

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH KEKUATAN IMPACT TEKAN DENGAN
PEMBEBANAN GAYA JATUH BEBAS PADA BAHAN
KOMPOSIT

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

Disusun oleh :

RIZKI LANGGA PRATAMA
1307230126



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

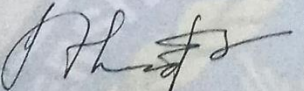
LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH KEKUATAN IMPACT TEKAN DENGAN
PEMBEBANAN GAYA JATUH BEBAS PADA BAHAN
KOMPOSIT

Disusun Oleh :


RIZKI ANGGA PRATAMA
1307230126

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I


(Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T)

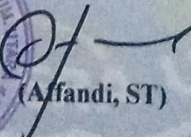
Pembimbing – II


(Bekti Suroso, S.T., M.Eng)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin




(Affandi, ST)

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

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
PENGARUH KEKUATAN IMPACT TEKAN DENGAN
PEMBEBANAN GAYA JATUH BEBAS PADA BAHAN
KOMPOSIT

Disusun Oleh :

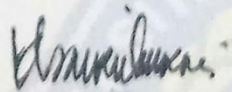
RIZKI ANGGA PRATAMA

1307230126

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 28 Maret 2018

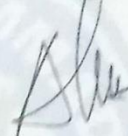
Disetujui Oleh :

Pembanding - I



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

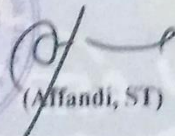
Pembanding - II



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

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Alfandi, 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>

Umsu merupakan salah satu agen perubahan
sosial dan kebangsaan

DAFTAR SPESIPIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Rizki Angga Pratama
NPM : 1307230126
Semester : X (Sepuluh)
SPESIPIKASI : Pengaruh Kekuatan Impact tekan Dengan Pembebanan Gaya
Jatuh Bebas Pada Bahan Komposit.

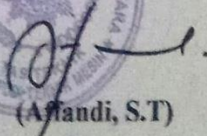
Diberikan Tanggal : 12 April 2018
Selesai Tanggal : 22 Mei 2018
Asistensi : Setiap hari
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

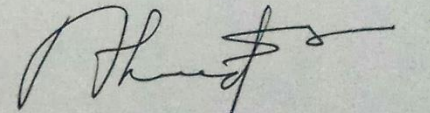
Diketahui oleh :

Medan, 22 Mei 2018

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I


(Afandi, S.T)


(Ahmad Marabdi Siregar, 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
Web site : <http://www.umsu.ac.id>

Ma'rifatullah sumber ilmu agar diwujudkan
kebaikan dan kesejahteraan

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : Rizki Angga Pratama PEMBIMBING I : Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T
NPM : 1307230126 PEMBIMBING II : Bekti Suroso, S.T., M.Eng

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1	12 Januari 2018	Cari beberapa tinjauan pustaka.	Ju
2	26 Januari 2018	Perbaiki penulisan pada Bab. I, II, & III.	Ju
3	17 Februari 2018	Perbaiki penulisan diagram Air pendinginan	Ju
4	28 Februari 2018	Tambah daftar pustaka	Ju
5	23 Maret 2018	Perbaiki penulisan Abstrak	Ju
6	19 April 2018	Atc Seminar	Ju
7	28 April 2018	Perbaiki format penulisan	Ju Pff
	Selasa 22/5/2018	Atc. persiapan Seminar	Pff

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

Peserta Seminar

Nama : Rizki Angga Pratama
 NPM : 1307230126
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kekuatan Impact Dengan Pembebanan Ber -
 Ulang Pada Bahan Komposit.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: Bekti Suroso.S.T.M.T	:	
Pembanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pembanding – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230155	HAMDANI HAMIADAN	
2	1307230264	BAYU MANDALA PUTRA	
3	1307230070	EDI GUSTIAWAN	
4	1307230210	HERLIN CAHYA KUSUMA	
5	1307230159	YOGI ANDIEA CAHAYO	
6	1307230125	WAHYONO AJI	
7	1307230004	Riki syahputra	
8	1307230223	M. JAMILUL CHOIR	
9	1307230320	BILVI ARDIKA	
10	1307230017	Sandi Arlian	

Medan, 23 Ramadhan 1439 H
 08 Jun 2018 M

Ketua Prodi. T Mesin

Affandi.S.T

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

NAMA : Rizki Angga Pratama
NPM : 1307230126
Judul T.Akhir : Pengaruh Kekuatan Impact Dengan Pembebanan Berulang Pada Bahan Komposit.

Dosen Pembimbing - I : Ahmad Marabdi.Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.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 :
- *Khairul Umurani*
- *Bekti Suroso*
- *Ahmad Marabdi*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 23 Ramadhan 1439H
08 Juni 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi
Affandi.S.T

Dosen Pembanding- I
Khairul Umurani
Khairul Umurani.S.T.M.T



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

NAMA : Rizki Angga Pratama
NPM : 1307230126
Judul T.Akhir : Pengaruh Kekuatan Impact Dengan Pembebanan Berulang Pada Bahan Komposit.

Dosen Pembimbing - I : Ahmad Marabdi.Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

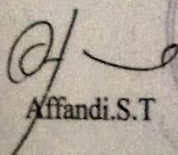
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

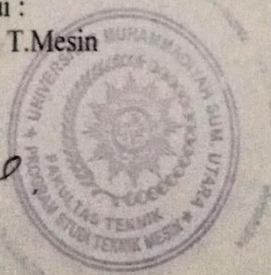
perbaiki gambar, team pengantar, data peserta

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

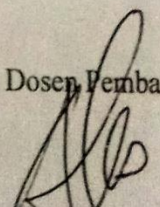
Medan 23 Ramadhan 1439H
08 Juni 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T



Dosen Pemanding- II


Sudirman Lubis.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Angga Pratama
Tempat/Tgl Lahir : Pematang Siantar, 23 November 1995
NPM : 1307230126
Bidang Keahlian : Konstruksi Dan Manufaktur
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

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

PENGARUH KEKUATAN IMPACT TEKAN DENGAN PEMBEBANAN GAYA JATUH BEBAS PADA BAHAN KOMPOSIT.

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 ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk 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, April 2018
Saya yang menyatakan,



RIZKI ANGGA PRATAMA

ABSTRAK

Bahan komposit telah berkembang pesat dan meluas ditinjau air. Komposit banyak dimanfaatkan dalam peralatan rumah tangga dan sektor industri baik industri kecil maupun industri besar. Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit terdiri dari matriks yang berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindungan *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal dan *filler* berfungsi sebagai penguat. Material komposit yang berpenguat serat terutama serat alam merupakan material alternatif yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan material alternatif lainnya, dimana dewasa ini telah berkembang dengan cepat dan memperoleh perhatian yang serius bagi para ilmuwan. Pada pengujian ini bahan komposit yang digunakan adalah matriks polyester resin dan katalis, dengan penguat serat serabut kelapa atau komposisi serat serabut kelapa. Alat uji impact menggunakan metode impact gaya jatuh bebas dengan variasi ketinggian 2 m, 3 m, dan 4 m. Impactor memiliki berat 1,3 kg. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi impactor maka tegangan yang terjadi besar. Komposisi serat serabut kelapa menggunakan variasi berat pada setiap spesimen uji, yakni berat 131 gr, 133 gr dan 138 gr. Dari perbandingan serat yang didapat maka dapat disimpulkan semakin sedikit campuran serat yang diberikan maka semakin besar pula tegangan yang terjadi. Dan ketinggian sangat berpengaruh pada bentuk pecahan spesimen pada saat pengujian dilakukan.

Kata kunci :Bahan komposit, Mesin Uji Impact Vertikal Gaya Jatuh Bebas.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan lancar.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik S – 1 di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul Tugas Sarjana ini adalah **Pengaruh Kekuatan Impact Tekan Dengan Pembebanan Gaya Jatuh Bebas Pada Bahan Komposit”**

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 terima kasih kepada :

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

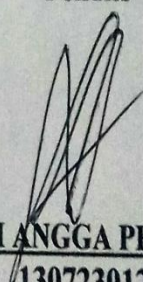
1. Kepada Kedua orang tua tersayang Bapak Irianto dan Ibunda Rahmalita Sinaga, S.Pd, dimana cinta yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, dengan penuh kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ade Faisal,S.T,MSc,ph.D. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi, S.T, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Chandra A Siregar,S.T,M.T, selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T, selaku Dosen Pembimbing I.
8. Bapak Bekti Suroso ,S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing II.
9. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, Selaku Dosen Pembimbing I.
10. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T, Selaku Pembimbing II.
11. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.
12. Kepada Adik saya tersayang Irliza Damayanti, AMd,AB yang telah memberikan semangat dan dukungannya.

