ibu Almh. Katini yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Muhammad Yani, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara Sekaligus Pembanding I.
5. Bapak Khairul Ummurani, S.T.,M.T. selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara sekaligus Dosen Pembanding II.
6. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T.,M.sc selaku wakil dekan I Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
7. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin dan Staf Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Kepada Teman – Teman Satu Perjuangan Tugas Akhir khusus nya kelas B-I pagi stambuk 13 Yang Selalu Senantiasa Memberikan Dukungan Dan Semangat Dalam Tugas Akhir ini.
10. Kepada keluarga besarku adik tersayang dan tercinta Dwi Andini yang selalu memberi semangat dan doa yang tiada hentinya.
11. Terimah kasih kepada KELUARGA BESAR KONCO Dino Bryansyah (Tongat/Sutress/Yang punya Banyak-banyak ikan ayam), Khairil prayandi (Bude Olon/Bg Mul/Yang punya banyak-banyak kos), Wahyono Aji (Itam/Abang Abi/Yang Punya Banyak-banyak Peliharaan), Bahari Ramadhan (Ombus/Wahid/ Yang Punya Banyak-banyak PS), Angghari Effendi (klewang/Mario/ Yang Punya Banyak-banyak Kebun Binatang), Imam Maulana Nasution(Akrik/Ucok/ Yang Punya Banyak-banyak Istri), Verry Irawan(Mbotel/Ramlan), Khairil Imran (Mban/ Yang Punya Banyak-banyak Turbin) serta orang yang ku sayang Diah Ramadhani dan sahabat-sahabat di TEBING TINGGI.

Penulis menyadari bahwa tugas sarjana ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, Maret 2018

Penulis

FAHROZI RAUH

1307230136

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	<i>i</i>
KATA PENGANTAR	<i>ii</i>
DAFTAR ISI	<i>iv</i>
DAFTAR GAMBAR	<i>vi</i>
DAFTAR TABEL	<i>vii</i>
DAFTAR SIMBOL	<i>viii</i>
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	3
1.5 Manfaat penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Bahan Komposit	6
2.2. Klasifikasi Bahan Komposit	7
2.2.1 Komposit Serat (<i>Fibrous Composites Materials</i>)	7
2.2.2 Komposit Lapis (<i>Laminated Composite Materials</i>)	9
2.2.3 Komposit Partikel (<i>Particulate Composites Materials</i>)	11
2.3. Tipe Komposit Serat	14
2.4. Sifat dan Karakteristik dari Komposit	17
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Sifat-Sifat Mekanik Komposit	18
2.5.1 Faktor Serat	18
2.5.2 Faktor Matriks	19
2.5.3 Katalis	19
2.6. Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit	19
2.7. Teknik pembuatan Material Komposit	20
2.8. Serat	21
2.9. Serat Kelapa	23
2.10. Perlakuan Alkali (NaOH)	24
2.11. Defenisi Fatik	24
2.11.1 Faktor – Faktor Yang mempengaruhi Keadaan lelah	25
2.12. Klasifikasi Mesin Uji Fatigue	28
2.12.1 Axial (<i>Direct-Stress</i>)	28
2.12.2 Bending Fatigue Machine	28
2.12.3 Torsional Fatigue Testing Machine	29
2.12.4 Special-Purpose Fatigue Testing Machine	29
2.12.5 Multiaxial Fatigue Testing Machine	29
2.13. Pengujian Kekuatan Tarik (<i>Tensile Test</i>)	30

BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.1.1. Tempat	33
3.1.2. Waktu Penelitian	33
3.2. Diagram Alir Penelitian	34
3.3. Bahan dan Alat	35
3.3.1 Bahan	35
3.3.2 Alat	37
3.4. Pembuatan Spesimen Komposit Uji Fatigue	46
3.5. Pengujian Tarik	51
3.6. Pengujian Fatigue	52
3.6.1 Prosedur Pengujian	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Hasil Penelitian	55
4.1.1 Hasil Pembuatan Spesimen	55
4.2 Hasil Pengujian Tarik dan Pengujian Rotary Bending	56
4.3 Analisa Data Pengujian Tarik	56
4.3.1 Analisa Data Uji Tarik Spesimen Komposit	56
4.4 Pengujian Fatigue	60
4.5 Pembahasan Hasil Pengujian	60
4.5.1 Pembahasan Hasil Pengujian 1 dengan beban 10 gram	60
4.5.2 Pembahasan Hasil Pengujian 2 dengan beban 20 gram	61
4.5.3 Pembahasan Hasil Pengujian 3 dengan beban 30 gram	62
4.6 Data Hasil Pengujian Kelelahan (<i>fatigue</i>)	63
4.7 Kurva S-N	63
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1. Kesimpulan	66
5.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Komposit Serat (<i>Fibrous Composites Materials</i>)	7
Gambar 2.2. Komposit Lapis (<i>Laminated Composites Material</i>)	10
Gambar 2.3. Komposit Partikel (<i>Particulate Composites Materials</i>)	11
Gambar 2.4. <i>Continuous Fibre Composite</i>	14
Gambar 2.5. <i>Woven Fibre Composite</i>	14
Gambar 2.6. Tipe <i>Discountinuous Fibre Composite</i>	16
Gambar 2.7. Tipe <i>Hybrid Fibre Continuous</i>	16
Gambar 2.8. Skema Klasifikasi Jenis Serat Alam	23
Gambar 2.9. Serat Kelapa	23
Gambar 2.10. Kurva S-N	26
Gambar 2.11. <i>Bending Fatigue Machine</i>	28
Gambar 2.12. <i>Torsional Fatigue Testing Machine</i>	29
Gambar 2.13. Gaya Tarik Terhadap Pertambahan Panjang	31
Gambar 3.1. Diagram Alir	34
Gambar 3.2. Serat Kelapa	35
Gambar 3.3. Resin	36
Gambar 3.4. Katalis	36
Gambar 3.5. Mirror Glaze	37
Gambar 3.6. Cetakan Spesimen	38
Gambar 3.7. Kuas	38
Gambar 3.8. Sarung Tangan	39
Gambar 3.9. Pisau Curter	39
Gambar 3.10. Masker	40
Gambar 3.11. Wadah Pengaduk	40
Gambar 3.12. <i>Rotary Bending Fatigue Mechine</i>	41
Gambar 3.13. Motor Penggerak	42
Gambar 3.14. Cekam pada <i>rotary bending fatigue</i>	42
Gambar 3.15. Indicator Section	43
Gambar 3.16. Beban	43
Gambar 3.17. Rangka	44
Gambar 3.18. Jangka Sorong	44
Gambar 3.19. Kunci Inggris	45
Gambar 3.20. kunci <i>chuck</i>	45
Gambar 3.21. Stopwatch	46
Gambar 3.22. Skema Benda Uji	46
Gambar 3.23. Pemilihan Serat	47
Gambar 3.24. (a) (b) dan (c) Proses perendaman dan pengeringan serat	47
Gambar 3.25. Cetakan Spesimen	48
Gambar 3.26. Mengoleskan mirror glaze	49
Gambar 3.27. Menuang resin kedalam wadah	49

Gambar 3.28. Menimbang resin dan katalis	49
Gambar 3.29. Menuang katalis kedalam wadah yang berisi resin	50
Gambar 3.30. Penuangan campuran resin dan katalis dengan serat kelapa kedalam cetakan.	50
Gambar 3.31. Spesimen Sebelum dilakukan pembubutan	51
Gambar 3.32. Spesimen Setelah dilakukan pembubutan	51
Gambar 3.33. Set Up Alat Uji Fatigue	53
Gambar 4.1. Spesimen Sebelum Dibubut	55
Gambar 4.2. Spesimen Setelah Dibubut	55
Gambar 4.3. Hasil Pengujian Tarik	56
Gambar 4.4. Spesimen 1 komposit serat kelapa dengan beban 10 gram.	60
Gambar 4.5. Spesimen 2 komposit serat kelapa dengan beban 20 gram.	61
Gambar 4.6. Spesimen 3 komposit serat kelapa dengan beban 30 gram.	62
Gambar 4.7. Grafik Kurva S-N	64
Gambar 5.1 Siklus dan Waktu Beban 10 gram	66
Gambar 5.2 Siklus dan Waktu Beban 20 gram	67
Gambar 5.3 Siklus dan Waktu Beban 30 gram	67

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	24
Tabel 4.1 Hasil uji tarik	43
Tabel 4.2 Data Nilai Pembebanan	52
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kelelahan	56
Tabel 4.4 Data keseluruhan pengujian kelelahan (<i>fatigue</i>)	58

DAFTAR NOTASI

σ	Tegangan lentur	(Kg/cm^2)
W	Beban lentur	(kg)
D	Diameter benda uji	(mm)
L	Panjang benda uji	(mm)
T	Waktu	(Menit)
σ	Tegangan tarik	(kgf/mm^2)
ε	Regangan	(%)
l_1	Panjang setelah pembebanan	(mm)
l_0	Panjang mula-mula	(mm)
E	Modulus elastisitas	(N/mm)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan teknologi saat ini, kegagalan mekanik telah banyak menyebabkan kerugian, baik itu materi maupun keselamatan manusia. Kegagalan suatu komponen atau struktur yang disebabkan pembebanan yang secara berulang biasa disebut kelelahan, dan telah menyebabkan paling sedikit setengah dari kegagalan mekanik yang terjadi. Kegagalan kelelahan lebih berbahaya daripada kegagalan statis dikarenakan kegagalan tersebut terjadi tanpa peringatan terlebih dahulu, secara tiba-tiba dan menyeluruh. Hal ini menjadi tantangan bagi peneliti untuk mendapatkan informasi kegagalan yang disebabkan kelelahan dengan material komposit.

Pada umumnya bahan komposit adalah kombinasi antara dua atau lebih dari tiga bahan yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponennya, yang akan menghasilkan sifat material yang mempunyai sifat lebih baik dari material-material sebelumnya. Komposit merupakan gabungan atau kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi bentuk struktur unit makroskopik yang akan menghasilkan sifat material yang mempunyai sifat lebih baik dari material-material penyusunnya. Saat ini komposit menjadi bahan pengganti material logam pada berbagai industri dikarenakan material ini lebih ringan dengan kekuatan yang baik, ketahanan fatik tinggi, tahan terhadap korosi, harga relatif lebih murah dari material logam, serta mudah dibentuk dan difabrikasi. Sebagai contoh di industri otomotif untuk

pembuatan panel pintu mobil, dashboard dan kotak radiator, pembuatan badan kapal pada industri perkapalan.

