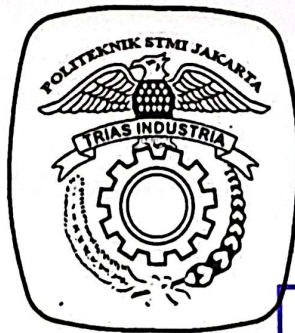


LAPORAN TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN KEKUATAN TEKAN DAN MORFOLOGI
POLYURETHANE FOAM BERPENGUAT SERAT CORE
KENAF, ECENG GONDOK, ABAKA DAN SISAL AGAVE

DI BALAI TEKNOLOGI POLIMER

(Maret 2019 - Agustus 2019)



DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl Terima	07/08/22
No Induk Buku	553/TFP/SB/TA/22

OLEH:

LITA ADHA LIANI

1515003

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN

2019

SUMBANGAN ALUMNI

LAPORAN TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN KEKUATAN TEKAN DAN MORFOLOGI
POLYURETHANE FOAM* BERPENGUAT SERAT *CORE
KENAF, ECENG GONDOK, ABAKA DAN SISAL *AGAVE*

DI BALAI TEKNOLOGI POLIMER

(Maret 2019 - Agustus 2019)

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



OLEH:

LITA ADHA LIANI 1515003

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
2019

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KEKUATAN TEKAN DAN MORFOLOGI
POLYURETHANE FOAM BERPENGUAT SERAT *CORE* KENAF, ECENG
GONDOK, ABAKA DAN SISAL *AGAVE*.

DISUSUN OLEH :

NAMA : Lita Adha Liani

NIM : 1515003

PROGRAM STUDI : Teknik Kimia Polimer

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, 11 September 2019

Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIDK.8873590019

Dosen Pembimbing



Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002

LEMBAR PERMOHONAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR



BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510

Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206

www.stmi.ac.id



Nomor : (3) /BPSDMI/STMVII/2019
Lampiran :
Perihal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 21 Februari 2019

Kepada
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Balai Teknologi Polimer Up: Ibu Ir.F.M. Emy
S.A Soekotjo, M.Sc
Gedung 460 Kawasan PUSPITEK Serpong
Tangerang Banten

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Lita Adha Liani	1515003	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.



Dr. Rizky Kramanandita, S.Kom, M.T

NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan

1. Direktur STMI,
2. Ka Prodi TKP,
3. Mahasiswa yang bersangkutan,
4. Peringgal

LEMBAR KETERANGAN PENERIMAAN TUGAS AKHIR



BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI
BTP BPPT Gd. 460 Kawasan PUSPIPEK, Serpong, Tangerang 15314
Telepon (021) 756 3310, Faksimile (021) 756 6057, Website <http://www.bppt.go.id>
Email : info@bppt.go.id

Nomor : B-046/BTP-TIEM/HM02.03/03/2019 6 Maret 2019
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Jawaban Permohonan Penelitian

Yth Pembantu Direktur I
Politeknik STMI Jakarta
Di

Tempat

Menjawab Surat Pembantu Direktur I Politeknik STMI Jakarta

1. No 016/BPSDMI/STMI/II/2019 tertanggal 8 Februari 2019 perihal Permohonan Penelitian
2. No 037/BPSDMI/STMI/II/2019 tertanggal 21 Februari 2019 perihal Permohonan Penelitian
3. No 038/BPSDMI/STMI/II/2019 tertanggal 21 Februari 2019 perihal Permohonan Penelitian

maka bersama ini kami sampaikan sebagai berikut :

- Kami dapat menerima mahasiswa a.n Diana Dwi Lestari, Lita Adha Liani dan Trianggilt Sowanda W Hidayat
- Waktu pelaksanaan Penelitian di BTP selama 6 (enam) bulan mulai 4 Maret 2019 sd 31 Agustus 2019
- Pelaksanaan Penelitian dibawah pengawasan David Natanael Vicarnellor, S.T dan Ka Sie Program dan Penerapan Teknologi

Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih



Yth. M. Burhan S.A. Soekotjo, M. Sc

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Lita Adha Liani
 NIM : 1515003
 Judul Tugas Akhir : Perbandingan Kekuatan Tekan dan Morfologi *Polyurethane Foam* Berpenguat Serat Core Kenaf, Eceng Gondok, Abaka Dan Sisal Agave
 Pembimbing : Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
31/09/2019	Abstrak	Lebih dipersingkat dan Jelas serta detail.	
1/08/2019	Bab I	Rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian.	
	Bab II	Prosedur Penelitian	
5/08/2019	Bab I	Latar belakang, Rumusan masalah, tujuan penelitian.	
	Bab II	Prosedur penelitian	
6/08/2019	Bab I	Tinjauan pustaka, Referensi belum ada yg dicantumkan.	
12/08/2019	Bab I	Latar belakang, banyak typo dalam penulisan.	
15/08/2019	Bab II	Tinjauan Pustaka	
19/08/2019	Bab IV	Hasil dan pembahasannya belum lengkap.	
26/08/2019	Bab V	Hasil dan Pembahasan	
28/08/2019	Bab V	Lengkapi kesimpulan dan Saran lampiran.	
09/09/2019	Bab IV	Salah dalam penomoran, typo dalam penulisan.	
	ACC	ACC tugas Akhir	

Mengetahui,
 Ketua Program Studi
 Teknik Kimia Polimer

Ir. Roesmaharjito MIA
 NIP. 2871590019

Pembimbing

Ir. Rochmi Widjajanti M.Eng
 NIP. 195609101984032002

LEMBAR SURAT TUGAS DOSEN PEMBIMBING



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI

POLITEKNIK STMI JAKARTA

Jl. Lejen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42880064 Fax: (021) 42888205
www.stmi.ac.id



Nomor : *016* /BPSDMI/STMI/VIII/2019
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2019/2020

Jakarta, 02 Agustus 2019

Kepada
Yth. Ibu Ir Rochmi Widjanti, M.Eng
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/BPSDMI/STMI/KEP/01/2019 tanggal 02 Januari 2019 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2019/2020, maka dengan ini kami mengharap bantuan Ibu untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Lita Adha Liani
No. Induk : 1515003

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Pengaruh Variasi Serat Polyol , Kecepatan Stirrer Pada Pembuatan Polyurethan Foam dengan ditambahkan Serat sebagai Penguat terhadap Sifat Uji Kekuatan Tekan . "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Ibu kami ucapkan terima kasih.

Direktur,

Dr. Mustofa, ST, MT
NIP : 19700924 200312 1 001

Jentusan
1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

Scanned with

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

JUDUL TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN KEKUATAN TEKAN DAN MORFOLOGI
POLYURETHANE FOAM BERPENGUAT SERAT CORE KENAF, ECENG
GONDOK, ABAKA DAN SISAL AGAVE.**

DISUSUN OLEH :
NAMA : Lita Adha Liani
NIM : 1515003
PROGRAM STUDI : Teknik Kimia Polimer

**Telah diuji oleh Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer Politeknik STMI Jakarta. Pada Hari Jumat, 20 September 2019**

Jakarta, 23 September 2019

Penguji



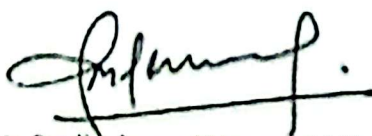
**Fitriya Ika Ariyanti, S.T., M.Eng
NIP.198505112014022001**

Penguji



**Dr. Ir. Lintang Sopandi Hutabean, M.Che
NIP.195803221986031002**

Penguji



**Ir. Percoliah Leonard Marnung, M.M
NIP.195702141985031002**

Dosen Pembimbing



**Ir. Rochmi Widiajanti, M.Eng
NIP.195609101984032002**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Lita Adha Liani

NIM : 1515003

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul Perbandingan Kekuatan Tekan dan Morfologi *Polyurethane Foam* Berpenguat Serat *Core Kenaf, Eceng Gondok, Abaka dan Sisal Agave*

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang ada diatas, maka Tugas Akhir saya ini dapat dibatalkan.