13. Kepada Adik Sepupu Saya Aisyah Damasaputri, Anisa Rahmadani, Syawaludin Sinaga, Muhammad Irsyad Sinaga, Wina Fadiah Adianti, Wini Allika Fitriani yang telah memberikan semangat dan dukungan.
14. Terima kasih banyak pada kawan-kawan Ahmad Faika Siregar, Ahmad Fauzi Hasibuan, Ahmad Muhazir, Bambang Pranoto, Deni Ariawan, Dicky Chandra Kusuma, Dwiki Darmawan, Jumadi, Hermansyah Hasibuan, Idris Sabri, Muhammad Arifsyah Putra, Ramzi Valevi, Rommy Agustan, Wan Mukrim, Yogi Andika Caniago yang selalu senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam tugas akhir ini.
15. Serta seluruh tim Mesin Uji Impact Vertikal Batang Hopkinson Berinstrumentasi Abdul Rahman, Angga Santri Hardiansya, Ilham kamaluddin, M. Gipari, Randy Juprastanta, Roy Chartin Samosir.
16. Seluruh teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam 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, 12 April 2018

Penulis


RIZKI ANGGA PRATAMA
1307230126

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	
LEMBAR PENGESAHAN II	
LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA	
LEMBAR ASISTENSI TUGAS SARJANA	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR SIMBOL	viii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Bahan Komposit	5
2.2 Klasifikasi Bahan Komposit	6
2.2.1 Tipe Komposit Serat	8
2.3 Kajian Teori Komposit	10
2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit	10
2.5 Serat	12
2.6 Resin Epoxy	12
2.7 Gerak Jatuh Bebas	14
2.8 Gerak Lurus	17
2.9 Hukum Gerakkan	18
2.9.1 Momentum dan Influs	18
2.9.2 Hukum Gerak Newton	18
2.9.3 Energi Mekanik	19
2.10 Pengujian Lendutan	19
2.11 Jenis-Jenis Metode Uji Impak	22
BAB 3. METODOLOGI RANCANG BANGUN	
3.1 Tempat dan Waktu	24
3.1.1 Tempat	24
3.1.2 Waktu Pelaksanaan	24
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian	25
3.2.1 Mesin Uji Impact Vertikal	25
3.2.2 Laptop	25

3.2.3 Arduino	26
3.2.4 Load Cell	27
3.2.5 HX 711	27
3.2.6 Kabel Jumper male to female	28
3.2.7 Kabel USB	28
3.2.8 Beban Penekan / Inspector	29
3.2.9 Bahan Pengujian Inspector Vertikal	29
3.3 Diagram Alir	30
3.4 Pembuatan Spesimen	31
3.5 Pengujian Impact	35
3.6 Prosedur Pengujian Impact	36

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan	38
4.1.1 Hasil Pembuatan	38
4.1.2 Hasil Pembuatan Cetakkan	38
4.2 Data Pengujian Impact	39
4.3 Hasil Pengujian Impact	40
4.3.1 Pengujian Impact Spesimen Satu	40
4.3.2 Pengujian Impact Spesimen Dua	40
4.3.3 Pengujian Impact Spesimen Tiga	41
4.4 Hasil Pengujian Impact	42
4.4.1 Hasil Pengujian Impact Pada Percobaan Satu	42
4.4.2 Hasil Pengujian Impact Pada Percobaan Dua	43
4.4.3 Hasil Pengujian Impact Pada Percobaan Tiga	44
4.5 Grafik Perbandingan Tegangan Impact	45
4.6 Hasil Pengujian Impact Gaya Jatuh Bebas Vertikal	46
4.7 Hasil Data Perbandingan	47

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Continuos Fiber Composite	8
Gambar 2.2	Woven Fiber Composite (bi-dirtectional)	9
Gambar 2.3	Hybrid Fiber Composite	9
Gambar 2.4	Grafik hubungan v-t	15
Gambar 2.5	Balok sebelum terjadi deformasi	20
Gambar 3.1	Mesin Uji impact vertikal	25
Gambar 3.2	Laptop	26
Gambar 3.3	Arduino	26
Gambar 3.4	Load Cell	27
Gambar 3.5	HX 711	27
Gambar 3.6	Kabel Jumper Male To Female	28
Gambar 3.7	Kabel USB	28
Gambar 3.8	Beban Penekan / Impector	29
Gambar 3.9	Spesimen Uji Impact	29
Gambar 3.10	Diagram Alir	30
Gambar 3.11	Pengukuran Serat Kelapa	31
Gambar 3.12	Penimbangan Serat Kelapa	31
Gambar 3.13	Penimbangan Resin	32
Gambar 3.14	Pengukuran Katalis	32
Gambar 3.15	Pencampuran Resin Dan Katalis	33
Gambar 3.16	Memasukan Serat Kelapa	34
Gambar 3.17	Memasukan Resin Dan Katalis Kedalam Cetakan	34
Gambar 3.18	Hasil Akhir Spesimen	35
Gambar 3.19	Pengujian Tekan Dengan Spesimen Komposit Dengan Campuran Serat Yang Bervariasi Menggunakan Dudukan Spesimen	36
Gambar 4.1	Certakkan Spesimen	38
Gambar 4.2	Spesimen Pengujian	39
Gambar 4.3	Gambar Pengujian Spesimen Satu	40
Gambar 4.4	Gambar Pengujian Spesimen Dua	41
Gambar 4.5	Gambar Pengujian Spesimen Tiga	41
Gambar 4.6	Hasil Grafik Pengujian Tekan Percobaan Pertama	42
Gambar 4.7	Hasil Grafik Pengujian Tekan Percobaan Kedua	43
Gambar 4.8	Hasil Grafik Pengujian Tekan Percobaan ketiga	44
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Tegangan Impact	45
Gambar 4.10	Hasil Pengujian Impact Gaya Jatuh Bebas	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Resin Epoxy	14
Tabel 2.2 Waktu Dan Kecepatan Benda jatuh	15
Tabel 3.1 Time Line Kegiatan	24
Tabel 4.1 Data Percobaan	39
Tabel 4.2 Data Hasil Percobaan	47

DAFTAR SIMBOL

mc	=	Massa Komposit (g)
mf	=	Massa Serat (g)
m/s	=	Kecepatan (m/s)
S	=	Waktu
σ	=	Tegangan (N / m ²)
M	=	Massa benda (kg)
G	=	Gravitasi bumi (kg)
H	=	Tinggi jatuh benda (m)
Cm	=	Centi meter
G	=	Gram
Kg	=	Kilogram
Mm	=	Mili meter
I	=	Implus
Gr	=	Gram

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan dan penggunaan komposit telah berkembang pesat dan meluas di tanah air ini. Komposit banyak dimanfaatkan dalam peralatan rumah tangga dan sektor industri baik industri kecil maupun industri besar. Hal ini disebabkan karena komposit memiliki beberapa keunggulan tersendiri dibandingkan bahan lainnya seperti bahan komposit lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan sebagainya. Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit terdiri dari matriks yang berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi) dari kerusakan eksternal dan *filler* berfungsi sebagai penguat. Material komposit yang berpenguat serat terutama serat alam merupakan material yang sangat menguntungkan bila dibandingkan dengan material lainnya, dimana dewasa ini telah berkembang dengan cepat dan memperoleh perhatian yang serius bagi para ilmuwan. Serat alam yang digunakan adalah serat pelepah kelapa, serat aren, serat batang pisang, serat daun nenas, serat pandan, dan sebagainya. Oleh karena itu, pada pengujian ini dilakukan pembuatan komposit berpenguat serat dengan memanfaatkan serat serabut kelapa sebagai penguat (*filler*) dan resin poliester sebagai matriks dan pelindung penguat dari kerusakan efek fisika seperti tarikan, pukulan, tekanan, dan lain sebagainya. Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu komposit serat pendek (*short fiber*

composite) dan komposit serat panjang (*long fiber composite*). Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat panjang (*continuous fiber*) lebih efisien dalam peletakkannya dari pada serat pendek tetapi serat pendek lebih mudah peletakkannya dibanding serat panjang. Panjang serat mempengaruhi kemampuan proses dari komposit serat. Ditinjau dari teorinya, serat panjang dapat meneruskan beban maupun tegangan dari titik tegangan ke arah serat yang lain (Schwart, 1984).

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan karena tegangan yang diberikan pada komposit pertama diterima oleh matriks dan diteruskan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu, serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dari pada matriks penyusun komposit (Vlack, 1995).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat spesimen uji kekuatan impact tekan pada bahan komposit.
2. Bagaimana pengaruh kekuatan impact tekan pada bahan komposit dengan pembebanan gaya jatuh bebas.
3. Bagaimana pengaruh kekuatan impact tekan pada bahan komposit dengan variasi komposisi serat.

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi masalah agar tidak meluas dari pembahasan, Penulis membahas pengujian antara lain :

1. Serat yang digunakan jenis komposit serat serabut kelapa.

2. Gesekan antara seling dan impector diabaikan.
3. Pengujian kekuatan impact menggunakan metode jatuh bebas.
4. Matriks polyester resin dan katalis bahan yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan judul skripsi “ Pengaruh Kekuatan Impact Tekan Dengan Pembebanan Gaya Jatuh Bebas Pada Bahan Komposit ”

1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk mengetahui pengaruh kekuatan impact tekan dengan pembebanan gaya jatuh bebas pada bahan komposit.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk membuat spesimen uji kekuatan impact tekan pada bahan komposit.
2. Untuk mengetahui pengaruh kekuatan impact tekan pada bahan komposit dengan pembebanan gaya jatuh bebas.
3. Untuk mengetahui pengaruh kekuatan impact tekan pada bahan komposit dengan variasi serat.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan adalah :

1. Memberi informasi tentang pengujian komposisi serat yang dikenakan beban impact gaya jatuh bebas pada bahan komposit.
2. Menambah pengetahuan tentang pengujian kekuatan impact menggunakan alat mesin uji impact gaya jatuh bebas vertikal.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan meliputi :

1. BAB 1 : Pendahuluan, berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam pengujian komposisi serat yang dikenakan beban impact gaya jatuh bebas pada bahan komposit.
2. BAB 2 : Tinjauan Pustaka, berisikan tentang teori-teori yang mendasari tentang pengujian komposisi serat yang dikenakan beban impact gaya jatuh bebas pada bahan komposit.
3. BAB 3 : Metode Pembuatan, berisikan tentang alat-alat dan bahan serta proses pengerjaan yang digunakan dalam pengujian komposisi serat yang dikenakan beban impact gaya jatuh bebas pada bahan komposit.
4. BAB 4 : Hasil dan pembahasan, berisikan tentang hasil dari pengujian komposisi serat yang dikenakan beban impact gaya jatuh bebas pada bahan komposit.
5. BAB 5 : Kesimpulan
6. Daftar pustaka

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bahan Komposit

Komposit adalah penggabungan dua atau lebih material yang berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya serat, sedangkan bahan pengikatnya polimer yang mudah dibentuk. Penggunaan serat sendiri yang utama adalah menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, Sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Komposit memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekuatan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Beberapa laminat komposit dapat ditumpuk dengan arah orientasi serat yang berbeda, gabungan lain ini disebut sebagai laminat. Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu :

- a. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang ulet tetapi lebih rigid serta lebih kuat, yang digunakan adalah serat alam.
- b. Matrik, umumnya lebih ulet tetapi mempunyai kekuatan rigiditas yang lebih rendah.