Berdasarkan uraian singkat di atas perlu di lakukan pengujian Lelah (*Fatigue*) terhadap material komposit yang menggunakan mesin “*Rotary Bending Fatigue*” dan mengetahui pengaruh variasi beban terhadap material komposit,serta untuk mengetahui cara kerja mesin fatik tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah yang akan di teliti adalah :

1. Bagaimana membuat material komposit diperkuat serat fiberglass.
2. Bagaimana menguji material komposit menggunakan mesin uji *Rotary Bending Fatigue*.
3. Bagaimana pengaruh perbandingan variasi beban pengujian lelah (*Fatigue*) dengan menggunakan material komposit.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan pada uji Lelah (*Fatigue*), maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan dalam pengujian Lelah (*Fatigue*) adalah material komposit.
2. Mesin yang digunakan dalam pengujian adalah *Rotary Bending Fatigue Mechine*.
3. Pengujian di lakukan dengan beban yang bervariasi.
4. Diasumsikan kondisi spesimen adalah sama dalam pengujian.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Untuk menganalisa lelah dengan beban yang bervariasi terhadap material komposit dengan menggunakan *Rotary Bending Fatigue*.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Membuat specimen benda uji lelah dengan material komposit.
2. Menganalisis ketahanan lelah komposit dengan variasi beban menggunakan alat uji *Rotary Bending*.
3. Mengevaluasi ketahanan lelah pada bahan komposit dengan menggunakan *Rotary Bending*.

1.5 Manfaat Penulis

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh dari penyusunan tugas sarjana ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti dapat menerapkan apa yang di pelajari di buku dengan langsung meneliti proses terjadinya kelelahan pada material komposit
2. Mendapatkan informasi tentang kelelahan material komposit.
3. Dapat bermanfaat bagi pembaca maupun penulis untuk referensi penyempurnaan *Fatigue Machine*.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Sarjanah ini akan dibagi dalam beberapa bab. Secara garis besar yang dimuat dalam Tugas sarjana ini adalah seperti yang tercakup dalam sistematika penulisan berikut :

Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini meliputi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan umum dan khusus, Manfaat Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini meliputi tentang dasar teori yang di gunakan dalam penelitian seperti karakteristik, gambar berupa skema, perencanaan, komponen utama dan bentuk.

Bab 3 Metode penelitian

Pada bab ini penulis menjelaskan tentang tempat dan waktu percobaan, material yang akan diuji, bentuk tiap komponen utama, serta urutan dan cara yang akan dilalukan.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini penulis menjelaskan hasil-hasil perhitungan pada penelitian.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil dan saran yang dianggap perlu diketahui bagi pihak-pihak yang memerlukan.

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bahan Komposit

Komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan. Definisi yang lain yaitu, 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 sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Jadi komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Pada definisi yang lebih mendalam khususnya dalam istilah *engineering* komposit didefinisikan berdasarkan tingkat dari definisinya. Pada elemental atau tingkat dasar, dimana molekul dan sel kristal masih tunggal, semua material tercampur dari dua atau lebih atom yang berbeda dapat dianggap sebagai komposit. Pada definisi ini komposit terdiri dari campuran, baik itu logam campuran, polimer ataupun campuran keduanya.

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, hal ini dinamakan “*tailoring properties*” dan ini adalah salah satu sifat istimewa komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya. Manfaat utama dari penggunaan komposit adalah mendapatkan kombinasi sifat kekuatan serta kekakuan tinggi dan berat jenis yang ringan. Dengan memilih kombinasi material penguat dan matriks yang tepat, kita dapat membuat suatu material komposit dengan sifat yang tepat sama dengan kebutuhan sifat untuk suatu struktur tertentu dan tujuan tertentu pula.

2.2 Klasifikasi Bahan Komposit

Sesuai dengan definisinya, maka bahan material komposit terdiri dari unsur-unsur penyusun. Komponen ini dapat berupa unsur organik, anorganik ataupun metalik dalam bentuk serat, serpihan, partikel dan lapisan.

Jika ditinjau dari unsur pokok penyusun atau jenis penguat suatu bahan komposit, maka komposit dapat dibedakan atas beberapa bagian antara lain :

2.2.1 Komposit Serat (*Fibrous Composites Materials*)

Komposit serat, yaitu komposit yang terdiri dari serat dan matriks (bahan dasar) yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat ditambahkan resin sebagai bahan perekat. Komposit serat dapat ditunjukkan pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Komposit Serat

Komposit serat Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau lapisan yang menggunakan penguat berupa serat (*fiber*). *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fiber*, *carbon fibers*, *armid fibers (poly Aramide)*, dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak (*chopped strand mat*) maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Bila peningkatan kekuatan menjadi tujuan utama, komponen penguat harus mempunyai rasio aspek yang besar, yaitu rasio panjang terhadap diameter harus tinggi, agar beban ditransfer melewati titik dimana mungkin terjadi perpatahan.

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik 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 matrik penyusun komposit.

Komposit jenis ini hanya terdiri dari satu lapisan. Serat yang digunakan dapat berupa serat sintesis (asbes, kaca, boron) atau serat organik (selulosa, polipropilena, polietilena bermodulus tinggi, serbuk kayu, sabut kelapa, ijuk, tandan kosong sawit, dan lain-lain). Berdasarkan ukuran seratnya, komposit serat dapat dibedakan menjadi komposit berserat panjang dan diameternya sebesar <100 mm, serat pendek ini dapat diorientasikan atau didistribusikan secara acak. Komposit serat panjang lebih mudah diorientasikan dibanding serat pendek, akan tetapi komposit serat pendek lebih memiliki rancang desain lebih banyak.

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima

oleh matrik 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 matrik penyusun komposit. Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu :

a. Komposit serat pendek (*short fiber composite*)

Berdasarkan arah orientasi material komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu serat acak (*inplane random orientasi*) dan serat satu arah. Tipe serat 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 dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.

b. Komposit serat panjang (*long fiber composite*)

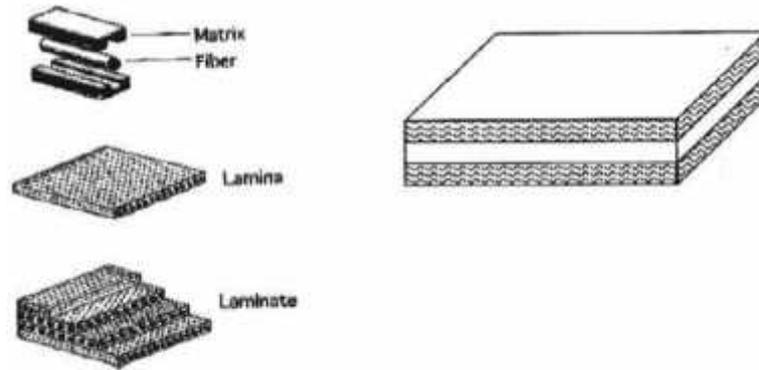
Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya.

Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang.

2.2.2 Komposit Lapis (*Laminated Composite Materials*)

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri. Contohnya : *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan

bangunan dan kelengkapannya. Komposit serat lapis dapat ditunjukkan pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2. *Laminated Composites*

Komposit yang terdiri dari lapisan serat dan matriks, yaitu lapisan yang diperkuat oleh resin sebagai contoh polywood, *lamine glass* yang sering digunakan untuk bahan bangunan dan kelengkapannya.

Pada umumnya manipulasi makroskopis yang dilakukan terhadap ketahanan korosi, kuat dan tahan terhadap temperatur. Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks. Bentuk nyata dari komposit lamina adalah :

1) Bimetal

Adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi termal yang berbeda. Bimetal akan melengkung dengan seiring berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok dengan alat ukur suhu.

2) Pelapisan Logam

Adalah pelapisan yang dilakukan antara logam yang satu dengan yang lainnya dengan tujuan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

3) Kaca Yang Dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam, kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.

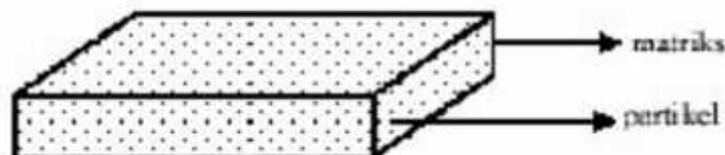
4) Komposit Lapis Serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa dipakai pada panel sayap pesawat dan badan pesawat.

2.2.3 Komposit Partikel (*Particulate Composites Materials*)

Merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Komposit yang terdiri dari partikel dan matriks seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serat bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama yang disebut partikel, dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam seperti halnya matriks. Selain itu adapula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat. Komposit partikel dapat ditunjukkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3. Komposit Partikel

Berdasarkan matriksnya, komposit dibagi dalam tiga kelompok adalah :

(a) Komposit Matrik Polimer (*Polymer Matrix composite – PMC*) bahan ini merupakan bahan komposit yang sering digunakan yang biasa disebut dengan Polimer Berpenguat Serat (*FRP – Fiber Reinforced Polymers or Plastis*), bahan ini menggunakan suatu polimer berdasar resin sebagai matriksnya, seperti kaca, karbon dan aramid (Kevlar) yang digunakan sebagai penguatnya. Komposit ini bersifat :

- 1) Biaya pembuatan lebih rendah
- 2) Dapat dibuat dengan produksi massal
- 3) Ketangguhan baik
- 4) Tahan simpan
- 5) Siklus pabrikan dapat dipersingkat
- 6) Kemampuan mengikuti bentuk
- 7) Lebih ringan

(b) Komposit Matrik Logam (*Metal Matrix Composite – MMC*) ditemukan berkembang pada industri otomotif, bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida.

(c) Komposit Matrik Keramik (*Ceramic Matrix Composite – CMC*) digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi, bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*Whiskers*) dimana terbuat dari silikon karbida.

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

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metal-anorganic*.
2. Klasifikasi menurut karakteristik *built-from*, seperti sistem matrik atau laminate.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continuous* dan *discontinuous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau struktural

Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matrik composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain :

1. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
2. *Filled composite* adalah gabungan matrik *continuous skeletal* dengan matrik yang kedua.
3. *Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
4. *Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matrik.
5. *Laminate composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina

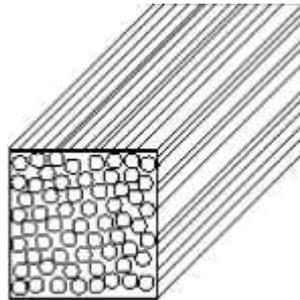
Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal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

2.3 Tipe Komposit Serat

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa jenis serat pada komposit, yaitu :

a. *Continuous Fibre Composite*

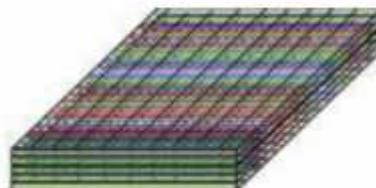
Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan. Tipe serat *Continuous Fibre Composite* dapat ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4. *Continous Fiber Composite*

b. *Woven Fibre Composite (Bi-Rectional)*

Komposit jenis ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan seratnya memanjang yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah. *Woven Fibre Composite (Bi-Rectional)* dapat ditunjukkan pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5. *Woven Fibre Composite (Bi-Rectional)*

c. *Discontinuous Fibre Composite*

Discontinuous fibre composite adalah tipe serat pendek. Komposit yang diperkuat oleh serat pendek pada umumnya menggunakan resin sebagai matriksnya. Dalam pembuatan komposit serat pendek ini dipotong-potong pendek 20-100 mm panjangnya. Tipe ini dibagi menjadi tiga macam yaitu :

1. *Aligned Discontinuous Fibre,*

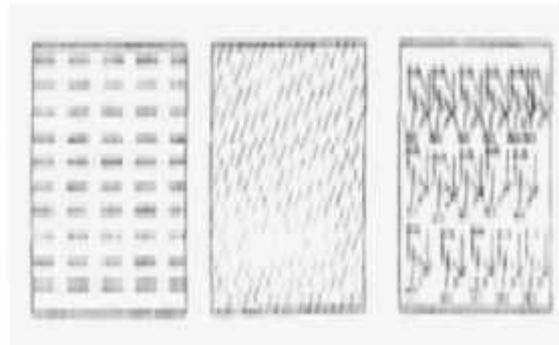
Yaitu untuk mendapatkan komposit jenis ini digunakan teknik yang berbeda dengan terorientasi acak, yaitu *lay up*. Metode ini khusus digunakan cetak suntik (*injection moulding*) dan proses ekstruksi.