Jakarta, Agustus 2019



Lita Adha Liani

ABSTRAK

Dalam pembuatan *Polyurethane foam*, selain menggunakan *isocyanate* dan *polyol* juga menggunakan penambahan serat alam lainnya seperti *core kenaf*, *eceng gondok*, *abaka*, *sisal agave* yang berfungsi sebagai penguat terhadap busa (*foam*). Pengaplikasian busa (*foam*) biasa digunakan sebagai jok motor, bantalan kursi. Pembuatan *Polyurethane foam* dilakukan menggunakan 3 faktor yang divariasikan selama proses, yaitu persentase serat (1%; 3%; 5%), *polyol* : *isocyanate* (40:60; 45:55; 50:50), dan kecepatan pengaduk *polyol* dan serat (1000 rpm; 1500 rpm; 2000rpm). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan sifat kekuatan tekan dan morfologi yang terbuat dari *polyurethane*. Karakterisasi pengujian yang dilakukan terhadap *polyurethane foam* yaitu pengujian kekuatan tekan (*compressive strength*) menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dan pengujian morfologi menggunakan *Microscope*. Hasil nilai kekuatan tekan yang tertinggi dimiliki oleh PU/SA sebesar 0,14311 N/mm² yang komposisi seratnya 1% dengan perbandingan *polyol:isocyanate* 40:60. Sedangkan hasil nilai rata-rata diameter pori-pori yang besar dimiliki oleh PU/SA sebesar 0,3345 mm.

Kata kunci : kekuatan tekan, morfologi, *polyurethane foam*, serat alam.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan kami anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir di Balai Teknologi Polimer dan penyusunan laporan Tugas Akhir. Laporan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat penyelesaian akademik program studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI. Kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi kami untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam proses pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir terutama kepada:

1. Allah SWT, atas berkat anugerah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
2. Orang tua kami yang selalu memberikan doa dan dukungan,
3. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta,
4. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer,
5. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer,
6. Ibu Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam penyusunan tugas akhir ini,
7. Ibu Ir. F.M. Erny S.A. Soekotjo, M.Sc selaku Kepala Balai Teknologi Polimer,
8. Ibu Ajeng selaku HRD/GA *Manager* Balai Teknologi Polimer yang telah menerima penulis untuk melaksanakan tugas akhir di Sentra Teknologi Polimer,

9. David Natanael V.,S.T, selaku pembimbing kami yang telah banyak membantu kami dalam pelaksanaan tugas akhir di Balai Teknologi Polimer, Serpong,
10. Bapak Salman, selaku karyawan di Balai Teknologi Polimer yang telah banyak membantu kami dalam pelaksanaan tugas akhir,
11. Mas Fajar, selaku karyawan di Balai Teknologi Polimer yang telah banyak membantu kami dalam pelaksanaan tugas akhir saya,
12. Bapak Dur, selaku karyawan di Balai Teknologi Polimer yang telah banyak membantu kami dalam melakukan pengujian untuk tugas akhir saya,
13. Pada seluruh karyawan di Balai Teknologi Polimer yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan tugas akhir saya,
14. Puteri Husnia Zahira, Dian Resti Handayani, Trianggit Sewanda W.H, Anggih Indriani dan Erindah Chriestika, selaku teman seperjuangan selama awal perkuliahan hingga saat ini yang selalu menemani dalam suka maupun duka dan menyemangati penulis,
15. Diana Dwi Lestari dan Indah Dwi Lestari, selaku teman seperjuangan selama kuliah dan selama di Balai Teknologi Polimer,
16. Seluruh teman-teman kami terutama angkatan 2015 Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan kami semangat dalam pelaksanaan Tugas Akhir serta dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, kami berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan dari semua pihak. Kami sangat berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat pengembangan ilmu bagi setiap pembacanya khususnya untuk kami penulisnya.

Jakarta, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERMOHONAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR KETERANGAN DITERIMA TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PENYUSUNAN BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR SURAT TUGAS DOSEN PEMBIMBING.....	iviii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	vii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	xi
ABSTRAK.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Serat Alam	4
2.2 Penguat	4
2.2.1 <i>Core Kenaf</i>	5
2.2.2 <i>Eceng Gondok</i>	5
2.2.3 <i>Pelepah Kering Abaka</i>	6
2.2.4 <i>Sisal Agave</i>	7
2.3 Lignoselulosa.....	9

2.3.1 Selulosa.....	10
2.3.2 Hemiselulosa	10
2.3.3 Lignin	11
2.4 Proses Alkali	13
2.5 <i>Polyurethane</i>	14
2.6 <i>Polyol</i>	15
2.7 <i>Isocyanate</i>	16
2.8 Instrumentasi Pengujian yang Digunakan.....	16
2.8.1 Pengujian Kekuatan Tekan Menggunakan UTM.....	16
2.8.2 Aplikasi Minitab Menggunakan Perhitungan DOE	17
2.8.3 Pengujian Morfologi Menggunakan Mikroskop	17
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan.....	18
3.3 Variabel Penelitian	18
3.4 Prosedur Pembuatan Papan Komposit dari PU dan 4 Jenis Serat.....	21
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Pengujian <i>Compressive Strength</i> Menggunakan UTM	24
4.2 Persentase Standar Deviasi PU/CK, PU/EG, PU/PKA, PU/SA.....	26
4.3 Hasil Pengujian Morfologi dengan Menggunakan <i>Microscope</i>	29
4.3.1 Hasil Pengujian pada PU <i>Foam</i> (PU/CK)	29
4.3.2 Hasil Pengujian pada PU <i>Foam</i> (PU/EG).....	30
4.3.3 Hasil Pengujian pada PU <i>Foam</i> (PU/PKA).....	31
4.3.4 Hasil Pengujian pada PU <i>Foam</i> (PU/SA).....	31
BAB V PENUTUP.....	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Core</i> Kenaf	5
Gambar II.2 Eceng Gondok	6
Gambar II.3 Pelepah Kering Abaka	7
Gambar II.4 Sisal <i>Agave</i>	8
Gambar II.5 Struktur Kimia Selulosa	10
Gambar II.6 Struktur Molekul Hemiselulosa.....	11
Gambar II.7 Struktur Molekul Lignin.....	12
Gambar II.8 Larutan <i>polyol</i>	14
Gambar II.9 Larutan <i>isocyanate</i>	15
Gambar II.10 Alat Pengujian Kekuatan Tekan.....	15
Gambar II.11 <i>Microscope</i>	16
Gambar IV.1 Pengaruh % Serat terhadap Kekuatan Tekan.....	26
Gambar IV.2 Pengaruh <i>Polyol</i> terhadap Kekuatan Tekan	27
Gambar IV.3 Pengaruh rpm terhadap Kekuatan Tekan	28
Gambar IV.4 Morfologi Permukaan <i>foam</i> (PU/CK).....	28
Gambar IV.5 Morfologi Permukaan <i>foam</i> (PU/EG)	29
Gambar IV.6 Morfologi Permukaan <i>foam</i> (PU/PKA)	30
Gambar IV.7 Morfologi Permukaan <i>foam</i> (PU/SA)	30