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

1. *Fibrous Composite* (Komposit Serat) merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat atau fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers*, dan sebagainya.
2. *Laminated Composite* (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/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

Sehingga komposit dapat disimpulkan 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.

- a. Matriks berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung *filler* (pengisi dari kerusakan eksternal. Matriks yang umum digunakan : carbon glass, kevlar, dll
- b. *Filler* (pengisi) berfungsi sebagai penguat dari matriks. *Filler* yang umum digunakan : *carbon glass*, *aramid*, *kevlar*

2.2 Klasifikasi bahan komposit

Klasifikasi komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis.

Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan seperti:

1. klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metalanorganic*
2. klasifikasi menurut karakteristik *bulk-form*, seperti sistem matrik atau laminate
3. klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continous* atau *discontinous*
4. klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau struktural. (Gibson, F.R..1994).

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

1. *fiber composites* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik
2. *flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik
3. *particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik
4. *filled composites* adalah gabungan matrik continous skeletal dengan matrik yang kedua
5. *Laminar composites* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina (schwarz. 1984).

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 bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak. Sedangkan bahan komposit serat terdiri dari

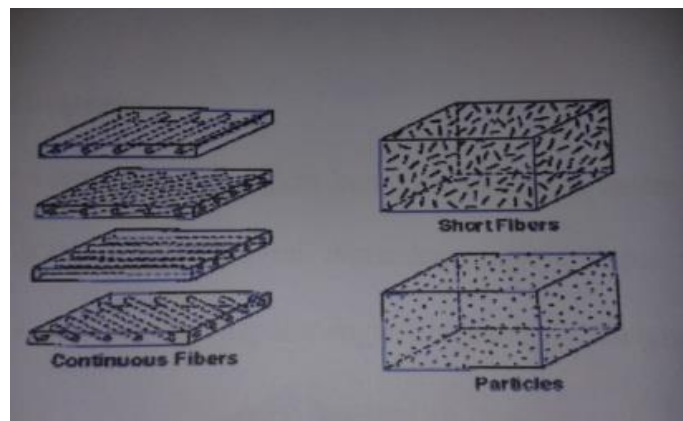
serat-serat yang diikat oleh matrik. Bentuknya ada 2 macam yaitu serat panjang dan serat pendek.

2.2.1 Tipe Komposit Serat

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu:

1. *Continuous Fibre Composite*

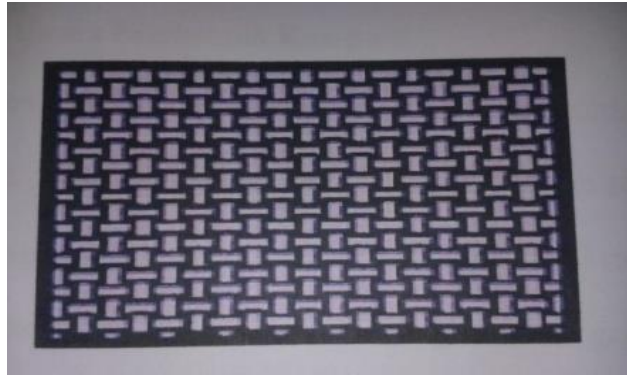
Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk laminat diantara matriknya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antara lapisan seperti (Gambar 2.1 Continuous Fiber Composite) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1: *Continuous Fiber Composite*

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

Komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah seperti (gambar 2.2 Woven Fiber Composite (bi-directional) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2: Woven Fiber Composite (bi-directional)

3. *Discontinuous Fibre Composite*

Discontinuous Fibre Composite adalah tipe komposit dengan serat pendek.

Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3:

- a. *Aligned Discontinuous Fibre*
- b. *Off-axis aligned discontinuous fibre*
- c. *Randomly oriented discontinuous fibre*
- d. *Hybrid Fibre Composite*

Hibrid Fibre Composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya seperti (gambar 2.3 Hybrid Fiber Composite) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3: Hybrid Fiber Composite

2.3 Kajian Teori Komposit

Merupakan penempatan serat yang harus mempertimbangkan geometri serat, arah, distribusi dan fraksi volume, agar dihasilkan komposit berkekuatan tinggi. Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik komposit adalah perbandingan matrik dan penguat serat. Perbandingan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (V_f) atau fraksi massa berat (m_f). Fraksi volume dapat di hitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$V_f = \frac{m_f / \rho_f}{m_f / \rho_f + m_m / \rho_m} \quad (2.1)$$

$$m_f = \frac{\rho_f \cdot v_f}{\rho_f \cdot v_f + \rho_m \cdot v_m} \quad (2.2)$$

Perhitungan fraksi dipandang lebih mudah dibandingkan dengan fraksi volume. Fraksi massa serat dapat dihitung secara sederhana seperti rumus dibawah ini :

$$f = \frac{mf}{mc} \quad (2.3)$$

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Performa Komposit

Penelitian yang menggabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi performa *Fibre- Matrik Composite* antara lain :

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.

2. 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 :

- a. *One Dimensional Reinforcement*, kekuatan pada arah axis serat
- b. *Two Dimensional Reinforcement (planar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c. *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 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi.

2.5 Serat

Serat merupakan bahan yang kuat, kaku, getas. Karena serat yang terutama menahan gaya luar, ada dua hal yang membuat serat menahan gaya yaitu :

1. Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (*interversial bonding*) sangat baik dan kuat. Sehingga tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*).
2. Kelangsingan (*aspec ratio*) yaitu perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat cukup besar.

Arah serat penguat menentukan kekuatan komposit, arah serat sesuai dengan arah kekuatan maksimum. Arah serat mempengaruhi jumlah jumlah serat yang dapat diisikan kedalam matrik. Makin cermat penataannya, makin banyak penguat dapat dimasukkan. Bila sejajar berpeluang sampai 90%, bila separuh-separuh saling tegak lurus peluangnya 75%, dan tatanan acak hanya berpeluang pengisian 15 – 50%. Hal tersebut menentukan optimum saat komposit maksimum.

2.6 Resin Epoxy

Resin *epoxy* atau secara umum dikenal dengan bahan *epoxy* adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok *thermoset*, yang dibentuk melalui proses polimerisasi kondensasi, bahan plastik yang tidak dapat dilunakkan kembali atau dibentuk kembali kekeadaan sebelum mengalami pengeringan.

Proses pembuatannya dapat dilakukan pada suhu kamar dengan memperhatikan zat-zat kimia yang digunakan sebagai pengontrol polimerisasi jaringan silang agar didapatkan hasil yang optimum. *Epoxy* termasuk kelompok polimer yang digunakan sebagai bahan pelapis, perekat, dan sebagai matriks pada material komposit di beberapa bagian struktural, resin ini juga dipakai sebagai bahan campuran pembuatan kemasan, bahan cetakan, dan perekat.

Digunakan juga pada banyak aplikasi seperti automotif, *aerospace*, perkapalan, dan peralatan elektronik yang secara umum memiliki sifat yang baik dalam hal reaksi kimia, konduktivitas thermal, konduktivitas listrik, tahan korosi, kekuatan tarik dan kekuatan bending sangat baik (Fred, 1994).

Resin *epoxy* mempunyai tiga sifat yang utama yaitu :

a. Sifat Fisik

Sebagaimana jenis *plastik* lain kebanyakan *plastik* adalah isolator listrik dan konduktor panas yang baik. Kecuali jika ditambahkan campuran lain misalnya serbuk logam/karbon lain.

b. Sifat Kimia

Sebagaimana umumnya *plastik*, secara kimia *plastik* termasuk *inert*. Dalam jangka lama, sinar ultraviolet mempengaruhi struktur kimia *plastik*.

c. Sifat Mekanik

Dalam bentuk asli epoksi resin keras dan getas tetapi dalam penggunaan, plastik hampir selalu mengandung bahan campuran lain untuk menyesuaikan sifat mekaniknya. Sifat mekanik sangat banyak dimodifikasi sifatnya, baik dari sisi kekuatan, kekenyalan, keuletan, sampai kearah sobekan. Selain sifat tersebut *epoxy* juga memiliki ulet, elastis, tidak bereaksi dengan sebagian besar bahan kimia dan mempunyai dimensi yang lebih stabil. *Epoxy* bila diberi bahan penguat komposit *epoxy* mempunyai kekuatan lebih baik dari dibanding resin lain. (Michael, H.W., 1998).