2. *Off-Axis Aligned Continuous Fibre,*

Yaitu untuk mendapatkan komposit jenis ini digunakan teknik yang berbeda dengan terorientasi acak, yaitu *lay up*. Metode ini khusus digunakan cetak suntik (*injection moulding*) dan proses ekstruksi. Perbedaannya dengan *aligned discontinuous fibre* adalah hanya penempatan posisi serat dalam cetakan.

3. *Randomly Oriented Continuous Fibre,*

Yaitu pembuatan komposit jenis ini dilakukan dengan teknik *hand lay up*. Ukuran serat dapat dipilih untuk mendapatkan perbedaan jumlah penyebaran serat selama pencetakan. Komposit jenis *Randomly Oriented Continuous Fibre* dapat ditunjukkan pada gambar 2.6 dibawah ini.



(1) (2) (3)

Gambar 2.6. Tipe *Discontinuous Fibre Composite*

4. *Hybrid Fibre Continuous*

Hybrid fibre continuous merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dan serat acak. Tipe ini digunakan untuk supaya dapat mengganti dari kekurangan sifat kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya. Komposit jenis *Hybrid fibre continuous* dapat ditunjukkan pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7. Tipe *Hybrid Fibre Continuous*

2.4 Sifat dan karakteristik dari komposit

Komposit dikenal sebagai bahan teknologi karena diperoleh dari hasil teknologi pemrosesan bahan. Kemajuan teknologi pemrosesan bahan, dewasa ini telah menghasilkan bahan teknik yang dikenal sebagai bahan komposit.

Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun dan dapat ditentukan secara teoritis dengan pendekatan metode *rule of mixture (ROM)*, sehingga akan berbanding secara proporsional. Bentuk (dimensi) dan struktur (ikatan) penyusun komposit juga akan mempengaruhi karakteristik komposit, begitu pula bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit.

Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antara keduanya. Parameter penting lain yang mungkin mempengaruhi sifat bahan komposit adalah bentuk, ukuran, orientasi dan distribusi dari penguat (filler) dan berbagai ciri-ciri dari matriks. Sifat mekanik merupakan salah satu sifat bahan komposit yang sangat penting untuk dipelajari. Untuk aplikasi struktur, sifat mekanik ditentukan oleh pemilihan bahan. Sifat mekanik bahan komposit bergantung pada sifat bahan penyusunnya.

Ada tiga 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.

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Sifat-Sifat Mekanik Komposit

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi performa komposit, baik dari faktor serat penyusunnya, maupun faktor matriksnya, yaitu :

2.5.1 Faktor Serat

Serat adalah bahan yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

a. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit, tata letak dan arah serat dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

Menurut tata letak dan arah, serat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu :

One Dimensional Reinforcement, mempunyai kekuatan pada arah axis serat.

a) *Two Dimensional Reinforcement (planar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.

b) *Three Dimensional Reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic*, kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (*random*) maka sifat mekanik pada satu arahnya akan

melemah, bila arah tiap serat menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat.

b. Panjang Serat

Serat panjang lebih kuat dibandingkan dengan serat pendek. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Serat panjang (*continuous fibre*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek.

c. Bentuk Serat

Bentuk serat tidak mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Semakin kecil diameter serat, maka akan menghasilkan kekuatan komposit yang tinggi.

2.5.2 Faktor Matriks

Matriks sangat berpengaruh dalam mempengaruhi performa komposit. Tergantung dari matriks jenis apa yang dipakainya, dan untuk tujuan apa dalam pemakaian matriks tersebut.

2.5.3 Katalis

Katalis digunakan untuk membantu proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit. Penggunaan katalis yang berlebihan akan semakin mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akan menyebabkan bahan komposit yang dihasilkan semakin getas.

2.6 Kelebihan dan Kekurangan 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 mekanik, fisik dan biaya. Seperti yang diuraikan dibawah ini :

a. Sifat Mekanik dan Fisik

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 besi baja.

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, proses pembuatan, upah tenaga kerja, dan sebagainya.

Selain kelebihan yang dimiliki, komposit juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain :

1. Tidak tahan terhadap beban *shock* (kejut) dan *crash* (tabrak) jika dibandingkan dengan metal.
2. Kurang elastis.
3. Lebih sulit dibentuk secara plastis.

2.7 Teknik Pembuatan Material Komposit

Pembuatan material komposit pada umumnya tidak melibatkan penggunaan suhu dan tekanan yang tinggi.

Penggabungan material matriks dan penguat dilakukan dengan proses pengadukan. Proses pengadukan ini dilakukan dengan selang waktu tertentu sebelum terjadi pengerasan material komposit.

Ada beberapa metode pembuatan material komposit diantaranya adalah :

1. Metode penuangan secara langsung

Pada metode penuangan secara langsung dilakukan dengan cara melekatkan atau menyentuhkan material-material penyusun pada cetakan terbuka dan dengan perlahan-lahan diratakan dengan menggunakan roda perata atau dengan pemberian tekanan dari luar. metode ini cocok untuk jenis serat kontiniu.

2. Metode pemampatan atau tekanan

Pada metode pemampatan atau dengan menggunakan tekanan ini menggunakan prinsip ekstrusi dengan pemberian tekanan pada material bakunya yang dialirkan kedalam cetakan tertutup. Metode ini umumnya berupa injeksi, mampatan atau semprotan. Material yang cocok untuk jenis ini adalah penguat partikel.

3. Metode pemberian tekanan dan panas

Metode selanjutnya adalah metode pemberian panas dan tekanan, dimana metode ini menggunakan tekanan dengan pemberian panas awal yang bertujuan untuk memudahkan material komposit mengisi pada bagian-bagian yang sulit terjangkau atau ukuran yang sangat kecil.

2.8 Serat

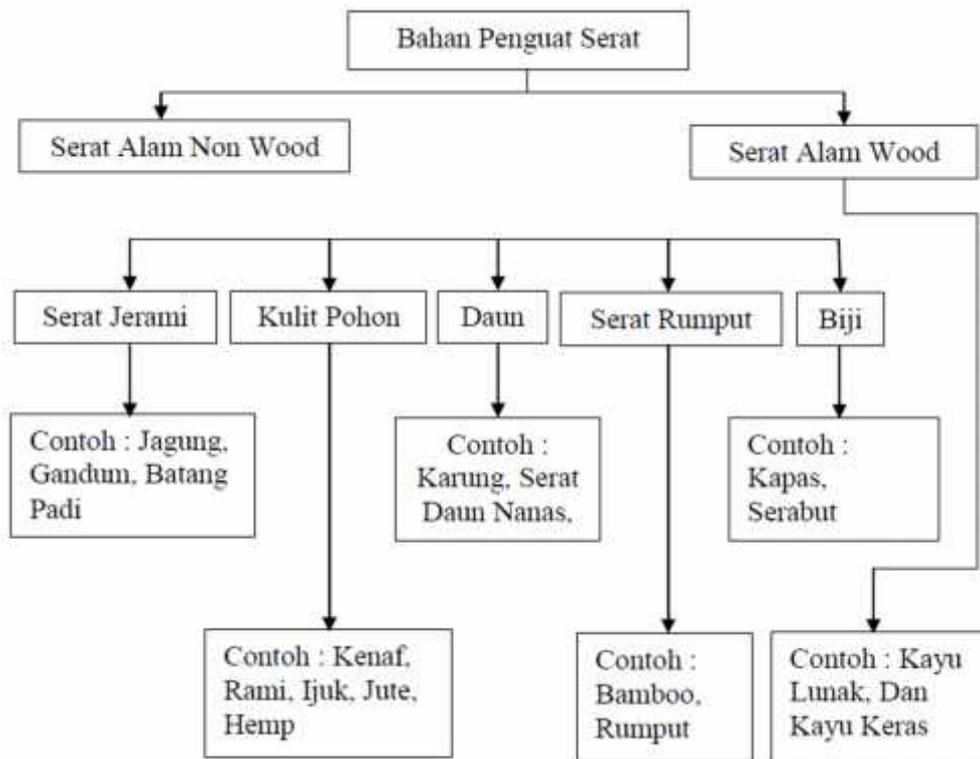
Serat atau fiber dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material.

Serat alam dan sintesis banyak jenis klasifikasinya. Serat alam yang sering digunakan adalah serat pisang, kapas, wol, serat nanas, serat rami, dan serat sabut kelapa, sedangkan serat sintesis diantaranya nilon, akril, dan rayon. Serat alam adalah serat yang banyak diperoleh di alam sekitar, yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti serat pelepah pisang, bambu, rosella, nanas, kelapa, ijuk, dan lain-lain.

Tabel 2.1. Klasifikasi Serat/Serat Tekstil

NO	Serat	Jenis
		Serat Regenerasi
1	Serat Kimia atau Serat Buatan	Serat Sintesis
		Serat Anorganik
		Serat Tumbuhan
2	Serat Alam	Serat Binatang
		Serat Galian atau Asbes

Saat ini, serat alam mulai mendapatkan perhatian serius dari para ahli material komposit karena, (a) Serat alam memiliki kekuatan spesifik yang tinggi karena serat alam memiliki masa jenis yang rendah. (b) Serat alam mudah diperoleh dan merupakan sumber daya alam yang dapat diolah kembali, harganya relatif murah, dan tidak beracun. Serat alam seperti ijuk, sabut kelapa, sisal, jerami, nanas dan lain-lain merupakan hasil alam yang banyak tumbuh di Indonesia. Berikut ini adalah skema klasifikasi jenis serat alam.



Gambar 2.8. Skema Klasifikasi Jenis Serat Alam

2.9 Serat Kelapa

Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan baku Sabut kelapa, kulit kelapa yang terdiri dari serat yang terdapat diantara kulit dalam yang keras (batok), tersusun kira-kira 35 % dari berat total buah kelapa yang dewasa. Untuk varitas kelapa yang berbeda tentunya presentase di atas akan berbeda pula.



Gambar 2.9. Serat Kelapa

2.10 Perlakuan Alkali (NaOH)

NaOH atau sering disebut alkali digunakan untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat dengan Sifat alami serat adalah Hyrophilic, yaitu suka terhadap air. berbeda dengan polimer yang hidrophilic. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami hyrophilic serat dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal.

2.11 Definisi Fatik

Fatik atau kelelahan adalah kerusakan material karena pembebanan yang berulang-ulang. Suatu material dikenai tegangan berulang maka material tersebut akan patah pada tegangan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk menimbulkan perpatahan pada beban statik. Terdapat tiga fase dalam perpatahan fisik yaitu :

1. Permulaan Retak (*initiation crack*)

Mekanisme fisik umumnya di mulain dari crack initiation yang terjadi dipermukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan di permukaan (seperti goresan, notch, lubang-pits, dll) akibat adanya pembebanan berulang.