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kandungan pada serat alam lainnya.....	8
Tabel II.2 Karakteristik dan sifat lignoselulosa	9
Tabel III.1 Variasi Parameter berdasarkan Aplikasi Minitab.....	19
Tabel IV.1 Hasil Pengujian <i>Polyurethane</i> (PU).....	25
Tabel IV.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU/CK ,PU/EG,PU/PKA,PU/SA	25
Tabel IV.2 Persentase Standar Deviasi PU/CK ,PU/EG,PU/PKA,PU/SA	25

DAFTAR SIMBOL

- b** = lebar spesimen (mm)
d = tebal spesimen (mm)
 l_o = Panjang (mm)
P = beban yang diberikan pada spesimen (N)
N = kecepatan putar pengaduk (rpm)
 σ_{maks} = tegangan maksimum (N/mm²)
S = Standar Deviasi

DAFTAR SINGKATAN

CK	= <i>Core Kenaf</i>
EG	= <i>Eceng Gondok</i>
PKA	= <i>Pelepah Kering Abaka</i>
SA	= <i>Sisal Agave</i>
DOE	= <i>Design of Experiment</i>
PU	= <i>Polyurethane</i>
Rpm	= <i>Rotasi per menit</i>
ASTM	= <i>American Standard Testing Material</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>
DOE	= <i>Design of Experiment</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati dan memiliki kekayaan alam melimpah yang dapat diolah lebih lanjut untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat, salah satunya adalah serat alam. Serat alam merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan karena keberadaan serat alam yang melimpah dan sifatnya yang biokompatibel yaitu tidak beracun sehingga aman untuk lingkungan. Keunggulan yang dimiliki oleh serat alam yaitu tersedia dalam jumlah besar, densitas rendah, ramah lingkungan (Oksman, 2006). Serat alam banyak digunakan untuk bahan baku yang berguna sebagai penguat terhadap produk komposit seperti *fiberboard* untuk interior mobil dan setiap serat alam memiliki ciri dan kegunaan yang spesifik misalnya serat abaka, serat rami dapat digunakan untuk karung goni dan kertas. (Oksman, 2006).

Saat ini perkembangan komposit dengan berbahan dasar serat alam menjadi semakin pesat dan kebutuhan akan produk juga semakin tinggi. Oleh karena itu saat ini banyak material yang menggunakan serat dari tumbuhan yang digunakan sebagai penguat pada komposit. Pada perkembangan saat ini telah dikembangkan sebagai material komposit dari serat alam yang digunakan sebagai peredam suara (Rachmadani, P.M., dkk, 2017).

Biasanya industri-industri otomotif banyak menggunakan serat alam dan larutan *polyurethane* untuk peredam suara pada mobil, tetapi banyak pengaplikasiannya yang dijadikan seperti jok motor, kasur, alas sepatu dikalangan industri otomotif karena keunggulan dari polyurethane yaitu memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan karet.

Penelitian yang dilakukan oleh Abdel Hakim dkk (2011) yang membuat *foam* dari *Polyurethane* yang ditambah serat eceng gondok dengan metode *Scanning Electron Morphology* (SEM) dan *Compressive Strength* menyatakan bahwa nilai diameter

pori-pori tinggi akan meningkatkan nilai kekuatan tekan terhadap *Polyurethane foam* sedangkan nilai diameter pori-pori rendah akan menurunkan nilai kekuatan tekan terhadap *Polyurethane foam* karena dipengaruhi oleh komposisi serat.

Penelitian ini bertujuan untuk pembuatan *Polyurethane foam* yang ditambahkan dengan serat ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tekan dari nilai rata-rata *max stress* dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) setelah itu dilakukan pengujian morfologi dengan perbesaran 100 kali untuk melihat permukaan bentuk struktur diameter pori-pori terhadap *Polyurethane foam* dengan menggunakan *microscope*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana hasil perbandingan kekuatan tekan dari *polyurethane foam* yang ditambah dengan 4 jenis serat yang berbeda yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, abaka, dan sisal *agave*?
2. Bagaimana hasil perbandingan morfologi dari *polyurethane foam* yang ditambah dengan 4 jenis serat yang berbeda yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, abaka, dan sisal *agave* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan *foam* yang terbuat dari *polyurethane* yang dicampur dengan 4 jenis serat alam berbeda yaitu serat *core* kenaf, Eceng Gondok, abaka, dan sisal *agave* sebagai penguat,
2. Variasi serat yaitu 1%; 3%; 5%,
3. Variasi rasio massa dari *polyol* dan *isocyanate* yaitu 40:60; 45:55; 50:50.
4. Variasi kecepatan pengaduk *polyol* dan serat yaitu 1000 rpm; 1500 rpm; 2000 rpm.
5. Alat pengujiannya menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) untuk uji kekuatan tekan (*compressive strength*).
6. Pengujian morfologi menggunakan *Microscope* dengan perbesar 100 kali,
7. Pembuatan PU *foam* menggunakan metode *mixing*.
8. Aplikasi Minitab 16 untuk menghitung DOE.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk:

1. Mengetahui hasil perbandingan kekuatan tekan dari *polyurethane foam* yang ditambah dengan 4 jenis serat yang berbeda yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, abaka, dan sisal *agave*
2. Mengetahui hasil perbandingan morfologi dari *polyurethane foam* yang ditambah dengan 4 jenis serat yang berbeda yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, abaka, dan sisal *agave*

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi hasil perbandingan kekuatan tekan dari *polyurethane foam* yang ditambah dengan 4 jenis serat yang berbeda yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, abaka, dan sisal *agave*
2. Memberikan informasi hasil perbandingan morfologi dari *polyurethane foam* yang ditambah dengan 4 jenis serat yang berbeda yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, abaka, dan sisal *agave*

1.6 Sistematika Penelitian

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari pengertian serat alam, penguat, inti kenaf, eceng gondok, pelepah pisang abaka, sisal *agave*, *polyurethane*, *compressive strength*, morfologi.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri dari waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, variabel, dan prosedur.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari hasil pengujian dan pembahasan hasil penelitian.