Namun demikian *epoxy* juga mempunyai kelemahan pada sifat sensitif menyerap air dan getas. Kegunaan *epoxy* sebagai bahan *matriks* dibatasi oleh ketangguhan yang rendah dan cenderung rapuh. Oleh sebab itu saat ini terus

dilakukan penelitian untuk meningkatkan ketangguhan bahan matriks atau epoksi (Liu dkk, 2004). Pada beton penggunaan resin *epoxy* dapat mempercepat proses pengerasan, karena resin *epoxy* menimbulkan panas sehingga membantu percepatan pengerasan (Blancodkk,2006). Dapat dilihat pada gambar tabel 2.1 Spesifikasi Resin Epoksi pada gambar dibawah ini.

Tabel 2.1 Spesifikasi Resin Epoksi

Sifat-sifat	Satuan	Nilai Tipikal
Massa jenis	Gram/cm ³	1.17
Penyerapan air (suhu ruang)	°C	0,2
Kekuatan tarik	Kgf/mm ²	5,95
Kekuatan tekan	Kgf/mm ²	14
Kekuatan lentur	Kgf/mm ²	12
Temperatur pencetakan	°C	90

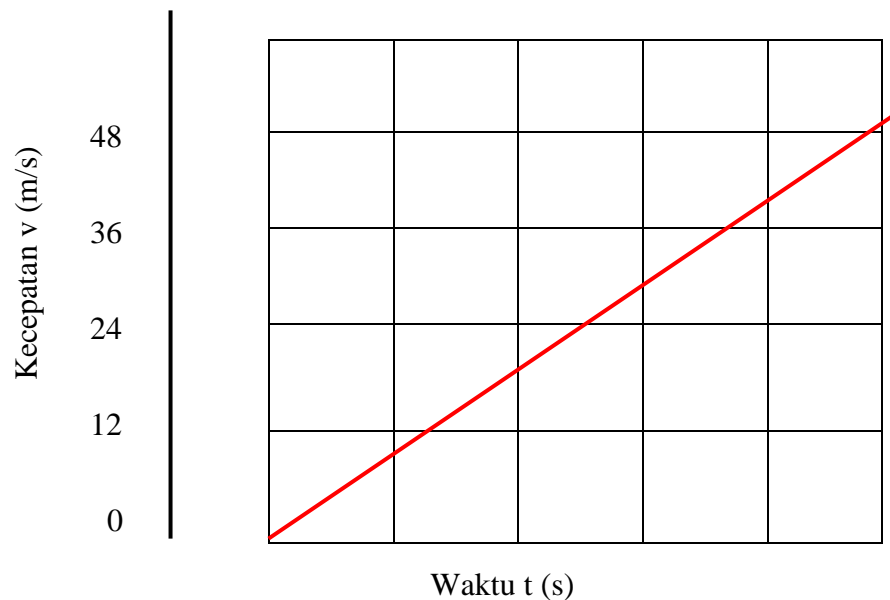
2.7 Gerak Jatuh Bebas

Sebuah benda jatuh bebas dari keadaan mula berhenti mengalami pertambahan kecepatan selama benda tersebut jatuh. Jika benda jatuh ke bumi dari ketinggian tertentu relatif kecil dibandingkan dengan jari-jari bumi, maka benda mengalami pertambahan kecepatan dengan harga yang sama setiap detik. Hal ini berarti bahwa percepatan ke bawah benda berkurang dengan harga yang sama jika sebuah benda ditembakkan ke atas kecepatannya berkurang dengan harga yang sama setiap detik dan perlambatan ke atasnya seragam.

Menurut **R.S. Khurmi**, untuk menentukan kecepatan benda jatuh setiap detik akan diperoleh harga pendekatan seperti terlihat pada gambar tabel 2.2. Waktu dan kecepatan benda jatuh pada gambar dibawah ini :

Tabel 2.2. Waktu dan Kecepatan Benda Jatuh

Waktu t (s)	0	1	2	3	4	5
Kecepatan v (m/s)	0	9,8	19,6	29,4	39,2	49



Gambar 2.4 Grafik Hubungan v - t

Grafik v – t yang sesuai dengan tabel tersebut di atas ditunjukkan pada gambar 2.4.

merupakan sebuah garis lurus sehingga percepatan seragam dan sama dengan:

$$\frac{V - V_0}{t} = \frac{49 - 0}{5} \quad (2.1)$$

$$= 9,8 \left(m / s^2 \right)$$

Jika tahanan udara diabaikan gerakan benda jatuh bebas dapat dihitung dengan percepatan seragam melintas sebuah garis lurus, asalkan percepatan diganti dengan percepatan gravitasi g , yaitu:

1. Untuk gerakan kebawah $a = + g$ (percepatan)
2. Untuk gerakan ke atas $a = - g$ (perlambatan)

Percepatan gravitasi g dapat dipandang sebagai sebuah vektor dengan arah menuju ke pusat bumi dengan demikian tegak ke bawah.

Perpindahan adalah perubahan kedudukan. Hal ini merupakan besaran vektor mencakup jarak dan arah. Kecepatan adalah laju perubahan kedudukan terhadap waktu. Hal ini juga merupakan besaran vektor mencakup jarak, arah dan waktu.

Kecepatan seragam memiliki partikel yang bergerak dengan kecepatan konstan pada lintasan lurus atau dimiliki partikel yang melintasi perpindahan yang sama dalam selang waktu yang sama berturut-turut tidak peduli betapa kecilnya selang waktu. Sedangkan percepatan seragam dimiliki partikel yang mengalami perubahan kecepatan yang sama dalam selang waktu yang sama berturut-turut tidak peduli betapa kecilnya selang waktu. Satuan: Perpindahan diukur dalam meter [m]; kecepatan diukur dalam meter per detik [m/s]; percepatan percepatan diukur dalam meter per detik kwadrat [m/s²]. Persamaan gerakan lurus percepatan seragam.

Katakan V_0 kecepatan awal, v kecepatan akhir, a percepatan, t waktu dan s perpindahan kecepatan pertengahan = perpindahan/waktu

$$\frac{1}{2} (v_0 + v) = s/t$$

$$s = \frac{1}{2} (v_0 + v) t \tag{2.2}$$

Perpindahan digambarkan dengan luas daerah di bawah grafik kecepatan

waktu: $\frac{\Delta v}{\Delta t} = a$ $v = v_0 + \frac{\Delta v}{\Delta t} t$ $\therefore v = v_0 + at$

Penggantian ($v_0 + at$) untuk v didalam persamaan (2.2.),

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Penggantian $(v - v_0)/a$ untuk t didalam persamaam (2.2.),

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

Bila $V_0 = 0$,maka : $v^2 = 0 + 2as$

$V = \sqrt{2as}$ bila $a = g$ dan $s = H$ maka:

$$v = \sqrt{2gH} \quad (2.3)$$

Percepatan sebuah benda jatuh bebas tergantung pada jarak (tinggi) benda kerja dari pusat bumi. Bagaimanapun, ketika sebuah benda cukup padat jatuh dengan kecepatan sedang, boleh dianggap benda mengalami percepatan gravitasi seragam. Untuk maksud umum para ilmuwan mengambil harga percepatan gravitasi $g = 9,81$ [m/s²]

2.8 Gerak Lurus

Perpindahan adalah perubahan kedudukan. Hal ini merupakan besaran vektor mencakup jarak dan arah. Kecepatan adalah laju perubahan kedudukan terhadap waktu. Hal ini juga merupakan besaran vektor mencakup jarak, arah dan waktu.

Kecepatan seragam memiliki partikel yang bergerak dengan kecepatan konstan pada lintasan lurus atau dimiliki partikel yang melintasi perpindahan yang sama dalam selang waktu yang sama berturut-turut tidak peduli betapa kecilnya selang waktu.

Percepatan seragam dimiliki partikel yang mengalami perubahan kecepatan yang sama dalam selang waktu yang sama berturut-turut tidak peduli betapa kecilnya selang waktu. Satuan perpindahan diukur dalam meter [m], kecepatan

diukur dalam meter per detik [m/s], Percepatan diukur dalam meter per detik kwadrat [m/s²], Persamaan gerakan lurus percepatan adalah seragam, katakan v_0 kecepatan awal, v kecepatan akhir, a percepatan, t waktu dan S perpindahan, kecepatan pertengahan = perpindahan/waktu (Neil, 2014).

2.9 Hukum Gerakan

2.9.1 Momentum dan Impuls

Momentum sebuah benda bergerak dikatakan mempunyai momentum yang dinyatakan dengan hasil kali massa benda dengan kecepatan benda.

Momentum = massa x kecepatan.

$$M = m v \quad (\text{kg} \cdot \text{m/s}) \quad (2.4)$$

Impuls sebuah benda bergerak dikatakan mempunyai impuls yang dinyatakan dengan hasil kali gaya yang bekerja pada benda dengan waktu yang diberikan.

Impuls = gaya x waktu

$$I = Ft \quad (2.5)$$

2.9.2 Hukum Gerakan Newton.

Hukum gerakan pertama: "Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka benda yang mula - mula diam akan tetap diam dan benda yang mula - mula bergerak akan tetap bergerak lurus beraturan".

Secara sistematis dirumuskan:

$$\text{Jika } \Sigma F = 0, \text{ maka } \psi = 0 \text{ atau } \psi = \text{konstan} \quad (2.6)$$

Hukum gerakan kedua: "Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda".

Secara sistematis dirumuskan:

$$a = \frac{\sum F}{m} \text{ atau } \Sigma F = m a \quad (2.7)$$

Hukum gerakan ketiga: "Jika benda pertama mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda kedua pun akan mengerjakan gaya terhadap benda pertama yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan".