2. Penyebaran Retak (*crack propagation*).

Crack propagation ini berubah menjadi *microcracks*. Penyebaran atau perpaduan *microcracks* ini kemudian membentuk *macrocracks* yang akan berujung pada *failure*.

3. Patah (*failure*)

Patah terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang menghasilkan kerusakan permanen.

2.11.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keadaan Lelah

Faktor-faktor yang cenderung mengubah kondisi kelelahan atau kekuatan Faktor kelembaban lingkungan.

Faktor kelembaban lingkungan sangat mempengaruhi lelah material lingkungan kelembaban yang tinggi membentuk pit korosi dan retak pada permukaan yang menyebabkan kegagalan akan lebih cepat terjadi.

a) Tipe pembebanan

Tipe pembebanan ini sangat mempengaruhi lelah material sebagaimana bahwa tipe pembebanan lentur putar dan pembebana aksial mempunyai kekuatan lelah yang sangat berbeda. Sebagaimana diteliti oleh Ogawa (1989).

b) Faktor putaran

Putaran antara 750 rpm sampai 1500 rpm mempunyai kekuatan lelah yang hampir sama tetapi apabila putaran 50 rpm menurunkan kekuatan lelah jauh lebih besar dari putaran 750 rpm dan 1500 rpm, sehingga putaran yang berada diantara 750 rpm sampai 1500 rpm tidak mempengaruhi kekuatanlelah dengan signifikan.

c) Faktor suhu

Faktor suhu sangat mempengaruhi kekuatan lelah material karena suhu menaikkan konduktifitas elektrolit sehingga dapat mempercepat proses oksidasi.

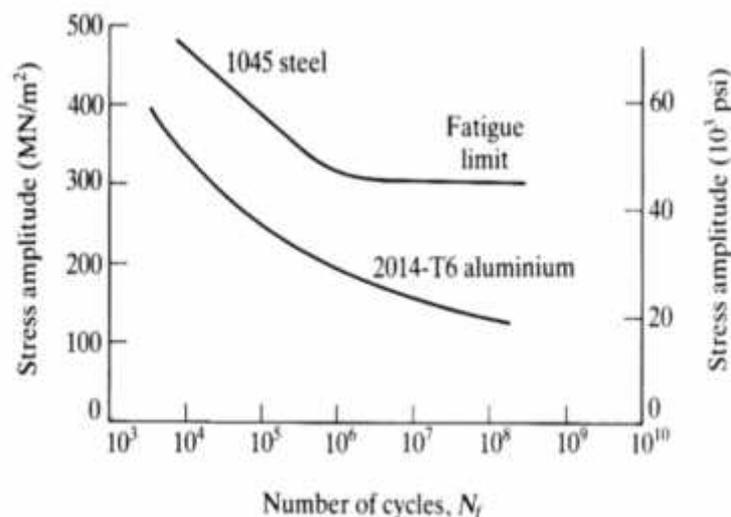
d) Faktor tegangan sisa

Faktor tegangan sisa yang mungkin timbul pada saat pada saat spesimen direduksi dengan cara melakukan pemakanan pahat sehalus mungkin terhadap spesimen sehingga pemakanan pahat tidak menimbulkan tegangan sisa atau tegangan lentur pada spesimen.

e) Faktor komposisi kimia

Faktor komposisi kimia terhadap spesimen diharapkan sama untuk seluruh spesimen uji dengan pemilihan bahan yang diproduksi dalam satu kali proses pembuatan, sehingga didapat kondisi standar untuk seluruh spesimen uji.

Data fatigue biasanya disajikan dalam kurva tegangan dan siklus yaitu dengan menggunakan kurva S-N yaitu pemetaan tegangan (S) terhadap jumlah siklus sampai terjadinya kegagalan (N). Nilai tegangan yang diplot dapat berupa nilai tegangan maksimum, tegangan minimum atau nilai rata-rata tegangan. Kurva S-N ini lebih diutamakan menggunakan skala semi log untuk beberapa bahan penting. Seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.10 Kurva S-N

Kurva tersebut didapat dari pemetaan tegangan terhadap jumlah siklus sampai terjadi kegagalan pada benda uji. Kurva S-N mampu memberikan banyak informasi sifat fatik karena pada saat pengujian dimasukan faktor kondisi pembebanan, temperatur, perlakuan permukaan, dan proses perlakuan material namun kekurangan dari grafik ini adalah tidak dapat memprediksi deformasi plastis lokal dan efek dari tegangan rata-rata. Pada kurva ini siklus menggunakan skala logaritma. Batas ketahanan *fatigue* (*endurance limit*) baja ditentukan pada jumlah siklus $N > 10^7$. Berbeda dengan material non ferrous seperti paduan aluminium yang tidak memiliki batas atau *fatigue limit* untuk melihatnya perbedaan antara kedua paduan tersebut terlihat seperti digambar 2.10 Persamaan umum kurva S-N dinyatakan oleh persamaan (dowling,1991).

$$S = B + C \ln (Nf) \quad (2.1)$$

Pengujian *fatigue* dilakukan dengan cara memberikan *stress level* tertentu sehingga spesimen patah pada siklus tertentu. Retak *fatigue* biasanya dimulai pada permukaan di mana lentur dan torsi menyebabkan terjadinya tegangan-tegangan yang tinggi atau di tempat-tempat yang tidak rata menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan.

Oleh karena itu, batas ketahanan (*endurance limit*) sangat tergantung pada kualitas penyelesaian permukaan. Pengujian fatik dilakukan dengan *Rotary Bending Machine*. Jika benda uji diputar dan diberi beban, maka akan terjadi momen lentur pada benda uji. Momen lentur ini menyebabkan terjadinya beban lentur pada permukaan benda uji dan besarnya dihitung dengan persamaan (*international for use of ONO'S,-*).

$$\tau = \left(\frac{WL/2}{f/32d^3} \right) \quad (2.2)$$

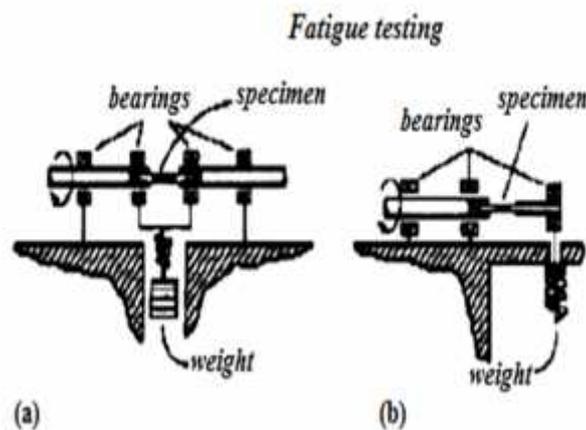
2.12 Klasifikasi Mesin Uji Fatigue

2.12.1 Axial (Direct-Stress)

Rotary Bending Fatigue Machine ini memberikan tegangan ataupun regangan yang seragam ke penampangnya. Untuk penampang yang sama mesin penguji ini harus dapat memberikan beban yang lebih besar dibandingkan mesin lentur statik dengan maksud untuk mendapatkan tegangan yang sama.

2.12.2 Bending Fatigue Machine

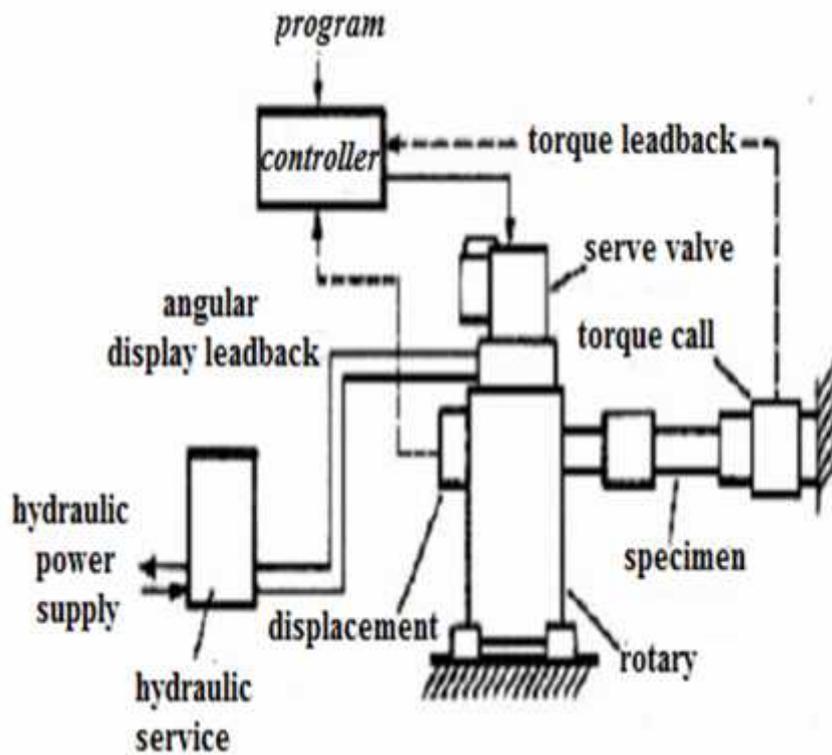
Cantilever Beam Machine, dimana spesimen memiliki bagian yang mengecil baik pada lebar, tebal maupun diameternya, yang mengakibatkan bagian daerah yang diuji memiliki tegangan seragam hanya dengan pembebanan yang rendah dibandingkan lenturan *fatigue* yang seragam dengan ukuran bagian yang sama. Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.11 *Bending Fatigue Machine*

2.12.3. Torsional Fatigue Testing Machine

Sama dengan mesin tipe *Axial* hanya saja menggunakan penjepit yang sesuai jika puntiran maksimal yang dibutuhkan itu kecil. Dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Torsional Fatigue Testing Machine

2.12.4 Special-Purpose Fatigue Testing Machine

Dirancang khusus untuk tujuan tertentu. Dan merupakan modifikasi dari mesin pengujian *fatigue* yang sudah ada. Pengujian kawat adalah modifikasi dari *Rotating Beam Machine*.

2.12.5 Multiaxial Fatigue Testing Machines

Dirancang untuk pembebanan atau lebih dengan maksud untuk menentukan sifat logam dibawah tegangan *biaxial* atau *triaxial*.

2.13 Pengujian Kekuatan Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian tarik merupakan metode pengujian yang paling utama dilakukan untuk pengujian sifat-sifat mekanis dan hasilnya dibakukan secara internasional. Pengujian tarik (*tensile test*) adalah pengujian mekanis secara statis dengan cara spesimen ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (*newton*). Tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat mekanis tarik (kekuatan tarik) dari komposit yang diuji diperkuat dengan serat fibreglass.

Hal-hal yang mempengaruhi kekuatan tarik komposit antara lain :

a. Temperatur

Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun.

b. Kelembaban

Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya absorpsi air, akibatnya akan menaikkan regangan patah, sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya menurun.

c. Laju tegangan

Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan apabila laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus elastisitasnya meningkat tetapi regangannya mengecil.

Pertambahan panjang (l) yang terjadi akibat beban tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi. Dan regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula.