BAB V: PENUTUP

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Serat Alam

Serat alam merupakan serat yang sudah ada di alam dan umumnya berasal dari tumbuhan. Serat tumbuhan ini yang juga sering digunakan sebagai penguat pada pembuatan komposit dan pembuatan busa (*foam*). Serat alam merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan karena keberadaan serat alam yang melimpah dan sifatnya yang biokompatibel yaitu tidak beracun sehingga aman untuk lingkungan. Keunggulan yang dimiliki oleh serat alam yaitu tersedia dalam jumlah besar, densitas rendah, ramah lingkungan. Serat alam banyak digunakan untuk bahan baku yang berguna sebagai penguat (Oksman, 2006). Serat alam terbagi menjadi 3 jenis yaitu sebagai berikut:

1. Serat Tumbuhan
 - a. Serat kulit : Jute, Rami, Kenaf.
 - b. Serat daun : Pelelah Pisang Abaka, Sisal *Agave*.
 - c. Serat kayu : Kayu keras, Kayu lembut.
 - d. Serat buah : Sabut kelapa, Minyak palem.
 - e. Serat benih : Kapas, Kapuk, Pinus.
 - f. Serat jerami : Beras, Gandum.
 - g. Serat rumput : Bamboo, Kenari Jagung.
2. Serat Hewan : Umumnya tersusun atas protein tertentu. Contoh dari serat hewan yang dimanfaatkan oleh manusia yaitu sutera, wol, dan rambut.
3. Serat Mineral : Asbes

2.2 Penguat

Penguat pada bahan baku untuk pembuatan komposit atau *foam* pada umumnya adalah serat, baik serat alam maupun serat sintesis. Namun, lebih banyak serat alam yang digunakan pada proses pembuatan komposit atau *foam* karena lebih banyak memiliki keuntungan dan harganya lebih murah daripada serat sintesis. Penggunaan serat alam juga untuk mengurangi dampak buruk untuk

lingkungan. Fungsi utama dari serat adalah untuk menahan mayoritas beban yang diberikan dan menguatkan. Ada beberapa jenis serat alam yang digunakan sebagai penguat bahan baku yaitu serat *core* kenaf, eceng gondok, pelepah pisang abaka, dan sisal *agave* (Sapuan, 2017).

2.2.1 Core Kenaf

Kenaf merupakan tanaman yang kuat dan keras di bagian seratnya juga memiliki tangkai yang berserat. Bagian yang dapat dipergunakan sebagai penguat pada komposit adalah serat kulit dan inti batang atau *core*. Inti kenaf dapat sangat mudah dihancurkan menjadi partikel berukuran lebih kecil ((Prasetiyo&Henny, 2012). Serat *core* kenaf berfungsi sebagai penguat dan pengaplikasiannya bisa digunakan sebagai jok motor atau bantalan kursi. Didalam kayu kenaf masih mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Pada penelitian ini, lignin tidak dibutuhkan karena memiliki sifat yang kaku dan mudah rapuh (Prasetiyo&Henny, 2012). Berdasarkan data yang diperoleh dari Faruk, 2012 bahwa kandungan selulosa pada tanaman kenaf sebanyak 72%, hemiselulosa sebanyak 20,3%, dan lignin sebanyak 9%. *Core* kenaf merupakan bagian yang berpori dan ringan, memiliki densitas antara 0,10-0,20 g/cm³ Gambar II.1 menunjukkan core kenaf.



Core kenaf

Serbuk Kenaf yang sudah dihaluskan

Gambar II.1 Core Kenaf
Sumber. Balai Teknologi Polimer

2.2.2 Eceng Gondok

Eceng gondok merupakan tanaman yang hidup dan berkembang biak di permukaan air seperti di danau, sungai, dan rawa-rawa. Pertumbuhan eceng gondok termasuk pertumbuhan tanaman yang cepat yaitu 1 batang eceng gondok mampu berkembang seluas 1 m² dalam waktu 52 hari, atau dapat dikatakan bahwa

eceng gondok mampu berkembang seluas 7 m² dalam 1 tahun eceng gondok memiliki densitas sebesar 0,25 g/cm³ (Radhista, 2018). Namun, pertumbuhan yang sangat cepat ini menyebabkan beberapa masalah diantaranya sinar matahari terhalang masuk ke dalam air karena seluruh permukaan air tertutup oleh eceng gondok yang dapat mengakibatkan ekosistem dalam air mati. Selain itu, apabila pertumbuhan eceng gondok dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikendalikan. Menurut Ramirez dkk tahun 2015, pertumbuhan eceng gondok juga menyerap air sebanyak 60%. Maka dari itu memanfaatkan tanaman ini merupakan pilihan terbaik dalam mengendalikan pertumbuhannya.

Pada penelitian kali ini serat eceng gondok didapatkan dari pengrajin yang berada di daerah Tangerang. Bentuk eceng gondok yang didapatkan yaitu masih utuh dengan daun dan akarnya, namun sudah dikeringkan. Akan tetapi hanya batangnya yang dipakai dalam proses pembuatan komposit sehingga daun dan batangnya harus dibuang. Gambar II.2 menunjukkan eceng gondok.



(a). Tanaman Eceng Gondok



(b). Batang EG yang sudah dikeringkan

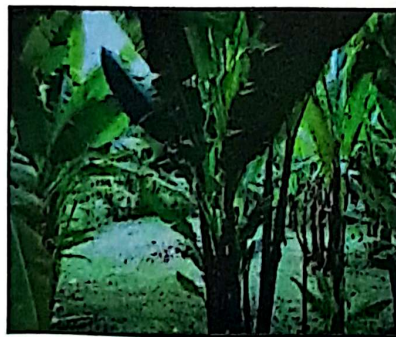
Gambar II.2 Eceng Gondok
(a).Tanaman Eceng Gondok; (b). Batang EG yang sudah dikeringkan
Sumber: Radhista, 2018 dan Balai Teknologi Polimer

2.2.3 Pelepah Pisang Abaka

Tanaman Abaka merupakan tanaman yang satu keluarga dengan pisang. Tanaman Abaka banyak sekali tumbuh di Filipina sehingga biasa disebut Serat Hemp Manila. Serat Abaka merupakan jenis serat yang tahan lama dan juga tahan terhadap air laut sehingga bagus digunakan di industri kelautan (Faruk dkk, 2012).

Serat Abaka memiliki kekuatan mekanik yang baik, contohnya nilai kekuatan tekan serat abaka hampir sama dengan serat kaca (Punyamurthy dkk, 2014).

Serat Abaka adalah salah satu serat yang paling kuat yang memiliki densitas sebesar $1,5 \text{ g/cm}^3$ (Vijayalakshmi dkk, 2014). Pada penelitian ini digunakan tanaman abaka yang berbentuk pelepah kering yang diambil dari Balittas (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat), Kementerian Pertanian, Malang, Jawa Timur. Berdasarkan data yang diperoleh dari Faruk, 2012 bahwa kandungan selulosa pada tanaman Abaka sebanyak 56-63%, hemiselulosa sebanyak 20-25%, dan lignin sebanyak 7-9%. Gambar II.3 menunjukkan pelepah kering abaka.