Secara sistematis dirumuskan:

$$F_1 = -F_2 \quad (2.8)$$

2.9.3 Energi Mekanik

Energi mekanik pada suatu benda adalah tetap asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda tersebut. Energi mekanik terdiri atas energi potensial dan energi kinetik.

Energi potensial merupakan energi yang dimiliki benda karena letaknya. Energi kinetik merupakan energi yang dimiliki benda karena gerak yang bekerja padanya.

Secara sistematis dirumuskan:

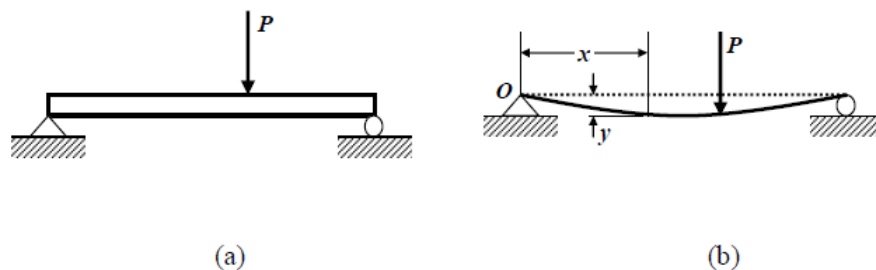
$$E_k = \frac{1}{2} m \psi^2 \text{ dimana: } E_k = \text{energi kinetik, } \psi = \text{kecepatan benda (m/s)}$$

2.10 Pengujian Lendutan (Defleksi)

Untuk setiap batang yang ditumpu akan melendut apabila diberikan beban yang cukup besar, lendutan batang untuk setiap titik dapat dihitung dengan menggunakan metode diagram atau cara integral ganda dan untuk mengukur gaya digunakan *load cell*.

Lendutan batang memegang peranan penting dalam konstruksi terutama konstruksi mesin, dimana pada bagian-bagian tertentu seperti pada poros, lendutan sangat tidak diinginkan.

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertical yang diberikan pada balok atau batang. Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok. Gambar 2.5. (a) memperlihatkan balok pada posisi awal sebelum terjadi deformasi dan Gambar 2.5. (b) adalah balok dalam konfigurasi terdeformasi yang diasumsikan akibat aksi pembebanan.



Gambar 2.5 (a) Balok sebelum terjadi deformasi, (b) Balok dalam konfigurasi terdeformasi

Sumber : <http://bambangpurwantana.staff.ugm.ac.id/KekuatanBahan>

Jarak perpindahan y didefinisikan sebagai defleksi balok. Dalam penerapan, kadang kita harus menentukan defleksi pada setiap nilai x disepanjang balok. Hubungan ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan yang sering disebut persamaan

defleksi kurva (kurva elastis) dari balok. Sistem struktur yang di letakkan horizontal dan yang terutama diperuntukkan memikul beban lateral,yaitu beban yang bekerja tegak lurus sumbu aksial batang (Binsar Hariandja 1996).

Beban semacam ini khususnya muncul sebagai beban gravitasi,seperti misalnya bobot sendiri, beban hidup *vertical*, beban keran (*crane*) dan lain-lain. contoh sistem balok dapat dikemukakan antara lain, balok lantai gedung, gelagang jembatan, balok penyangga keran, dan sebagainya. Sumbu sebuah batang akan terdeteksi dari kedudukannya semula bila benda dibawah pengaruh gaya terpakai. Dengan kata lain suatu batang akan mengalami pembebanan *transversal* baik itu beban terpusat maupun terbagi merata akan mengalami defleksi.

Unsur-unsur dari mesin haruslah cukup tegar untuk mencegah ketidak barisan dan mempertahankan ketelitian terhadap pengaruh beban dalam gedung-gedung, balok lantai tidak dapat melentur secara berlebihan untuk meniadakan pengaruh psikologis yang tidak diinginkan para penghuni dan untuk memperkecil atau mencegah dengan bahan-bahan jadi yang rapuh.

Begitu pun kekuatan mengenai karakteristik deformasi dari bangunan struktur adalah paling penting untuk mempelajari getaran mesin seperti juga bangunan-bangunan stasioner dan penerbangan, dalam menjalankan fungsinya, balok meneruskan pengaruh beban gravitasi keperletakan terutama dengan mengandalakan aksi lentur, yang berkaitan dengan gaya berupa momen lentur dan geser kalau pun timbul aksinormal, itu terutama ditimbulkan oleh beban luar yang relative kecil, misalnya akibat gaya gesek rem kendaraan pada gelagar jembatan, atau misalnya akibat perletakan yang dibuat miring.

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya defleksi yaitu :

1. Kekakuan batang

Semakin kaku suatu batang maka lendutan batang yang akan terjadi pada batang akan semakin kecil.

2. Besarnya kecil gaya yang diberikan

Besar-kecilnya gaya yang diberikan pada batang berbanding lurus dengan besarnya defleksi yang terjadi. Dengan kata lain semakin besar beban yang dialami batang maka defleksi yang terjadi pun semakin kecil.

3. Jenis tumpuan yang diberikan

Jumlah reaksi dan arah pada tiap jenis tumpuan berbeda-beda. Jika karena itu besarnya defleksi pada penggunaan tumpuan yang berbeda-beda tidaklah sama. Semakin banyak reaksi dari tumpuan yang melawan gaya dari beban maka defleksi yang terjadi pada tumpuan rol lebih besar dari tumpuan pin (pasak) dan defleksi yang terjadi pada tumpuan pin lebih besar dari tumpuan jepit.

4. Jenis beban yang terjadi pada batang

batang yang paling dekat lebih besar dari *slope* titik. Ini karena sepanjang batang mengalami Beban terdistribusi merata dengan beban titik, keduanya memiliki kurva defleksi yang berbeda-beda. Pada beban terdistribusi merata *slope* yang terjadi pada bagian beban sedangkan pada beban titik hanya terjadi pada beban titik tertentu saja (Binsar Hariandja 1996).

2.11 Jenis-jenis Metode Uji Impact

Secara umum metode pengujian impact terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Metode *Charpy*

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah tarikan.

2. Metode *Izod*

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi, dan arah pembebanan searah dengan arah tarikan.

3. Gerak Jatuh Bebas

Adalah gerak yang dijatuhkan tanpa kecepatan awal. Jika gaya hambatan udara diabaikan, maka gaya bekerja pada benda tersebut hanya gaya gravitasi (gaya berat benda). Benda tersebut akan mengalami gerak jatuh bebas dengan percepatan ke bawah sama dengan percepatan gravitasi.

BAB 3
METODE DAN PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya pengujian pengaruh kekuatan impact tekan dengan pembebanan gaya jatuh bebas pada bahan komposit di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Adapun waktu pelaksanaan penelitian pengujian data impact ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1: Timeline Kegiatan

No	Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Pembuatan Cetakan						
4	Pembuatan Spesimen						
5	Pelaksanaan Pengujian						
6	Penyimpulan Hasil Pengujian						
7	Penyelesaian Skripsi						

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

3.2.1 Mesin Uji Impact Vertikal

Alat ini merupakan mesin uji impact vertikal yang berfungsi untuk menguji ketahanan spesimen pada saat pengujian gaya jatuh bebas seperti gambar

3.1 Mesin uji impact vertikal dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.1 Mesin uji impact vertikal

3.2.2 Laptop

Laptop berfungsi sebagai alat yang mampu dipakai untuk bekerja dan mengolah kata kata atau data menurut para teliti yang telah dirumuskan untuk mempermudah para pekerja dan sebagainya seperti gambar 3.2 laptop dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.2 Laptop

3.2.3 Arduino

Software Arduino merupakan sebuah board mikro kontrorel yang dikontrol penuh oleh Atmega 382. Arduino mempunyai 14 pin digital input/output (6 diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM) seperti gambar 3.3 Arduino dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.3 Arduino

3.2.4 *Load Cell*

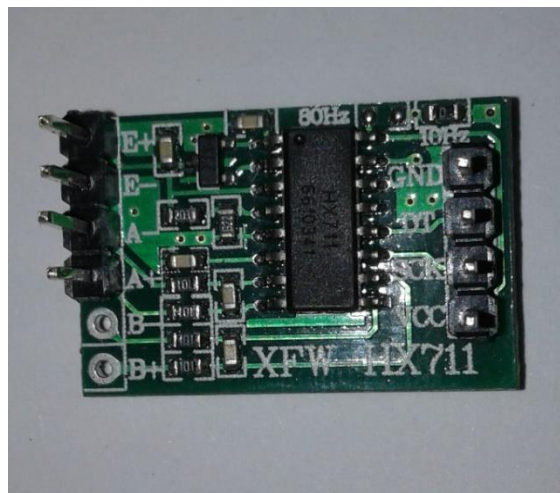
Load cell digunakan Untuk pengukuran uji beban, alat ini sebagai transduser yang dapat mengubah gaya mekanis menjadi sinyal elektrik seperti gambar 3.4 *load cell* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.4 *Load cell*

3.2.5 *HX 711*

Merupakan sebuah modul, yang berfungsi sebagai penguat sinyal untuk sensor *load cell*/beban berat. Agar *mikrokontroller* dapat membaca sebuah sinyal dari sensor beban tersebut seperti gambar 3.5 *HX 711* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.5 *HX 711*