Regangan merupakan ukuran untuk kekenyalan suatu bahan yang harganya biasanya dinyatakan dalam persen. Perbandingan beban pada spesimen terhadap luas penampang pada saat pemberian beban disebut tegangan (*stress*). Tegangan tarik maksimum (*tensile strennght*) suatu bahan ditetapkan dengan membagi beban tarik maksimum dengan luas penampang mula-mula.

Banyak hal yang kita dapat pelajari dari hasil uji, bila kita terus menarik sesuatu bahan (dalam hal ini adalah komposit) sampai putus maka kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap yang berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarik dengan perubahan panjang profil (L). Ini sangat di perlukan dalam desain yang memiliki bahan tersebut misalnya pada kurva berikut ini. Seperti pada gamabar kurva 2.2.



Gambar 2.13 Gaya Tarik terhadap Pertambahan Panjang.

Pengujian Tarik dilakukan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Dari pengujian ini dapat kita ketahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa. Hal ini dapat dirumuskan:

Tegangan (σ)

Rumus untuk mencari tegangan tarik adalah :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.3)$$

Regangan (ε) :

Rumus untuk mencari regangan adalah :

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.4)$$

Modulus Elastisitas (E) :

Rumus untuk mencari modulus elastisitas adalah :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.5)$$

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Pada umumnya kegiatan pengujian eksperimental ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

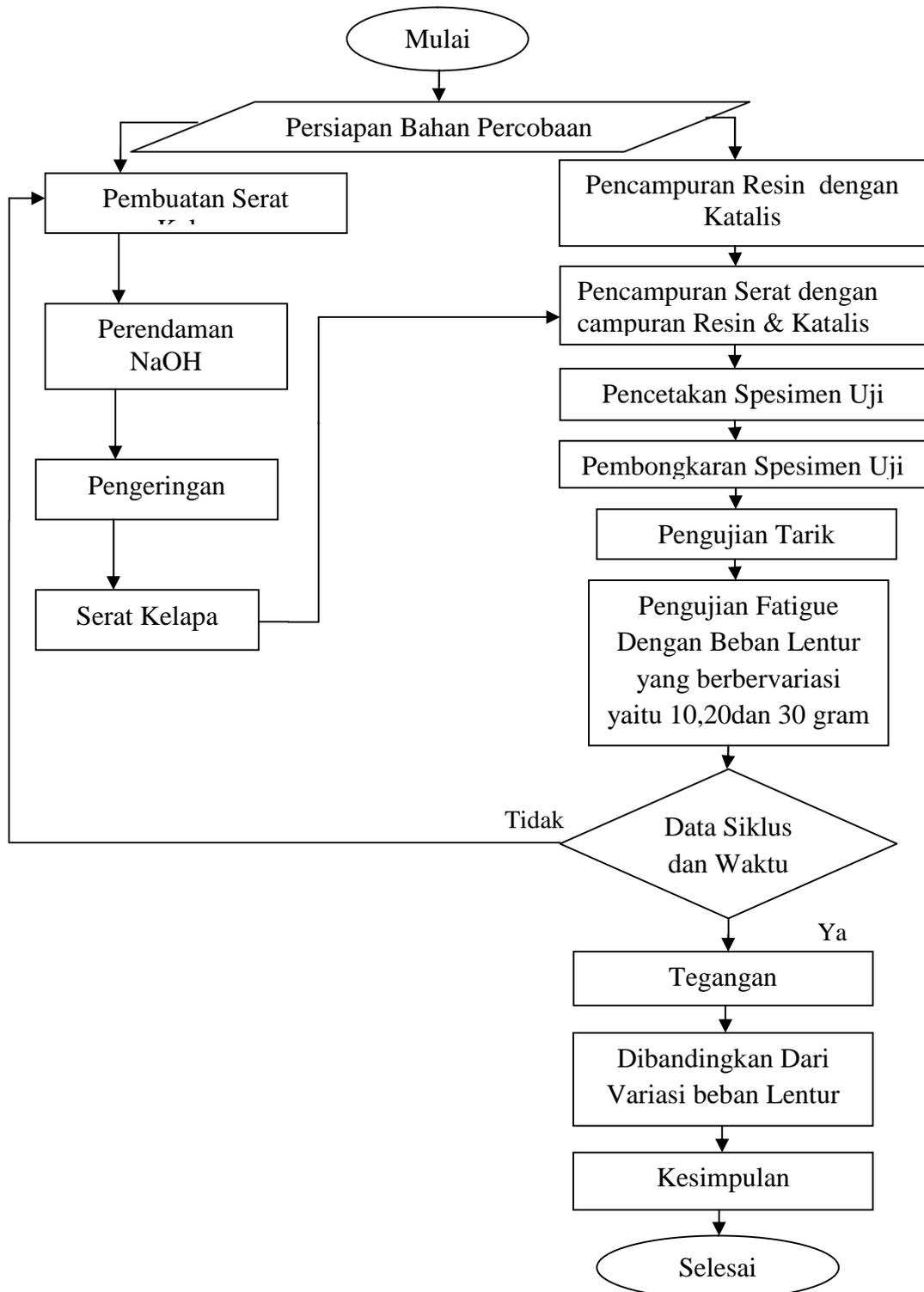
Waktu pelaksanaan dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing dan disahkan oleh ketua Program Studi Teknik Mesin UMSU sampai dinyatakan selesai.

Adapun kegiatan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

No.	Kegiatan	Lokasi Penelitian	Bulan					Keterangan
			Okt	Sept	Des	Jan	Feb	
1.	Penyediaan Alat dan Bahan	Lab. MKM						
2.	Pengolahan Serat Kelapa	Lab. MKM						
3.	Pembuatan Spesimen	Lab. MKM						
4.	Pengujian	Lab. MKM						

3.2 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan penelitian dilakukan secara bertahap seperti ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Bahan dan Alat

3.3.1 Bahan

Dalam proses pembuatan dan pengujian bahan komposit ini menggunakan beberapa alat dan bahan untuk membuat spesimen yang kemudian dapat dilakukan pengujian bahan komposit. Adapun bahan yang dipakai dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

1. Serat Kelapa

Bahan serat yang digunakan sebagai penguat komposit dalam pengujian fatigue adalah serat kelapa seperti ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 : Serat Kelapa

2. Resin (2250)

Bahan perekat yang digunakan sebagai matrik penguat pada spesimen pengujian fatigue seperti ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 : Resin (2250)

3. Katalis

Bahan pengeras yang digunakan untuk mempercepat proses pengeringan resin seperti di tunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Katalis 3.4

4. Mirror Glaze (wax)

Digunakan untuk melapisi cetakan agar memudahkan pada saat pelasan komposit dari cetakan seperti ditunjukkan pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Mirror Glaze (wax)

3.3.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses pembuatan dan pengujian pada bahan komposit ini adalah sebagai berikut:

1. Cetakan Spesimen

Alat yang digunakan untuk mencetak spesimen komposit uji fatigue dengan ukuran Panjang 11 cm, Lebar 2,1 dan Tinggi 2 cm. Cetakan dapat ditunjukkan pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Cetakan Spesimen

2. Kuas.

Alat yang digunakan untuk mengoleskan mirror glaze (wax) kepermukaan cetakan spesimen. Kuas dapat ditunjukkan pada gambar 3.12. di bawah ini.



Gambar. 3.7 Kuas.

3. Sarung Tangan.

Alat yang digunakan untuk melindungi bagian tangan pada saat pencampuran bahan resin yang kemungkinan dapat berbahaya. Sarung Tangan dapat ditunjukkan seperti pada gambar 3.8. di bawah ini.



Gambar. 3.8. Sarung Tangan.

4. Pisau Curter .

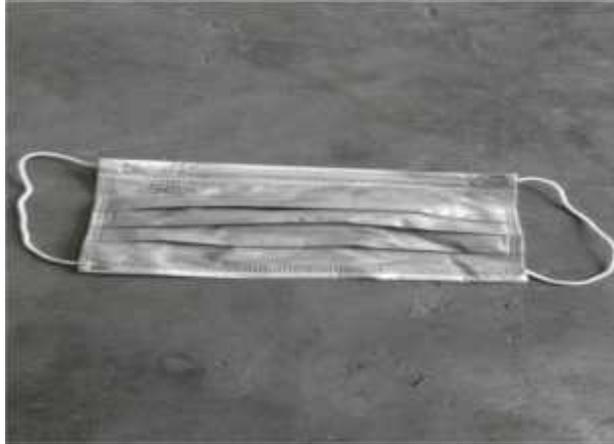
Alat yang digunakan untuk membersihkan sisa-sisa campuran resin yang lengket dan mengeras di cetakan spesimen komposit. Pisau Curter dapat ditunjukkan seperti pada gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar. 3.9 Pisau Curter.

5. Masker.

Alat yang digunakan untuk mencegah terjadinya radiasi terhadap racun pada zat kimia yang digunakan dalam penelitian ini. Masker dapat ditunjukkan seperti pada gambar 3.10 di bawah ini.



Gambar. 3.10 Masker.

6. Wadah dan Pengaduk.

Wadah digunakan sebagai tempat pencampuran antara resin dan katalis. Pengaduk berfungsi sebagai alat pengaduk resin dan katalis di dalam wadah, agar proses pencampurannya merata. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar. 3.11. Wadah dan Pengaduk.

7. *Rotary Bending Fatigue Mechine.*

Mesin *rotary bending fatigue* disini berfungsi untuk menguji material dan mengetahui batas lelah material yg bermula dari *crack* sampai dengan perambatan *crack*. Sehingga pengujian menggunakan rotary bending dibatasi dengan beban yang bervariasi mulai dari. 10 gram, 20 gram dan 30 gram. Dapat ditunjukkan pada gambar 3.12 dibawah ini.



Gambar. 3.12 *Rotary Bending Fatigue Mechine*

Bagian-bagian dari mesin rotary bending adalah sebagai berikut:

a) Motor

Motor berfungsi sebagai pengubah energi panas sebagai energi penggerak. Motor digunakan untuk menggerakkan cekam atau *chuck* pada proses pengujian kelelahan dengan menggunakan *rotary bending fatigue mechine*. Dapat ditunjukkan pada gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Motor penggerak

b) Chuck (cekam)

Cekam atau chuck berfungsi sebagai pengikat atau untuk mencekam benda uji pada pengujian *rotary bending fatik*. Dapat di tunjukan pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14 Cekam pada *rotary bending fatigue*

c) Indicator section

Indicator section berfungsi sebagai tempat melihat putaran atau siklus yang terjadi pada pengujian kelelahan. Dapat di tunjukan pada gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.15 Indicator Section

d) Beban

Beban yang digunakan pada pengujian kelelahan menggunakan rotary bending fatigue adalah 10 gram, 20 gram dan 30 gram. Dapat di tunjukan pada gambar 3.16 dibawah ini.



Gambar 3.16 Beban

e) Rangka

Rangka berfungsi sebagai penahan dari mesin *rotary bending fatigue* yang berupa beban cekam motor poros dan *indicator section*. Dapat di tunjukan pada gambar 3.14 dibawah ini



Gambar 3.17 Rangka

8. Jangka Sorong.

Jangka Sorong adalah alat ukur yang ketelitiannya dapat mencapai seperseratus millimeter. Jangka sorong digunakan sebagai alat untuk mengukur panjang, lebar, dan tebal pada spesimen. Dapat di tunjukan pada gambar 3.18 dibawah ini.