(a). Tanaman Pelepah Pisang Abaka



(b). PPA yang sudah dikeringkan

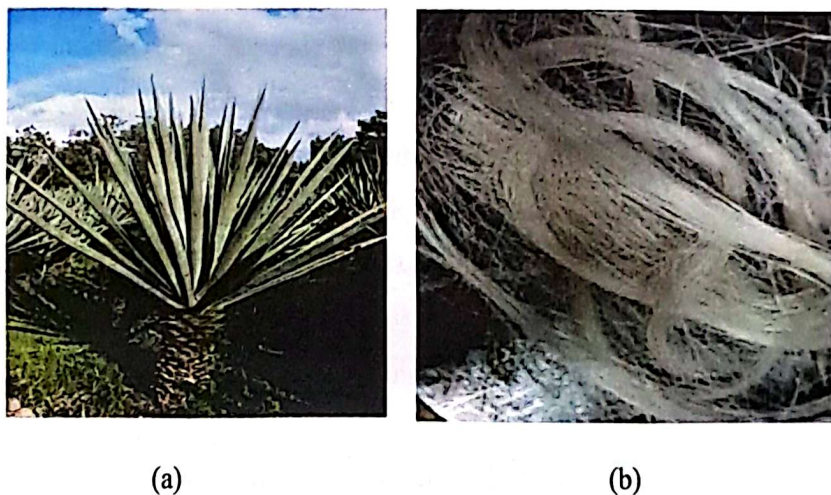
Gambar II.3 Pelepah Kering Abaka
(a). Tanaman PPA; (b). PPA yang sudah dikeringkan
Sumber: Vijayalakshmi dkk, 2014 dan Balai Teknologi Polimer

2.2.4 Sisal *Agave*

Serat *Agave* atau yang biasa disebut serat sisal termasuk ke dalam jenis serat daun. Serat ini diambil dari tumbuhannya dengan proses *decortication* yaitu pemisahan serat dari daunnya dengan mengambil atau menghilangkan lapisan daun. Serat *agave* banyak diaplikasikan pada industri pembuatan karpet dan tali tambang. Akhir-akhir ini serat *agave* banyak dikembangkan untuk membuat produk furnitur, pelapis dinding, interior kendaraan, dan lain-lain (Shimpi, 2018).

Pada penelitian kali ini serat *agave* yang digunakan diambil dari Balittas (Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat) Kementerian Pertanian, Malang, Jawa Timur sebagai pemanfaatan bagian serat yang sudah tidak terpakai lagi. Serat *agave* memiliki nilai densitas sebesar $1,3 \text{ g/cm}^3$ (Al-Oqla&Sapuan, 2013). Berdasarkan data yang diperoleh dari Faruk, 2012 bahwa kandungan selulosa

pada serat *agave* sebanyak 65%, hemiselulosa sebanyak 12%, dan lignin sebanyak 9,9%. Gambar II.4 menunjukkan sisal *agave*.



Gambar II.4 Sisal Agave (a) Tumbuhan Agave/Sisal; (b) Serat Sisal
Sumber: Shimpi, 2018 dan Balai Teknologi Polimer

Berikut ini Tabel II.1 menunjukkan kandungan yang berada pada serat alam lainnya

Tabel II.1 Kandungan pada serat alam lainnya

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Lilin (%)
Bagas	55,2	16,8	25,3	-
Bambu	26-43	30	21-31	-
Linen	71	18,6-20,6	2,2	1,5
Kenaf	72	20,3	9	-
Yute	61-71	14-20	12-13	0,5
Hemp	68	15	10	0,8
Rami	68,6-76,2	13-16	0,6-0,7	0,3
Abaka	56-63	20-25	7-9	3
Sisal	65	12	9,9	2
Sabut	32-43	0,15-0,25	40-45	-
Kelapa Sawit	65	-	29	-
Nanas	81	-	12,7	-
<i>Curaua</i>	73,6	9,9	7,5	-
Jerami Gandum	38-45	15-11	12-20	-
Sekam Padi	35-45	19-25	20	14-17
Jerami Padi	41-57	33	8-19	8-36

Sumber. Faruk, 2012

2.3 Lignoselulosa

Lignoselulosa merupakan nama yang digunakan untuk bahan yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lignoselulosa adalah komponen penyusun dinding sel tanaman terutama pada bagian batang. Hemiselulosa dan selulosa merupakan polisakarida yang dapat diurai menjadi monosakarida yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan utama pembuatan bahan kimia, bahan bakar, biopolimer, bahan pakan dan produksi enzim (Salehudin, M.H., dkk, 2012). Tabel II.2 menunjukkan karakteristik dan sifat lignoselulosa. Tabel II.2 menunjukkan karakteristik dan sifat lignoselulosa.

Tabel II.2 Karakteristik dan sifat lignoselulosa

No.	Material Lignoselulosa / Karakteristik	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
1.	Bentuk dan Struktur Fisika	Batang ramping yang terbuat dari mikrofibril kristal, dan sedikit amorf	Acak, struktur amorf	Acak, struktur amorf
2.	Struktur Kimia	D-anhidroglukosa (C ₆ H ₁₁ O ₅) yang berikatan dengan 1,4-β-D-glikosidik pada C1 dan C4	Kelompok polisakarida yang terdiri dari C5 dan C6 glukosa	Polimer hidrokarbon kompleks dengan ikatan alifatik dan aromatic
3.	Termoset / Termoplastik	Termoset	Termoplastik	Termoplastik
4.	Derajat Polimerisasi	10.000	50-300	-
5.	Hidrofobitas	Hidrofilik	Sangat hidrofilik	Hidrofilik
6.	Larut dalam Alkali	Tahan terhadap larutan alkali (17,5 wt%)	Larut dalam alkali	Larut dalam alkali pada suhu tinggi

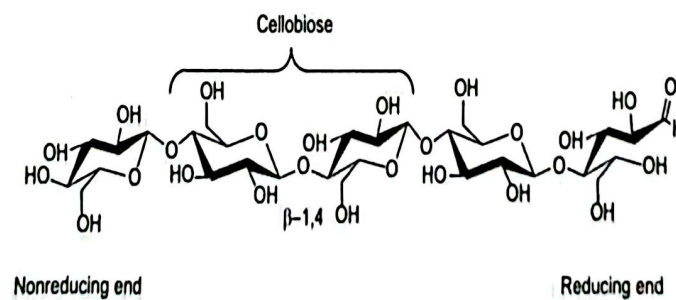
Sumber : Salehudin, M.H., dkk, 2012

Tabel II.2 menunjukkan karakteristik dan sifat lignoselulosa. Bentuk dan struktur Selulosa sedikit amorf, sedangkan untuk hemiselulosa dan lignin memiliki struktur yang amorf. Hal ini menunjukkan bahwa hemiselulosa dan lignin dapat larut dalam pelarut alkali. Selulosa memiliki sifat termal termoset dan memiliki derajat polimerisasi yang tinggi yaitu 10.000. Semakin tinggi derajat polimerisasi maka sifatnya semakin keras dan kaku, sehingga sukar untuk larut.

Berbeda dengan hemiselulosa serta lignin yang memiliki sifat termal termoplastik (Salehudin, M.H., dkk, 2012)

2.3.1 Selulosa

Selulosa merupakan bagian yang pasti ada di setiap tumbuhan dan memiliki kandungan yang paling banyak. Selulosa berpengaruh pada kekakuan, kekuatan, dan kestabilan struktur pada tumbuhan (Shimpi, 2018). Rumus senyawa selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Bentuk molekul selulosa adalah serat berukuran mikro. Selulosa merupakan polisakarida glukosa yang dapat larut (*glucan*) yang terdiri dari kelompok hidroksil alkohol. Selulosa dapat terdegradasi pada temperatur sekitar 200-230°C. Selulosa memiliki derajat polimerisasi hingga 10.000. Semakin tinggi kandungan selulosa dalam sebuah serat, maka semakin besar pula kekuatan serat tersebut (Abral dkk, 2013). Gambar II.5 menunjukkan struktur kimia dari selulosa.