2.2.6 Kabel *Jumper male to female*

Berfungsi untuk menghubungkan load cell kr modul hx 711 dan arduino uno agar alat-alat tersebut berfungsi dengan baik dan sebagai mana mestinya seperti gambar 3.6 Kabel *Jumper male to female* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.6 Kabel *Jumper male to female*

2.2.7 Kabel *USB*

Berfungsi untuk menghubungkan teknologi yang memungkinkan kita untuk menghubungkan alat esternal seperti gambar 3.7 Kabel *USB* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.7 Kabel *USB*

3.2.8 Beban Penekan / *Impector*

Beban penekan merupakan alat bantu pada saat akan melakukan pengujian spesimen pada mesin uji impact vertical seperti gambar 3.8 Beban penekan / *Impector* dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3.8 Beban penekan / *Impector*

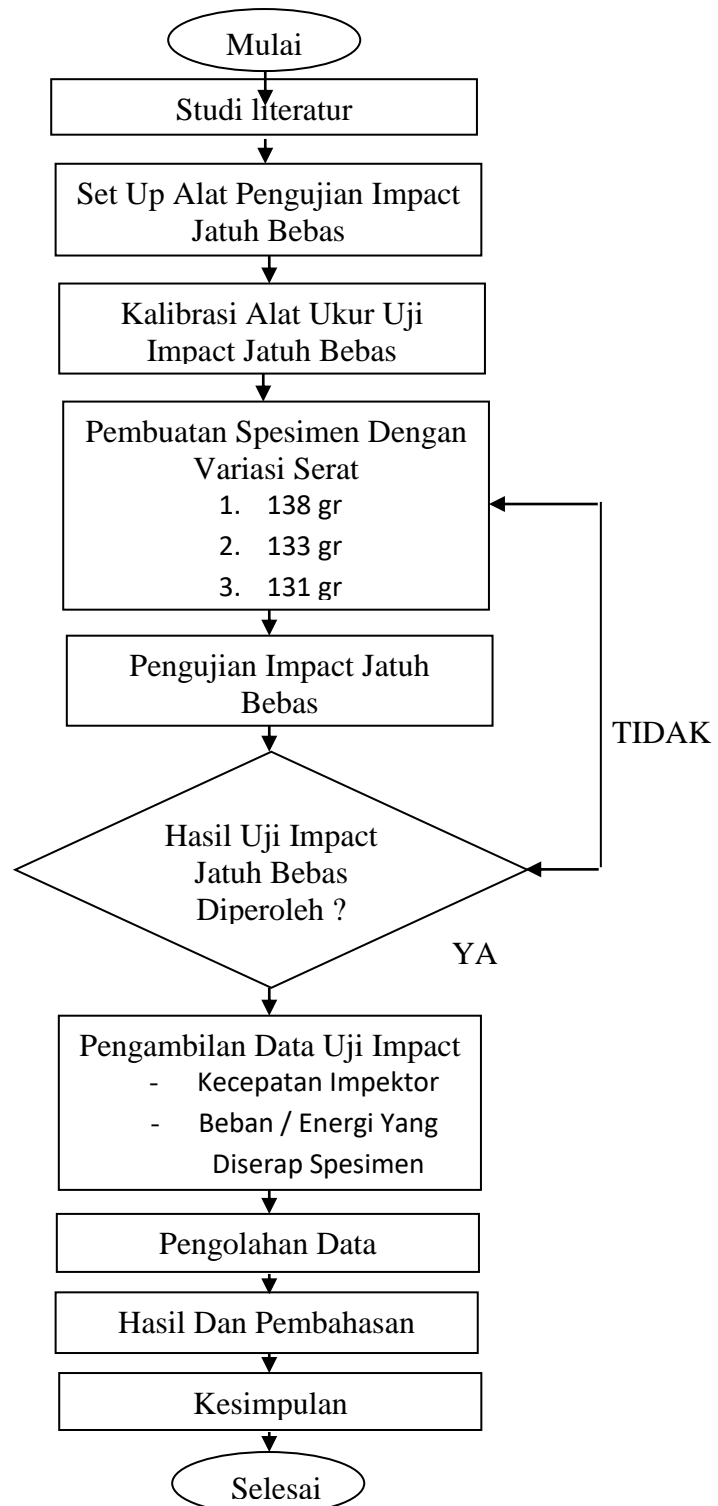
3.2.9 Bahan Pengujian Impact Vertikal

Adapun tiga jenis bahan komposit pada saat akan dilakukan pengujian impact vertikal meliputi komposit (1) dengan berat spesimen 131 gr, komposit (2) dengan berat spesimen 133 gr, dan komposit (3) dengan berat spesimen 138 gr. Dapat dilihat pada gambar 3.9 spesimen uji impact dibawah ini.



Gambar 3.9 Spesimen uji impact

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.10 Diagram Alir

3.4 Pembuatan Spesimen

Adapun tahapan dalam pembuatan spesimen uji impact vertikal diantaranya akan dijelaskan sebagai berikut :

- a. Mengukur panjang serat serabut kelapa dengan panjang serat 17,5 cm untuk campuran bahan komposit seperti yang terlihat pada gambar 3.11 Pengukuran serat kelapa dibawah ini.



Gambar 3.11 Pengukuran serat kelapa

- b. Menimbang serat kelapa dengan berbagai variasi berat meliputi 54 gr, 32 gr, dan 22 gr. Seperti yang terlihat pada gambar 3.12 Penimbangan serat kelapa dibawah ini :



Gambar 3.12 Penimbangan serat kelapa

- c. Tahap selanjutnya melakukan penimbangan resin untuk campuran serat kelapa untuk berat serat 54 gr menggunakan resin sebanyak 110 gr, untuk berat serat 32 gr menggunakan resin sebanyak 120 gr, dan untuk berat serat 22 gr dapat menggunakan resin sebanyak 140 gr, seperti terlihat pada gambar 3.13 Penimbangan resin di bawah ini.



Gambar 3.13 Penimbangan resin

- d. Tahap selanjutnya melakukan pengukuran katalis dengan berat 0,5 ml, berfungsi untuk campuran resin dan serat kelapa agar dapat mengeras dengan baik. Seperti yang terlihat pada gambar 3.14 Pengukuran katalis dibawah ini.



Gambar 3.14 Pengukuran katalis

- e. Untuk selanjutnya melakukan pencampuran resin dan katalis yang berguna untuk memperkuat campuran resin, katalis dan serat kelapa agar menyatuh pada saat dilakukannya pembuatan spesimen ketika di tuang kedalam cetakan. Seperti yang terlihat pada gambar 3.15 Pencampuran resin dan katalis dibawah ini.



Gambar 3.15 Pencampuran resin dan katalis

- f. Tahap selanjutnya memasukan serat kelapa pada cetakan dengan berat serat kelapa masing – masing 54 gr, 32 gr, dan 22 gr. Seperti yang terlihat pada gambar 3.16 Memasukan serat kelapa dibawah ini.



Gambar 3.16 Memasukan serat Kelapa

- g. Tahap akhir memcampurkan resin dan katalis kedalam cetakan yang telah diisi dengan serat kelapa untuk membentuk suatu spesimen yang diinginkan. Seperti yang terlihat pada gambar 3.17 Memasukkan resin dan katalis kedalam cetakan dibawah ini.



Gambar 3.17 Memasukkan resin dan Katalis kedalam cetakan

- h. Selanjutnya menunggu hasil akhir setelah dilakukannya proses pembuatan spesimen uji berbahan komposit dengan campuran serat kelapa. Hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah dengan tiga variasi berat spesimen pertama 131 gr, spesimen kedua 133 gr, dan spesimen ketiga 138 gr. Seperti yang terlihat pada gambar 3.18 Hasil akhir spesimen dibawah ini.



Gambar 3.18 Hasil akhir specimen

3.5 Pengujian Impact

Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan spesimen komposit diatas meja dudukan spesimen, dapat dilihat pada gambar 3.19 Pengujian tekan dengan spesimen komposit dengan campuran serat yang bervariasi menggunakan dudukan spesimen



Gambar 3.19 Pengujian tekan dengan spesimen komposit dengan campuran serat yang bervariasi menggunakan dudukan spesimen.

3.6 Prosedur Pengujian Impact

Adapun prosedur pengujian impact pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan peralatan pendukung serta bahan-bahan yang akan digunakan untuk melakukan pengujian.
2. Menghubungkan perangkat data aquisisi pada komputer.
3. Meletakkan spesimen ke meja dudukan spesimen.
4. Membuka program data aquisisi / arduino
5. Masukan program arduino kemudian upload, setelah program di upload kemudian buka serial monitoring.
6. Membuka file PLX-DAQ dan merekam data pengujian
7. Menarik impector sesuai dengan ketinggian yang ditentukan
8. Mempersiapkan stopwatch untuk menghitung kecepatan impector.
9. Menekan tombol load cell pada tampilan plx-daq, bahwa load cell siap mengukur beban impact.

10. Jatuhkan impector ketika tampilan pada PC sudah menampilkan nilai''nol''
11. Tekan tombol mulai pada stopwatch seiring impector mulai dijatuhkan dan berhenti stopwatch pada saat impector jatuh menumbukan spesimen.
12. Lalu tekan tombol disconect pada tampilan plx-daq.
13. Setelah melakukan pengujian pada beberapa spesimen,maka hasil pengujian benda uji berupa data yang dapat dilihat diperangkat komputer berupa bentuk nilai akibat dari impector jatuh tersebut menumbuk spesimen.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan

4.1.1 Hasil Pembuatan Cetakan

Setelah dilakukan proses permesinan hasil dari pembuatan cetakan untuk spesimen pengujian dapat dilihat dari pada gambar 4.1 Cetakan spesimen pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1 Cetakan spesimen

4.1.2 Hasil pembuatan Spesimen

Setelah dilakukan proses permesinan pembuatan spesimen pengujian dapat dilihat dari gambar 4.2 Spesimen pengujian dibawah ini.