Gambar. 3.18. Jangka Sorong.

9. Kunci Inggris

Kunci inggris digunakan untuk mengunci/mengencangkan beban dan spesimen yang terpasang pada mesin *rotary bending fatigue*. Dapat di tunjukan pada gambar 3.19 dibawah ini.



Gambar 3.19 Kunci inggris

11. Kunci *chuck*/cekam

Kunci *chuck* digunakan untuk mengunci/ mengencangkan spesimen yang terpasang pada *rotary bending fatigue mechine*. Dapat di tunjukan pada gambar 3.20 dibawah ini.



Gambar 3.20 kunci *chuck*

12. Stopwatch

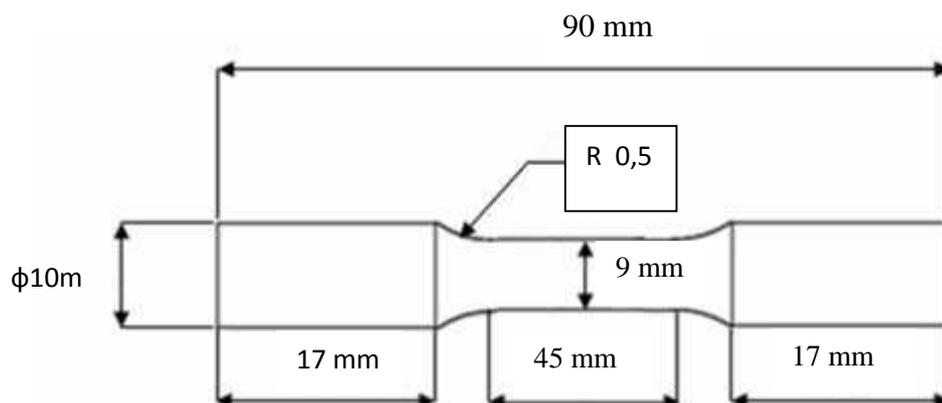
Stopwatch berfungsi untuk menghitung lama waktu pengujian fatik dengan menggunakan mesin *rotary bending fatigue*. Dapat di tunjukan pada gambar 3.21 dibawah ini.



Gambar 3.21 stopwatch

3.4 Pembuatan Spesimen Komposit Uji Fatigue

Adapun bentuk dan ukuran spesimen uji fatigie ditunjukkan pada gambar skema dibawah ini:



Gambar 3.22 Skema benda uji

a. Langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan dalam pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan serat kelapa.



Gambar 3.23 Pemilihan serat kelapa

2. Merendam serat kelapa kedalam larutan NaOH yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran dan mengurangi kadar air pada serat kelapa. Perendaman dilakukan selama 24 jam dengan larutan NaOH 10 % dan aquades.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.24 (a) (b) dan (c) Proses perendaman dan pengeringan serat

3. Mempersiapkan Cetakan Komposit dengan ukuran Panjang 11 cm, Lebar 2,1 dan Tinggi 2 cm.



Gambar 3.25 Cetakan Spesimen

4. Mengoleskan mirror glaze pada setiap bagian dalam cetakan, agar memudahkan pada saat pengambilan spesimen dari cetakan setelah mengalami proses pengeringan.



Gambar. 3.26 Mengoleskan mirror glaze pada bagian cetakan spesimen

5. Menuang resin ke dalam wadah sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar. 3.27 Menuang resin ke dalam wadah

6. Menimbang berat resin dan katalis yang diinginkan.



Gambar. 3.28. Menimbang resin dan katalis

7. Mencampurkan resin dan katalis sesuai dengan yang diinginkan.

Kemudian diaduk secara merata di dalam wadah.



Gambar. 3.29 Menuang katalis kedalam wadah berisi resin

8. Menuangkan campuran resin dan katalis dengan serat kelapa didalam cetakan .



Gambar. 3.30. Penuangan campuran resin dan katalis dengan serat kelapa kedalam cetakan.

9. Pengeringan spesimen dalam cetakan selama ± 45 menit, kemudian spesimen dilepas dari dalam cetakan.

10. Pengeringan spesimen diluar cetakan selama ± 1 hari atau sampai spesimen benar-benar mengeras.

11. Adapun hasil pembuatan spesimen komposit serat kelapa dapat ditunjukkan pada gambar 3.31 dan 3.32 dibawah ini.



Gambar 3.31 Spesimen Sebelum dilakukan pembubutan



Gambar 3.32 Spesimen Setelah dilakukan pembubutan

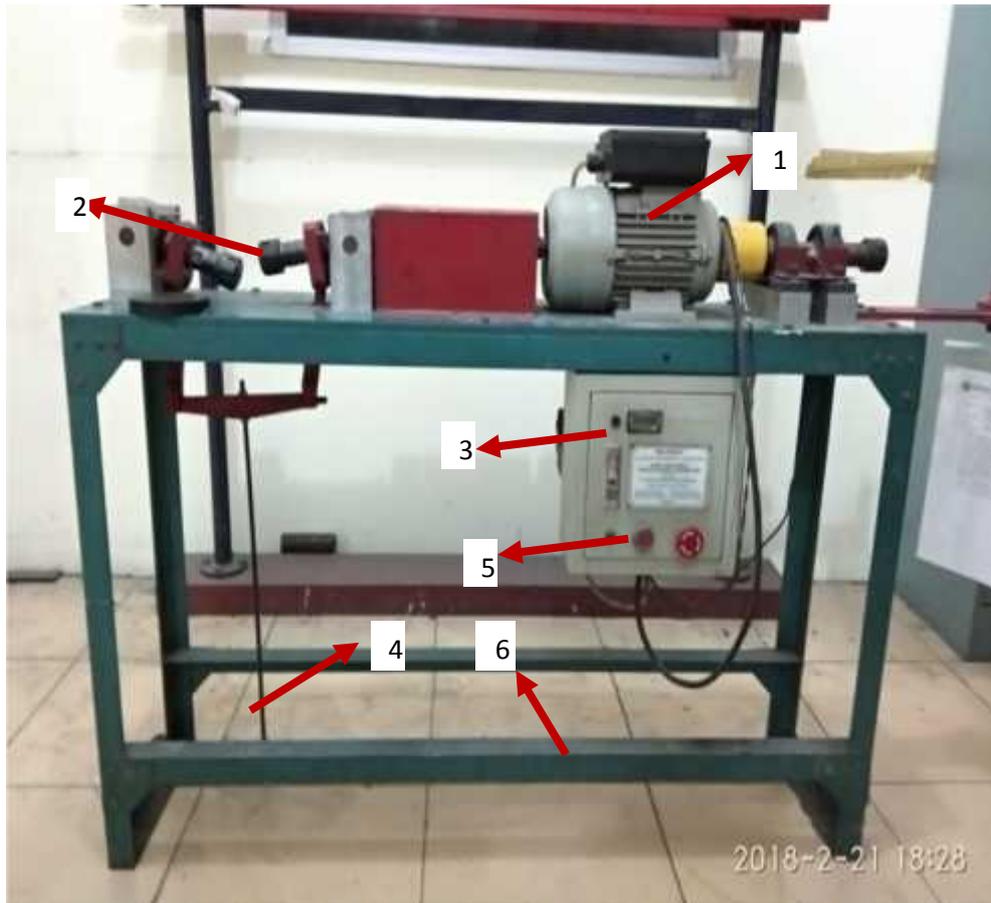
3.5 Pengujian Tarik

Pengujian tarik di lakukan untuk mengetahui kekutan tarik (*tensile strength*) specimen komposit diperkuat serat kelapa, yang bertujuan untuk mencari nilai beban yang akan di bebankan pada saat pengujian fatik. Langkah-langkah uji tarik pada bahan komposit diperkuat serat kelapa adalah sebagai berikut:

1. Pemberian tanda pada setiap specimen untuk menghindari kesalahan dalam pembacaan data.
2. Mensetting mesin uji tarik pada kedua pencengkam (*grip*) guna pemasangan specimen.
3. Memasang specimen uji tarik pada kedua *grip* mesin uji tarik.
4. Pencengkam (*grip*) berfungsi untuk menahan specimen uji tarik dan pastikan terjepit dengan benar dan rapat agar tidak terlepas serta terjadi kesalahan dalam proses pengujian.
5. Menjalankan mesin uji tarik.
6. Setelah patah , hentikan proses pengujian secepatnya.
7. Mencatat data yang muncul pada monitor pengujian.
8. Melepaskan specimen uji tarik dari jepitan pencengkam (*grip*).
9. Mengulangi langkah 1 sampai 8 guna melakukan uji tarik specimen selanjutnya.
10. Setelah selesai matikan mesin uji tarik.

3.6 Pengujian Fatigue.

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji sifat-sifat dari suatu bahan. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan pada penelitian ini ialah pengujian kekuatan lelah. Pengujian kekuatan lelah dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan lelah dari bahan komposit serat kelapa. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun gambar set up alat uji dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.33 Set Up Alat Uji Fatigue

Keterangan:

1. Motor

Digunakan untuk menggerakkan cekam atau *chuck* pada proses pengujian kelelahan dengan menggunakan *rotary bending fatigue mechine*.

2. Cekam atau chuck

Berfungsi sebagai pengikat atau untuk mencekam benda uji pada pengujian *rotary bending fatik*.

3. *Indicator section*

Berfungsi sebagai tempat melihat putaran atau siklus yang terjadi pada pengujian kelelahan

4. Beban

Digunakan pada pengujian kelelahan menggunakan rotary bending fatigue

5. Tombol ON/OFF

Digunakan untuk mematikan atau menghidupkan mesin.

6. Rangka

Berfungsi sebagai penahan dari mesin *rotary bending fatigue* yang berupa beban cekam motor poros dan *indicator section*.

3.6.1 Prosedur Pengujian

Pada pengujian dengan menggunakan mesin *rotary bending fatigue* (*kelelahan*) hingga spesimen patah. adapun langkah-langkah pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasang spesimen pada cekam mesin *rotary bending fatigue*
2. Lalu memasang beban yang telah ditentukan pada mesin *rotary bending fatigue* yang akan diberikan pada spesimen.
3. Pastikan spesimen terikat kuat agar tidak terjadi kesalahan pada pengujian.
4. Menghidupkan mesin bersamaan dengan menghitung waktu pada stopwatch.
5. Mematikan mesin bersamaan dengan stopwatch pada saat spesimen patah.
6. Kemudian mencatat waktu pada stopwatch dan siklus pada indicator dan beban pada mesin *rotary bending fatigue*.
7. Lalu lepas spesimen pada mesin *rotary bending fatigue* dan tandai untuk pengujian pertama.
8. Ulangi langkah 1 sampai dengan 9
9. Apabila telah selesai bersihkan dan rapikan kedua mesin tersebut.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Hasil Pembuatan Spesimen

Adapun hasil pembuatan spesimen komposit serat kelapa sebelum dilakukan pembubutan dan sesudah dilakukan pembubutan dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1 Spesimen sebelum dibubut



Gambar 4.2 Spesimen sesudah dibubut

4.2 Hasil Pengujian Tarik dan Pengujian Rotary Bending

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil pengujian tarik dan pengujian *Rotary Bending*, dimana beban yang akan di pakai dalam pengujian fatigue di dapat dari hasil pengujian tarik terlebih dahulu yang di lakukan terhadap 2 spesimen berbahan komposit diperkuat serat kelapa. Dalam pengujian 9 spesimen fatigue komposit memiliki variasi beban yang berbeda yaitu ; 3 spesimen beban 10 gram, 3 spesimen beban 20 gram, 3 spesimen beban 30 gram.