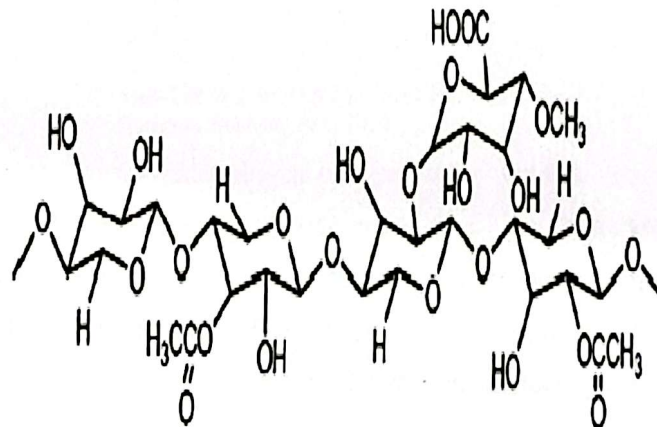


Gambar II.5 Struktur Kimia Selulosa
Sumber: Ouarhim dkk, 2019

2.3.2 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan biopolimer heterogen yang memiliki derajat polimerisasi sekitar 200 hingga 300. Hemiselulosa memiliki banyak sekali rantai percabangan pada strukturnya. Hemiselulosa dapat larut pada larutan alkali serta dapat terhidrolisis dengan asam (Ouarhim dkk, 2019). Hemiselulosa dapat terdegradasi pada temperatur yaitu sekitar 150-180°C (Shimpi, 2018). Gambar II.6 menunjukkan struktur kimia dari hemiselulosa, dimana rantai hemiselulosa lebih pendek dibandingkan rantai selulosa, karena derajat polimerisasinya yang lebih rendah. Berbeda dengan selulosa, polimer hemiselulosa berbentuk tidak

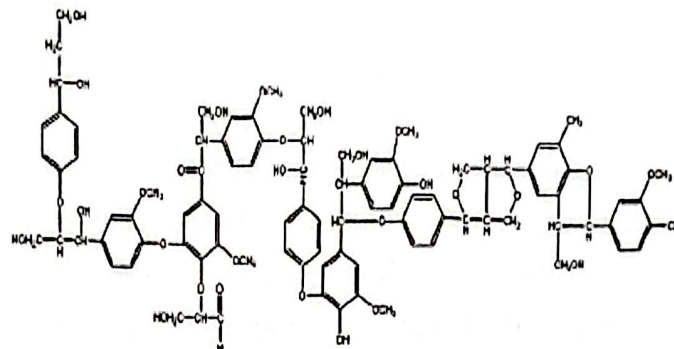
lurus tetapi merupakan polimer-polimer bercabang dan strukturnya tidak terbentuk kristal. Hal ini yang menjadikan hemiselulosa lebih mudah terlarut dan bereaksi dengan larutan dibanding selulosa (Ouarhim dkk, 2019). Gambar II.6 menunjukkan struktur molekul hemiselulosa. Gambar II.6 menunjukkan struktur molekul hemiselulosa.



Gambar II.6 Struktur Molekul Hemiselulosa
Sumber: Ouarhim dkk, 2019

2.3.3 Lignin

Lignin merupakan senyawa yang sangat kompleks dengan berat molekul tinggi. Lignin terdapat diantara sel-sel dan di dalam dinding sel. Dimana fungsi lignin yang terletak diantara sel adalah sebagai perekat untuk mengikat/ perekat antar sel, sehingga tidak dikehendaki. Sementara dalam dinding sel lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberi ketegaran pada sel (Sapuan, 2017). Pada proses pembuatan PU *foam* juga melakukan perendaman serat yang bertujuan untuk menghilangkan lignin yang dicampurkan dengan serat core kenaf. Lignin dapat diisolasi dari tanaman sebagai sisa yang tak larut setelah penghilangan polisakarida dengan hidrolisis. Secara alternatif, lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi ataupun diubah menjadi turunan yang larut. Adanya lignin menyebabkan warna menjadi kecoklatan sehingga perlu adanya pemisahan melalui pemutihan. Banyaknya lignin juga berpengaruh terhadap konsumsi bahan kimia dalam perlakuan alkali. Gambar II.7 menunjukkan struktur molekul lignin.



Gambar II.7 Struktur Molekul Lignin
Sumber : Rosa M., dkk. 2010

Gambar II.7 menunjukkan lignin merupakan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit fenil propana melalui ikatan eter (C-O-C) dan ikatan karbon (C-C). Bila lignin berdifusi dengan larutan alkali maka akan terjadi pelepasan gugus metoksil yang membuat lignin larut dalam alkali. Reaksi dengan senyawa tertentu banyak dimanfaatkan dalam proses pembuatan pulp dimana lignin yang terbentuk dapat dipisahkan, sedangkan reaksi oksidasi terhadap lignin digunakan dalam proses pemutihan. Lignin dapat mengurangi daya pengembangan serat serta ikatan antar serat. Struktur kimia lignin mengalami perubahan di bawah kondisi suhu yang tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperatur tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa.

Pada suasana asam, lignin cenderung melakukan kondensasi, yakni fraksi lignin yang sudah terlepas dari selulosa dan larut pada larutan pemasak. Dimana peristiwa ini cenderung menyebabkan bobot molekul lignin bertambah, dan lignin yang terkondensasi akan mengendap. Disamping terjadinya reaksi kondensasi lignin yang mengendap, mengurangi degradasi selulosa dan hemiselulosa. Temperatur, tekanan, dan konsentrasi larutan selama proses perlakuan alkali merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi pelarutan lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Selulosa tak akan rusak saat proses pelarutan lignin jika konsentrasi larutan pemasak yang digunakan rendah dan suhu yang digunakan sesuai. Pemakaian suhu di atas 180^oC menyebabkan degradasi selulosa lebih tinggi, dimana pada suhu ini lignin telah habis terlarut.

2.4 Proses Alkalisasi

Proses alkalisasi adalah salah satu jenis modifikasi kimia yang sering digunakan untuk memodifikasi permukaan serat. Proses alkalisasi atau yang juga disebut *Mercerization* adalah proses modifikasi kimia dengan menggunakan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) (Ferreira dkk, 2019). Selain itu, Proses alkalisasi dipilih karena dapat meningkatkan kekuatan ikatan antara serat alam dengan resin termoset yang digunakan (Fiore dkk, 2015). Proses alkalisasi dapat menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, kandungan lilin, serta kandungan minyak yang ada pada dinding sel serat alam (Ouarhim dkk, 2019). Menurut Kalia dkk (2009), apabila kandungan selulosa dan hemiselulosa hilang dari serat dapat membuat struktur dari selulosa mengkristal yang akan meningkatkan sifat mekanik serat, umumnya kekuatan dan kekakuannya. Proses alkalisasi juga dapat meningkatkan kandungan selulosa yang dapat meningkatkan sifat mekanik dari serat (Ouarhim dkk, 2019). Menurut Shimpi (2018) cara untuk melakukan Proses alkalisasi adalah dengan merendam serat pada larutan NaOH dengan persentase antara 5-10% selama 6-8 jam pada suhu ruangan. Pada penelitian kali ini, persentase yang digunakan adalah 10% selama 2 jam yang berdasarkan dari uji coba yang telah dilakukan sebelumnya.