Gambar 4.2 Spesimen pengujian

4.2 Data Pengujian Impact

Dari percobaan yang telah dilakukan dari pengujian impact gaya jatuh bebas tersebut didapat data tabel pada gambar 4.1 data percobaan di bawah ini.

Tabel 4.1 Data Percobaan

Percobaan	Waktu (S)	Berat Spesimen (gr)	Tinggi (H)
Spesimen 1	1,60	138	4
Spesimen 2	1,43	133	4
Spesimen 3	1,03	131	4

4.3 Hasil Pengujian Impact

4.3.1 Pengujian Impact Spesimen Satu

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dimana pengujian di lakukan dengan menggunakan spesimen berbahan komposit dengan berat impector spesimen satu 138 gr, seperti gambar 4.3 gambar pengujian spesimen satu dibawah ini.



Gambar 4.3 Gambar Pengujian Spesimen Satu

4.3.2 Pengujian Impact Spesimen Dua

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dimana pengujian dilakukan dengan spesimen berbahan komposit dengan berat spesimen dua 133 gr, seperti gambar 4.4 gambar pengujian spesimen dua dibawah ini.



Gambar 4.4 Gambar pengujian Spesimen Dua

4.3.3 Pengujian Impact Spesimen Tiga

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dimana pengujian dilakukan dengan spesimen berbahan komposit dengan berat spesimen tiga 131 gr, seperti gambar 4.5 gambar pengujian spesimen tiga dibawah ini.

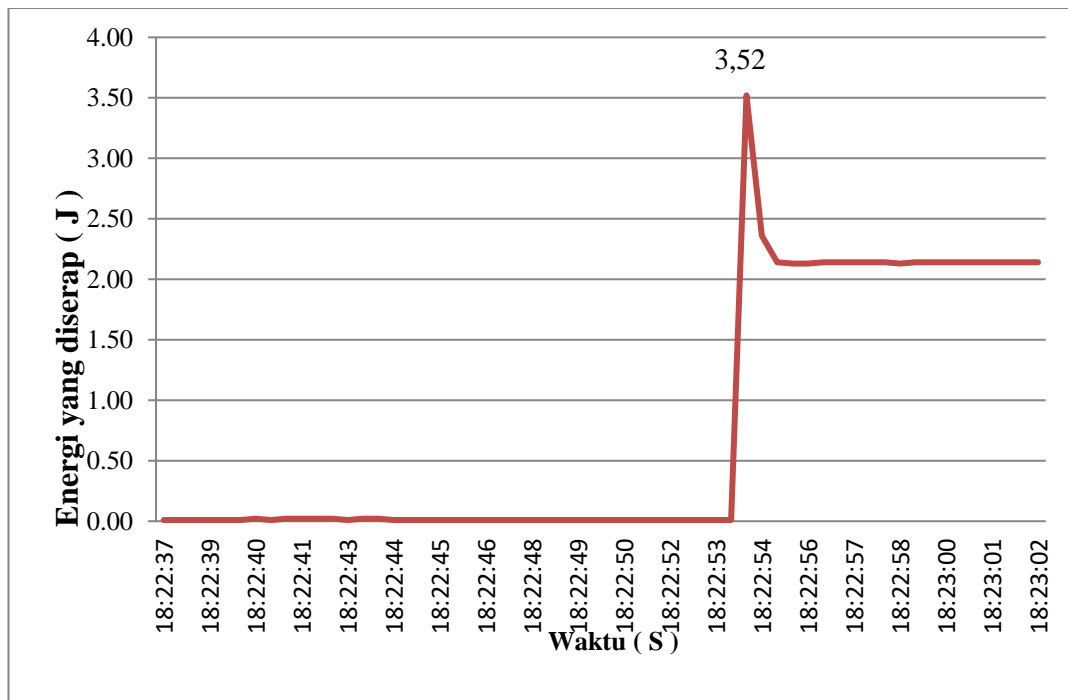


Gambar 4.5 Gambar Pengujian Spesimen Tiga

4.4 Hasil pengujian Impact

4.4.1 Hasil Pengujian Impact Pada Percobaan satu

Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan pada spesimen satu maka di dapatlah hasil dari grafik seperti gambar 4.6 Hasil grafik pengujian impact percobaan pertama dapat dilihat dibawah ini.

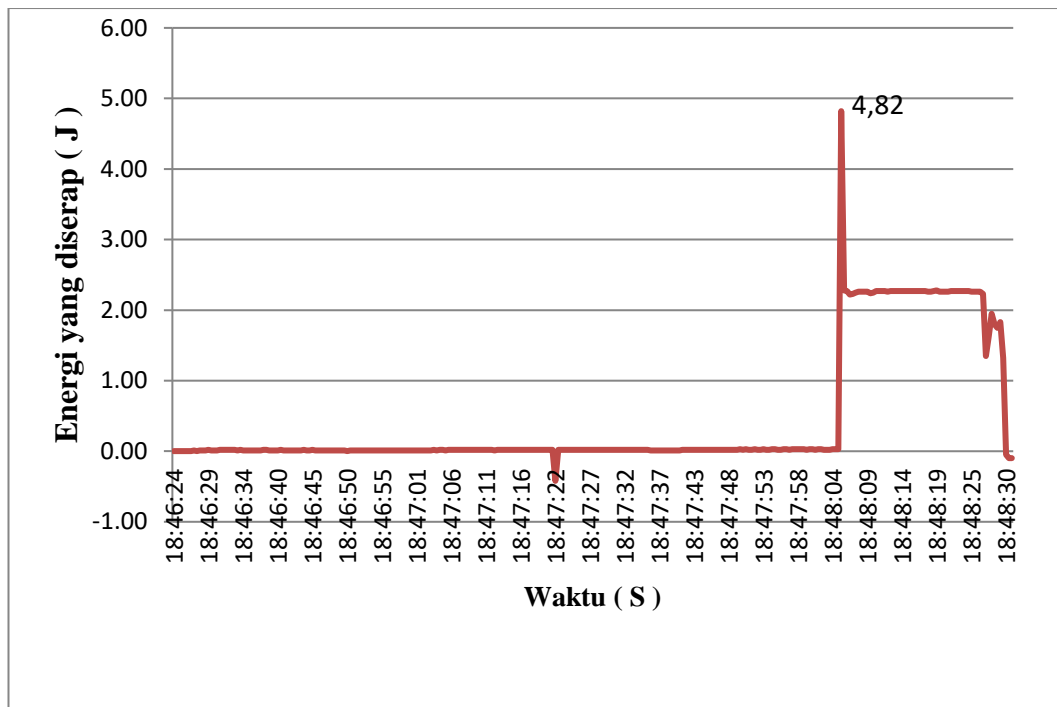


Gambar 4.6 Hasil grafik pengujian Impact percobaan satu

Setelah dilakukan pengujian pada spesimen satu, didapat hasil beban impact dengan waktu dan grafik beban impact yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.6. Pada spesimen dengan panjang diameter 17,5 mm dan berat spesimen 138 gr, terlihat beban impact dengan nilai tertinggi 3,52 kg.

4.4.2 Hasil Pengujian Impact Pada Percobaan Dua

Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan pada spesimen 2 maka didapatkan hasil grafik seperti gambar 4.7 Hasil grafik pengujian impact percobaan kedua dapat dilihat dibawah ini.

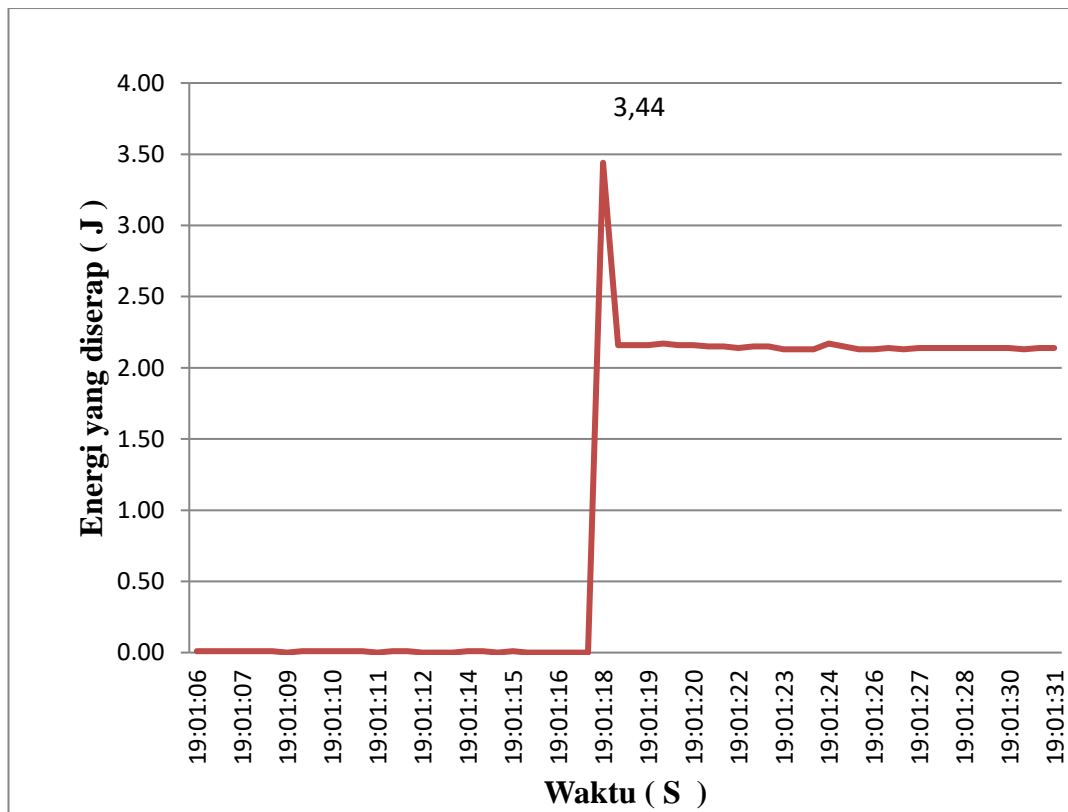


Gambar 4.7 Hasil grafik pengujian Impact percobaan kedua

Setelah dilakukan pengujian didapat hasil beban tekan dengan waktu dan grafik beban tekan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.7. Pada spesimen dengan panjang diameter 17,5 mm dan berat spesimen 133 gr, terlihat beban impact dengan nilai tertinggi 4,82 kg.