4.3 Analisa Data Pengujian Tarik

Pengujian tarik yang di lakukan sebanyak 2 spesimen yang bertujuan untuk menentukan variasi beban dalam pengujian fatigue, dari hasil ini akan di ambil nilai rata-ratanya. Adapun analisa data pengujian tarik sebagai berikut:



Gambar 4.3 Hasil pengujian tarik specimen komposit serat kelapa

4.3.1 Analisa Data Uji Tarik Spesimen Komposit

- Spesimen pengujian 1 komposit

$$F_{maks} = 44,35 \text{ kgf}$$

$$A = 63,62 \text{ mm}^2$$

$$L_0 = 45 \text{ mm}$$

$$l = 6,409 \text{ mm (data dari hasil pengujian)}$$

$$1 \text{ KN} = 1000 \text{ N}$$

$$1 \text{ kgf} = 9,8067 \text{ N}$$

Tegangan (σ)

$$\dagger = \frac{F}{A}$$

$$\dagger = \frac{44,35 \text{ kgf} \cdot 9,8067 \text{ N},}{63,62 \text{ mm}^2} = 6,836 \text{ N/mm}^2$$

Regangan (ϵ)

$$v = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$v = \frac{6,409 \text{ mm}}{45 \text{ mm}} = 0,143 \text{ mm}$$

Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\dagger}{v}$$

$$E = \frac{6,836 \text{ kgf/mm}^2}{0,143 \text{ mm}} = 44,675 \text{ N/mm}^2$$

- Spesimen pengujian 2 Komposit

$$F_{\text{maks}} = 93,44 \text{ kgf}$$

$$A = 63,62 \text{ mm}^2$$

$$L_0 = 45 \text{ mm}$$

$$l = 3,204 \text{ mm (data dari hasil pengujian)}$$

$$1 \text{ KN} = 1000 \text{ N}$$

$$1 \text{ kgf} = 9,8067 \text{ N}$$

Tegangan (σ)

$$\dagger = \frac{F}{A}$$

$$\dagger = \frac{99,44 \text{ kgf} \cdot 9,8067 \text{ N},}{63,62 \text{ mm}^2} = 14,403 \text{ N/mm}^2$$

Regangan (ϵ)

$$v = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$v = \frac{3,204 \text{ mm}}{45 \text{ mm}} = 0,07 \text{ mm}$$

Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\dagger}{v}$$

$$E = \frac{14,404 \text{ kgf/mm}^2}{0,07 \text{ mm}} = 205,757 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil pengujian tarik diambil nilai rata-rata dari grafik tensile strength.

Hasil dari nilai rata-rata diatas adalah sebagai berikut.

$$\frac{1,47 + 0,07}{2} = 1,82 \text{ kgf / mm}^2$$

Hasil nilai diatas akan diambil dari beberapa persen mulai dari 0,14%, 0,4%, 0,55% untuk menentukan beban yang diberikan pada pengujian fatigue.

Hasil dari perhitungan dapat dilihat sebagai berikut;

$$0,18\% \text{ dari } 1,82 = 0,00327 \text{ kgf} / \text{mm}^2$$

$$0,4 \% \text{ dari } 1,82 = 0,0072 \text{ kgf} / \text{mm}^2$$

$$0,55\% \text{ dari } 1,82 = 0,0099 \text{ kgf} / \text{mm}^2$$

1. Pengujian 1. 0,18% dari 1,82 = 0,00327 kgf/mm² untuk menentukan beban fatigue:

$$W = \frac{f}{32/\frac{l}{2}} \cdot d^3 \times 0,00327$$

$$W = \frac{f}{32/\frac{45}{2}} \times 9^3 \times 0,00327$$

$$W = \frac{f}{32/22,5} \times 729 \times 0,00327$$

$$W = 0,01 \text{ kg}$$

$$W = 10 \text{ gram}$$

2. Pengujian 2. 0,4% dari 2,21 = 0,0072 kgf/mm² untuk menentukan beban fatigue:

$$W = \frac{f}{32/\frac{l}{2}} \cdot d^3 \times 0,0072$$

$$W = \frac{f}{32/\frac{45}{2}} \times 9^3 \times 0,0072$$

$$W = \frac{f}{32/22,5} \times 729 \times 0,0072$$

$$W = 0,02 \text{ kg}$$

$$W = 20 \text{ gram}$$

3. Pengujian 3. 0,55% dari 1,8 = 0,0099 kgf/mm² untuk menentukan beban fatigue:

$$W = \frac{f}{32/\frac{l}{2}} \cdot d^3 \times 0,0099$$

$$W = \frac{f}{32 / \frac{45}{2}} \times 9^3 \times 0,0099$$

$$W = \frac{f}{32 / 22,5} \times 729 \times 0,0099$$

$$W = 0,03 \text{ kg}$$

$$W = 30 \text{ gram}$$

4.4 Pengujian Fatigue

Adapun material yang digunakan pada pengujian kelelahan ini komposit serat kelapa. Pembebanan yang akan diberikan dalam pengujian *rotary bending fatigue* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Nilai Pembebanan

No.	W (Kg)	D (mm)	L (mm)
1.	10 Gram	9	90
2.	20 Gram	9	90
3.	30 Gram	9	90

4.5 Pembahasan Hasil Pengujian ⁷

4.5.1 Pembahasan Hasil Pengujian 1 Dengan Beban 10 gram

Percobaan pertama dengan menggunakan komposit serat kelapa menghasilkan Siklus 127 dengan waktu 00:06,31 detik diberi beban 10 gram. Perpatahan spesimen Dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.4 Spesimen 1 komposit serat kelapa dengan beban 10 gram.

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\dagger &= \frac{WL/2}{f/32d^3} \\ &= \frac{0,01kg \cdot 9cm / 2}{3,14 / 32 \cdot 0,9^3 cm} \\ &= \frac{0,01kg \cdot 4,5cm}{0,0981 \cdot 0,729 cm} \\ &= \frac{0,045kg}{0,0715cm} \\ &= 0,6293kg/cm^2 \\ &= 0,06293Mpa\end{aligned}$$

4.5.2 Pembahasan Hasil Pengujian 2 Dengan Beban 20 gram

Percobaan kedua dengan menggunakan komposit serat kelapa menghasilkan Siklus 132 dengan waktu 00.03 detik diberi beban 20 gram. Perpatahan pada spesimen Dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.5 Spesimen 2 komposit serat kelapa dengan beban 20 gram.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\dagger &= \frac{WL/2}{f/32d^3} \\ &= \frac{0,02kg \cdot 9cm / 2}{3,14 / 32 \cdot 0,9^3 cm}\end{aligned}$$

$$= \frac{0,02kg \cdot 4,5cm}{0,0981 \cdot 0,729cm}$$

$$= \frac{0,09.kg}{0,0715cm}$$

$$= 1,258kg / cm^2$$

$$= 0,1258Mpa$$

4.5.3 Pembahasan Hasil Pengujian 3 Dengan Beban 30 gram

Percobaan ketiga menggunakan komposit serat kelapa menghasilkan Siklus 97

Putaran dengan waktu 03,84 detik diberi beban 30 gram. Patahan spesimen Dapat

dilihat pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Spesimen 3 komposit serat kelapa dengan beban 30 gram.

Penyelesaian:

$$\dagger = \frac{WL / 2}{f / 32d^3}$$

$$= \frac{0,03kg \cdot 9cm / 2}{3,14 / 32 \cdot 0,9^3 cm}$$

$$= \frac{0,03kg \cdot 4,5cm}{0,0981 \cdot 0,729cm}$$

$$= \frac{0,135kg \cdot cm}{0,0715cm}$$

$$= 1,89kg / cm^2$$

$$= 0,189Mpa$$

4.6 Data Hasil Pengujian Kelelahan (*fatigue*)

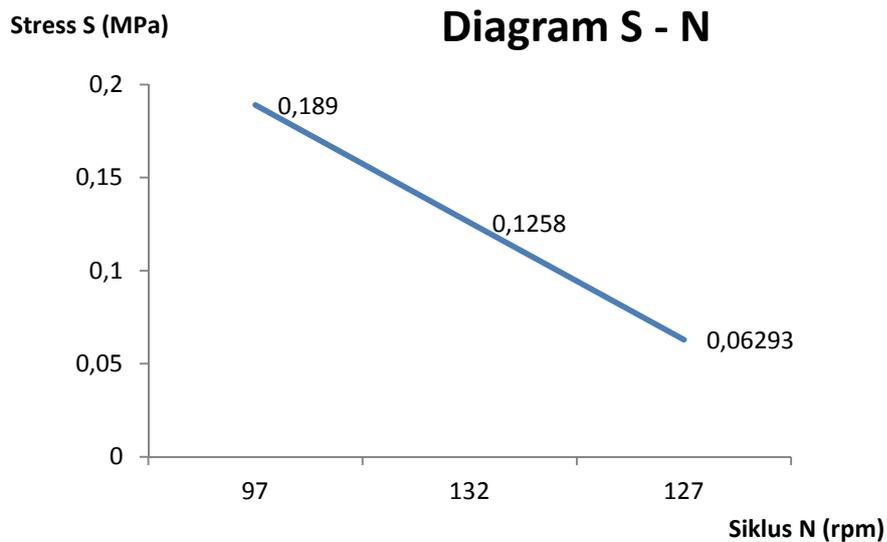
Hasil pengujian *fatigue* pada material komposit serat kelapa telah dilakukan percobaan analisa pengujian *fatigue* material komposit serat kelapa dengan menggunakan *rotary bending fatigue machine*. Data hasil pengujian kelelahan ditunjukkan pada tabel 4.2. Pengujian telah dilaksanakan dalam 3 minggu, Pada tanggal 21 Februari 2018 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kelelahan

No.	W (kg)	σ (MPa)	Siklus	T (Menit)
1.	0,01 kg	0,06293	127	00:06,31
2.	0,02 kg	0,1258	132	00:03
3.	0,03 kg	0,189	97	00:03,84

4.7 Kurva S-N

Kurva S-N adalah karakteristik *fatigue* yang umum digunakan dari suatu bahan yang mengalami tegangan berulang dengan besar yang sama. Kurva tersebut diperoleh dari tes spesimen komposit serat kelapa yang diberi beban berulang dengan jumlah N sampai terjadi kegagalan. Besarnya N berbanding terbalik dengan rentang tegangan S (tegangan maksimum-tegangan minimum). Kurva ini menyediakan informasi karakteristik *Fatigue* dengan amplitudo pembebanan yang konstan. Dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.7 grafik *kurva S-N*

Dari gambar 4.4 diatas dapat dilihat, hasil pengujian kelelahan (*Fatigue*) spesimen komposit serat kelapa dengan beban 10 gram yang didapat 0,15% dari nilai rata-rata menghasilkan Tegangan 0,06293 Mpa, Siklus 127 dalam waktu 00:06,31 detik. Pada beban 20 gram yang didapat 0,3% dari nilai rata-rata menghasilkan Tegangan 0,1258 Mpa, Siklus 132 dalam waktu 00:03 detik. Pada beban 30 gram yang didapat dari 0,45% nilai rata-rata menghasilkan Tegangan 0,189 Mpa, Siklus 97 dalam waktu 00:03,84 detik. Semakin bertambahnya beban, Siklus dan Waktu kelelahan (*fatigue*) yang terjadi pada material komposit serat kelapa tidak stabil dikarenakan setiap serat alam tidak memiliki kekuatan yang sama.