2.4.1 Natrium Hidroksida (NaOH)

NaOH merupakan larutan basa yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Basa adalah zat yang dalam air menghasilkan ion OH negatif dan positif. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti sabun). Sifat licin terhadap kulit itu disebut sifat kaustik basa. Perlakuan NaOH ini bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat, lignin, dan kotoran lainnya. Dengan hilangnya lapisan lilin ini maka ikatan antara serat dan matriks menjadi lebih kuat, sehingga kekuatan tarik komposit menjadi lebih tinggi. Namun demikian, perlakuan NaOH yang lebih lama dapat menyebabkan kerusakan pada unsur selulosa (Muhammad N, 2011)

2.5 Polyurethane

Polyurethane adalah suatu bahan campuran atau hasil pengisolan antara karet dan plastik sehingga didapatkan pelarutan material yang memiliki keunggulan sangat tahan gesek, tahan aus, tahan terhadap bahan kimia. Kimia suatu bahan atau campuran yang didalamnya terdapat kandungan nitrogen, karbondioksida, dan oksigen. *Polyurethane* merupakan bahan *polymeric* yang mengandung berbagai kumpulan urethane (-NH-CO-O-) yang terbentuk dari reaksi antara *polyol* dengan *isocyanate* atau *polymeric isocyanate* dengan ketersediaan katalis yang sesuai serta bahan-bahan tambahan.

Polyurethane juga salah satu bahan baku untuk pembuatan *PU foam* agar terbentuk suatu *foam* dilakukan dengan mencampurkan suatu 2 jenis bahan kimia yaitu *polyol* dan *isocyanate* yang diaduk secara bersama-sama maka akan terjadi suatu proses pengembangan dan terbentuklah *foam*

2.6 Polyol

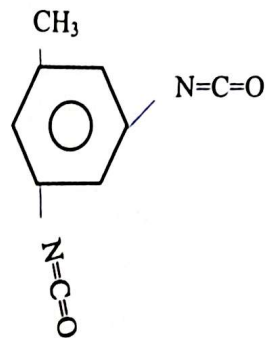
Salah satu komponen penting dalam pembuatan *polyurethane* adalah *polyol*. *Polyol* dapat bereaksi dengan *isocyanate* untuk membuat *polyurethane foam*. Saat ini, pembuatan *polyol* yang digunakan untuk membuat *polyurethane* telah dikembangkan agar mempunyai tingkat reaktifitas yang tinggi saat bereaksi dengan *isocyanate* untuk memproduksi *polyurethane*. Gambar II.8 struktur kimia *polyol* (Rizal, 2014).



Gambar II.8 Rumus Struktur Kimia *Polyol*

2.7 Isocyanate

Bahan *polyurethane foam* yang dihasilkan juga sangat berpengaruh dari jenis *isocyanate* yang digunakan. Jenis *isocyanate* yang banyak digunakan adalah *aromatic* dan *aliphatic*. Beberapa contoh *isocyanate* yang banyak digunakan dalam pembuatan *PU foam* adalah *toluene diisocyanate* (TDI) dan *diisocyanate diphenylmethane* (MDI). *Toluene diisocyanate* yang sering banyak digunakan (Rizal, 2014). Gambar II.9 menunjukkan struktur kimia *toluene diisocyanate*

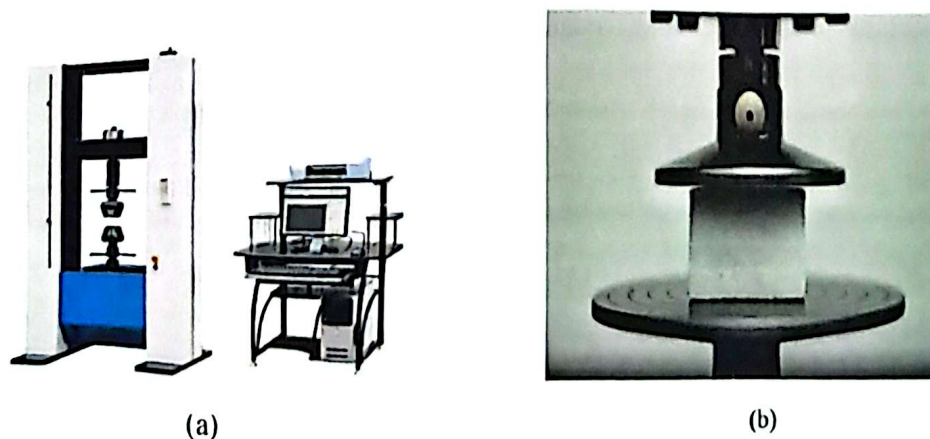


Gambar II.9 Struktur Kimia Toluene Diisocyanate

2.8 Instrumentasi Pengujian yang Digunakan

2.8.1 Pengujian Kekuatan Tekan Menggunakan UTM

Universal Testing Machine (UTM) adalah mesin atau alat pengujian yang memiliki fungsi untuk menguji ketahanan dan mengetahui struktur suatu bahan atau material. Kekuatan tekan adalah suatu meterial adalah kemampuan material untuk mempertahankan keutuhannya di bawah tekanan. Jadi untuk material yang rapuh, kekuatan tekan dapat didefinisikan sebagai suatu nilai tekanan dimana pada tekanan tersebut material yang bersangkutan akan hancur sepenuhnya. Pengujian kekuatan tekan menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) dengan standar ASTM D1621 akan menunjukkan hasil *max stress* setelah diuji. Gambar II.10 menunjukkan alat pengujian kekuatan tekan.



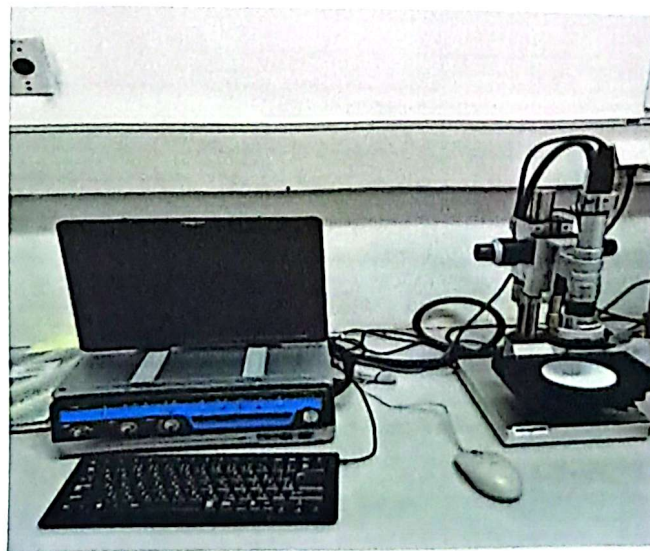
Gambar II.10 Alat Pengujian kekuatan tekan
(a) alat UTM ; (b) *compressive strength*

2.8.2 Aplikasi Minitab Menggunakan Perhitungan *Design of Experiment* (DOE)

Design of Experiment (DOE) adalah teknik eksperimental yang membantu untuk menyelidiki kombinasi terbaik dari parameter proses, kuantitas yang berubah, tingkat dan kombinasi dalam rangka mendapatkan hasil yang statis yang dapat diandalkan. DOE dapat mengurangi jumlah eksperimen yang dibutuhkan ketika mengambil sejumlah faktor yang mempengaruhi hasil eksperimen (Budi, 2018).