4.4.3 Hasil Pengujian Impact Percobaan Tiga

Dari hasil yang telah dilakukan di peroleh dari pengujian ke 3 maka di dapatlah hasil dari grafik seperti gambar 4.8 Hasil grafik pengujian impact percobaan ketiga dapat dilihat dibawah ini.

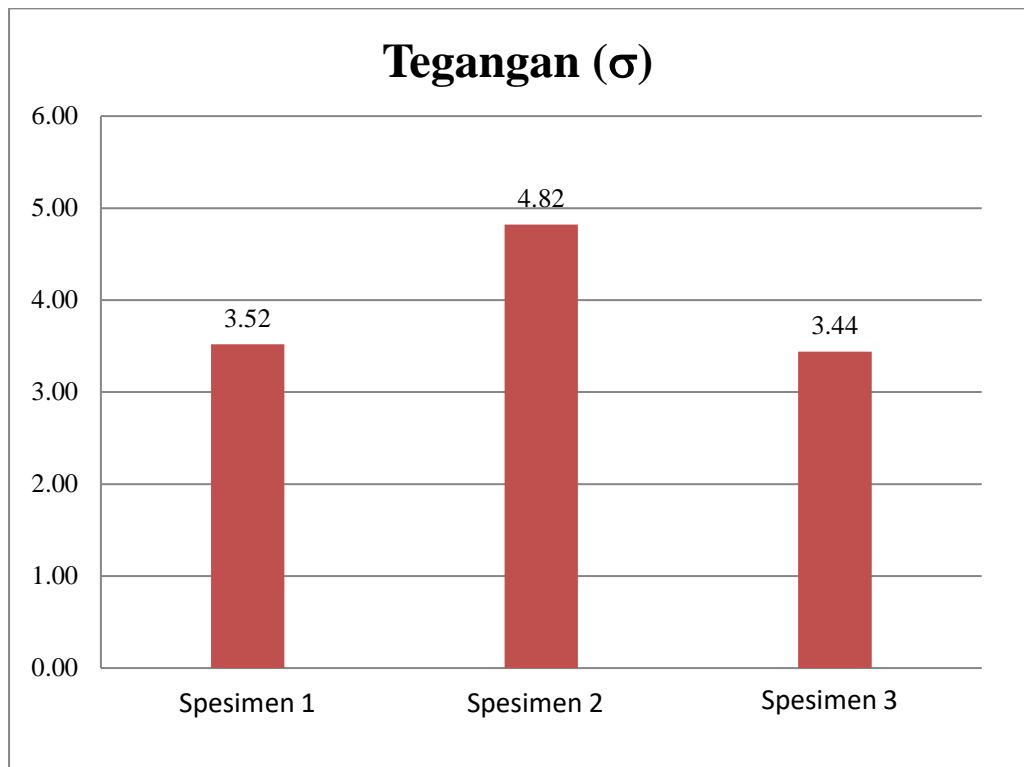


Gambar 4.8 Hasil grafik pengujian Impact percobaan ketiga

Setelah dilakukan pengujian didapat hasil beban tekan dengan waktu dan grafik beban tekan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.8. Pada spesimen dengan Panjang Diameter 17,5 mm dan berat spesimen 131 gr, terlihat beban impact dengan nilai tertinggi 3,44 kg.

4.5 Grafik Perbandingan Tegangan Impact

Dari hasil pengujian yang telah diperoleh dari pengujian ketiga spesimen didapat hasil dari grafik seperti gambar 4.9 Grafik perbandingan tegangan impact pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Tegangan Impact

Dari evaluasi pada pengujian tekan dibatas ini pengujian yang dilakukan terhadap setiap spesimen yang memiliki nilai beban yang tidak sama karena terdapat variasi serat dari ketiga bahan pengujian yang dilakukan. Dapat dilihat pada grafik pada gambar dibatas. Terdapat nilai tegangan yang berbeda-beda dari ketiga spesimen pada saat dilakuakan pengujian impact jatuh . Nilai tertinggi didapat oleh spesimen kedua sedangkan nilai terkecil didapat oleh spesimen ketiga.

4.6 Hasil Pengujian Impact Gaya Jatuh Bebas Vertikal

Gambar spesimen dibawah adalah hasil dari ui coba pengujian yang dilakukan Mesin Uji Impact Gaya Jatuh Bebas Vertikal dengan ketinggian 4 m, dan Variasi serat yang berbeda dari ketiga spesimen tersebut. Seperti gambar 4.10 hasil pengujian impact gaya jatuh bebas vertikal dibawah ini.



Gambar 4.10 Hasil Pengujian impact Gaya Jatuh Bebas Vertikal

4.7 Hasil Data Perbandingan

Adapun hasil yang di dapat dari pengujian impact gaya jatuh bebas yang dilakukan adalah mendapatkan, tekanan impact, mendapatkan hasil, dari semua percobaan yang telah dilakukan pada saat pengujian dilakukan, ada pun hasil yang di dapat dilihat pada gambar tabel 4.2 Data percobaan dibawah ini.

Tabel 4.2 Data Hasil Percobaan

Percobaan	Berat Spesimen	Waktu (S)	Tegangan (σ)	Tinggi (H)
Kasus 1	138 gr	1,60	3,52	4
Kasus 2	133 gr	1,43	4,82	4
Kasus 3	131 gr	1,03	3,44	4

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Setelah dilakukan pengujian terhadap benda uji komposit dapat di simpulkan apabila impector yang diberikan semakin besar maka semakin besar pula tegangan yang terjadi.
2. Dari perbandingan serat yang didapat maka dapat disimpulkan semakin kecil serat yang diberikan maka semakin besar pula tegangan yang terjadi.
3. Ketinggian sangat berpengaruh pada bentuk spesimen pada saat pengujian dilakukan.

5.2 Saran

1. Pengujian material bahan komposit serat serabut kelapa agar dilalukan dengan pengujian material yang lainnya.
2. Pengujian selanjutnya hendaknya dilakukan dengan simulasi.
3. Pastikan pada tahap pengujian selanjutnya dilakukan perbaikan pada alat mesin uji impact vertikal agar data yang didapat akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Moltan Sirait dan Eidi Sihombing, 2010 Fisika Dasar I, Citapustaka Media Perintis, Bandung
- Priyobaliyono.blogspot.co.id ,2013.08. Pengertian dari bahan komposit Simanjuntak, Rahmat, Kartolo, 2011, Pengukuran Energi Impak Helmet Sepeda Motor Akibat Beban Impak Jatuh Bebas Dengan Anvil Plat Dasar. Jurnal Dinamis, Vol 1(9)
- Ichsan Kurniadi, 2017 , Analisa perforasi pada struktur sarang lebah yang diimpak dengan Sudut miring dan normal menggunakan proyektil tumpul.
- Dedi Arisandi lubis, 2017 , Pengaruh kekuatan dan bentuk terhadap kekuatan lendutan pada Bahan komposit yang diperkuat dengan serat plastik, Fakultas Teknik UMSU, Medan
- Rajali Siregar, 2018, Pengaruh ukuran dan bentuk terhadap kekuatan tekan pada bahan Komposit yang diperkuat dengan variasi serat plastik, Fakultas Teknik UMSU Medan
- Tata Surdia, dan Shinroku Saito, 2005, Pengetahuan Bahan Teknik. PT. Praditya Paramita, Jakarta.
- Vlack, 1995, Tegangan Tarik Dan Modulus Elastisitas, Jurnal.
Kaban,N,L., Syam,B.2014 Pengaruh Impak Jatuh Bebas Pada Concrete Foam Dengan Variasi Komposisi Poliureten Yang Diperkuat Serat Tkks.
Jurnal
e-Dinamis,Vol 10(2) hal 135 - 142

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Rizki Angga Pratama
NPM : 1307230126
Tempat/ Tanggal Lahir : Pematang Siantar, 23 November 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Pondok Sejahtera Emplasmen Bah Jambi
Kecamatan : Jawa Maraja Bah Jambi
Kabupaten : Simalungun
Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP/WA : 085270375747
Email : rizkyangga23@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Irianto
Ibu : Rahmalita Sinaga, S.Pd

PENDIDIKAN FORMAL

SDN NO. 091567 Jawa Maraja Bah Jambi, Tahun 2007
SMP N 1 Siantar Perumnas Batu VI, Tahun 2010
SMK Swasta GKPS 2 Pematang Siantar, Tahun 2013
Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 2018