Data hasil dari pengujian kelelahan spesimen komposit serat kelapa dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Keseluruhan Pengujian Spesimen Fatigue Komposit Serat Kelapa

No	SPESIMEN	BEBAN	SIKLUS	WAKTU
1	Komposit Serat Kelapa 1	10gram	109	00:05,29
2	Komposit Serat Kelapa 2	10gram	119	00:05,83
3	Komposit Serat Kelapa 3	10gram	127	00:06,31
	Nilai rata-rata		118,33	00:05,80
4	Komposit Serat Kelapa 1	20gram	163	00:07
5	Komposit Serat Kelapa 2	20gram	132	00:03
6	Komposit Serat Kelapa 3	20gram	97	00:03
	Nilai rata-rata		130,66	00:04
7	Komposit Serat Kelapa 1	30gram	92	00:03,38
8	Komposit Serat Kelapa 2	30gram	111	00:03,77
9	Komposit Serat Kelapa 3	30gram	97	00:03,84
	Nilai rata-rata		100	00:03,66

Pada tabel 4.3 menjelaskan hasil pengujian fatigue dengan spesimen berbahan komposit serat kelapa yang berjumlah 9 buah dengan pemberian beban yang berbeda, beban yang diberikan yaitu :10 gram, 20 gram, 30 gram. dengan jumlah spesimen yang di uji berjumlah 3 spesimen untuk setiap masing - masing beban. Untuk spesimen komposit serat kelapa dengan beban 10 gram, maka didapat rata – rata waktu pengujian yaitu 00:05,80 detik dan siklus 118,33 Untuk spesimen komposit serat kelapa dengan beban 20 gram maka didapat rata-rata waktu pengujian yaitu 00:04 detik dan siklus 130,66 Untuk spesimen komposit serat kelapa dengan beban 30 gram maka didapat rata-rata waktu pengujian yaitu 00:03,66 detik dan siklus 100.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian, pengambilan data, dan analisis pengujian lelah pada bahan komposit serat kelapa dengan menggunakan *rotary bending fatigue machine*, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan spesimen uji *fatigue* dibuat dengan cara metode tuang dan di lakukan proses pembubutan.
2. Kekuatan lelah (*fatigue*) beban 20 gram dari spesimen yang dilakukan pengujian menggunakan mesin uji *rotary bending fatigue machine* dengan hasil terbesar memiliki siklus 163 dan waktu 00:07 serta beban 30 gram memiliki hasil terkecil yaitu siklus 92 dan waktu 00:03,38.
3. Dari hasil pengujian kelelahan (*fatigue*) material komposit serat kelapa:
 - Spesimen 1 dengan beban 10 gram, didapat :

Siklus : 127

Waktu : 00:06,30 Detik



Gambar 5.1 Siklus dan Waktu Beban 10 gram

- Spesimen 2 dengan beban 20 gram, didapat :

Siklus : 132

Waktu : 00:03 Detik



Gambar 5.2 Siklus dan Waktu Beban 20 gram

- Spesimen 3 dengan beban 30 gram, didapat :

Siklus : 97

Waktu : 00:03,84 Detik



Gambar 5.3 Siklus dan Waktu Beban 30 gram

4. Setelah dilakukan pengujian dan diperoleh data dari grafik kurva S-N, maka dilakukan evaluasi jumlah hasil yang diperoleh antara lain:

- Pembebanan 10 gram memperoleh nilai tegangan 0,06293 Mpa.
- Pembebanan 20 gram memperoleh nilai tegangan 0,01258 Mpa.
- Pembebanan 30 gram memperoleh nilai tegangan 0,189 Mpa.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai pengujian lelah material komposit serat kelapa dengan menggunakan mesin *rotary bending fatigue* yang ada di laboratorium mekanika kekuatan material program studi teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara adalah sebagai berikut :

1. Pemasangan spesimen uji pada pencekam harus dengan kuat dan sejajar dengan poros motor.
2. Untuk mengurangi getaran dapat melakukan penyetelan ulang poros motor diharapkan dapat mengurangi getaran yang ditimbulkan dalam pengujian selanjutnya.
3. Hasil cetakan spesimen masih belum sempurna diharapkan bagi peneliti selanjutnya agar lebih baik dan teliti dalam melakukan studi eksperimen komposit serat alam ini.

LAMPIRAN

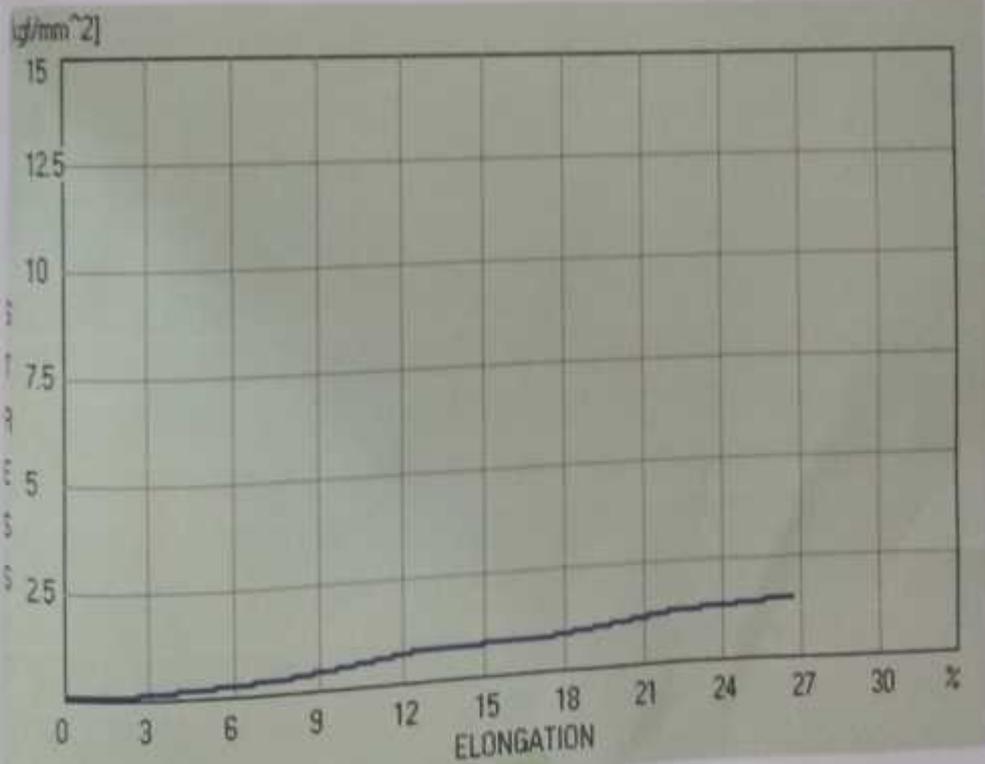


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	93.44 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	93.44 (kgf)
Date Test :	14-12-2017 ; 20:39:43	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	1.47 (kgf/mm ²)
Area :	63.62 (mm ²)	Elongation :	26.67 (%)



Kalab. Pengujian Material

Prodi Teknik Mesin

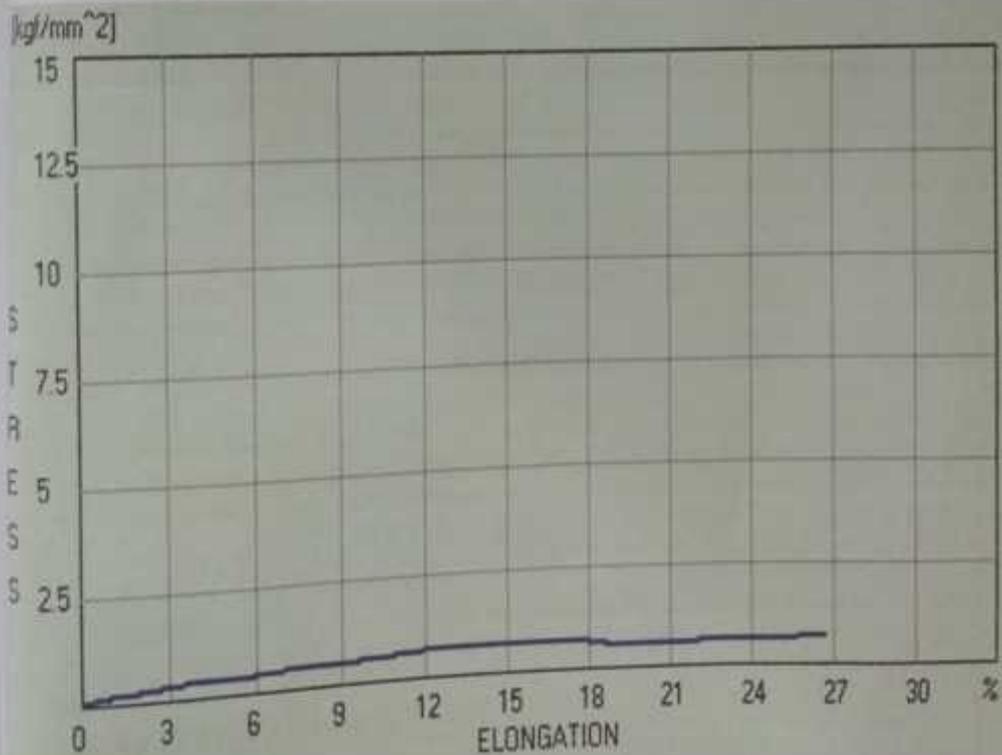


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: prodimmesin_fstek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	44.35 (kgf)
Test Type :	Tensile	Break Force :	43.03 (kgf)
Date Test :	14-12-2017 ; 20:41:51	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.70 (kgf/mm ²)
Area :	63.62 (mm ²)	Elongation :	26.67 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Fahrozi Rauh
Alamat : Dusun I, Desa Paya Pasir, Tebing Syahbandar
Jenis kelamin : Laki – laki
Umur : 22 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat dan Tgl. Lahir : Medan, 01 Oktober 1995
Tinggi dan Berat Badan : 165 cm / 50 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No.Telfon : 0858-3126-5251

ORANG TUA

Nama Ayah : Misman
Agama : Islam
Nama Ibu : Almh. Katini
Agama : Islam
Alamat : Dusun I, Desa Paya Pasir, Tebing Syahbandar

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2001-2007 : SD Negeri 165737 Tebing Tinggi
2007-2010 : SMP Swasta Ir.H.Djuanda Tebing Tinggi
2010-2013 : SMK Negeri 4 Tebing Tinggi
2013-2018 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatra Utara (UMSU)