2.8.3 Pengujian Morfologi Menggunakan Mikroskop

Morfologi adalah untuk melihat struktur bentuk pada sampel. Salah satu metode yang digunakan untuk melihat morfologi permukaan sampel adalah menggunakan mikroskop. Melalui morfologi permukaan, dapat melihat struktur bentuk PU *foam* untuk memperlihatkan pori-pori dari *foam* dan mengetahui bahwa nilai diameter pori-pori terhadap PU *foam* dapat mempengaruhi nilai kekuatan tekan (Latinwo dkk, 2010). Gambar II.11 menunjukkan *microscope*.



Gambar II.11 Mikroskop

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari Maret 2019 s.d. Agustus 2019 di Balai Teknologi Polimer (BTP), Serpong, Banten. Pembuatan sampel PU *foam* dilaksanakan di Laboratorium Proses dan Laboratorium Sintesis, pengujian kekuatan tekan dilaksanakan di Laboratorium Mekanik dan pengujian morfologi permukaan dilaksanakan di Laboratorium Optik.

1.2 Alat dan Bahan

Gambar alat dan bahan dapat dilihat di Lampiran C.

3.2.1 Alat

1. Mesin Pemotong
2. Gunting
3. Wadah Besar dan Kecil
4. *Crusher*
5. Gerinda
7. Saringan
8. Neraca/Timbangan
9. *Oven*
10. Plastik
11. *Stirrer*
12. Ayakan
13. Wadah untuk *Polyurethane*
14. Sarung Tangan
15. Loyang
16. *Caliper* (jangka sorong)
17. Gergaji Manual
18. *Mechanical Stirrer*
19. Masker Respirator
20. Pipet
22. *Blender*
23. Komputer *software* minitab 16
24. UTM *Shimadzu* 50 kN
25. Mikroskop merek *Hirox*

1.2.2 Bahan

1. Eceng Gondok
2. Inti Kenaf
3. Pelepah Kering Abaka
4. Serat *Agave/Sisal*
5. NaOH 10% (Soda Api) 500 gram
6. *Polyol*
7. *Isocyanate*
8. Air 4,5 liter
9. Aseton

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel yang diamati dalam penelitian ini antara lain, Massa berat serat, temperatur, dan waktu. Variabel tetap dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Massa berat awal serat : 250 gram setelah serat di crusher
- b. Waktu Perendaman dengan NaOH : 2 jam
- c. Temperatur Pengeringan serat setelah : 80°C
di *treatment*
- d. Waktu Pengeringan : 7 jam
- e. Waktu pencampuran antara serat dan : 10 menit
Polyol dengan mesin *stirrer*
- f. Waktu pencampuran dengan larutan : 20 detik
isocyanate

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang di variasikan pada tiap penelitian agar didapat hasil yang diinginkan. Variabel bebas memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain.. Tabel III.1 memperlihatkan variasi parameter pada pembuatan sampel *foam* untuk *compressive strength*. Untuk melihat data variasi kombinasi pada tiap masing-

masing serat dapat dilihat dilampiran A. Tabel III.1 menunjukkan variasi parameter berdasarkan aplikasi minitab.

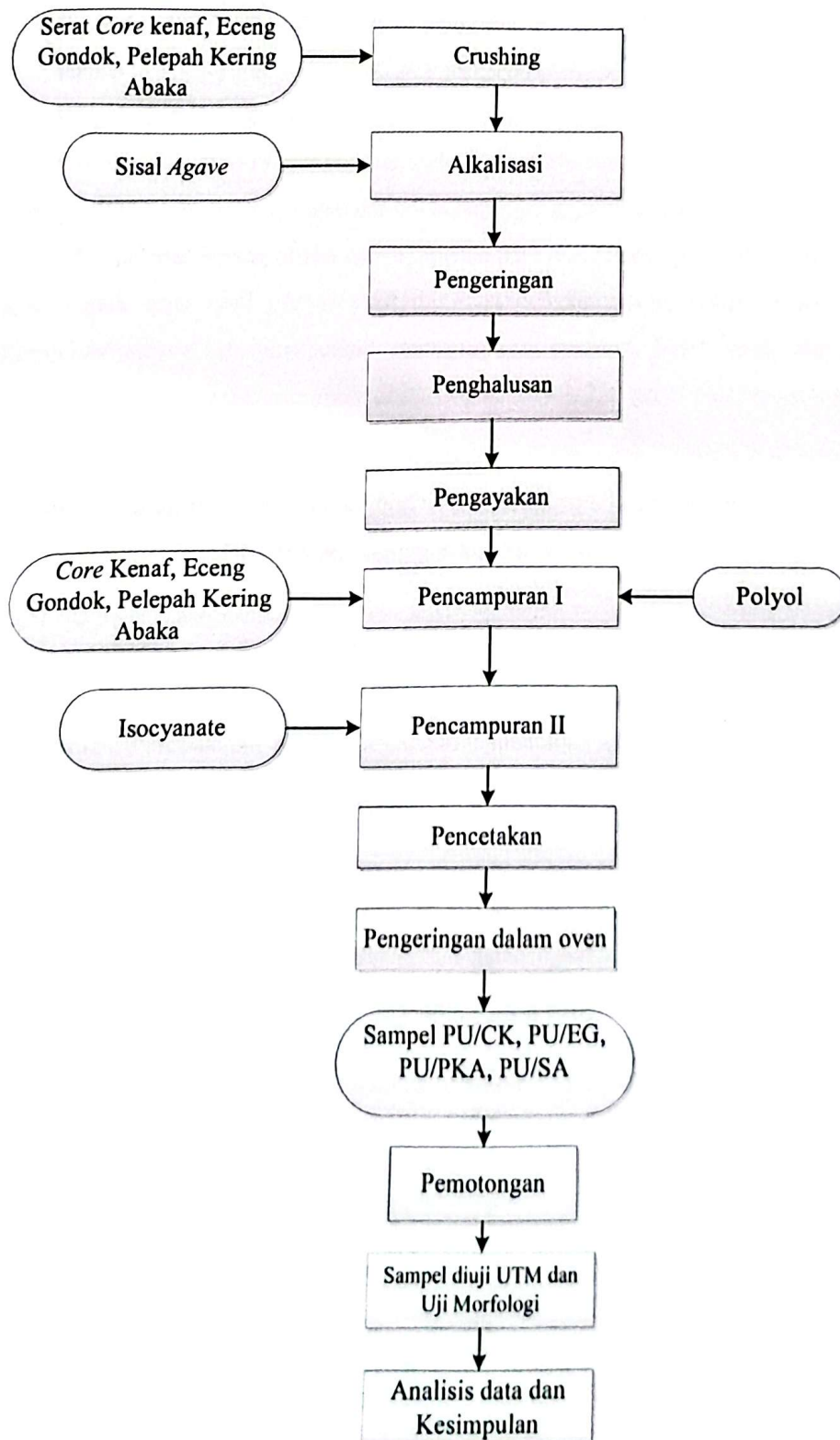
Tabel III.1 Variasi Parameter berdasarkan Aplikasi *Minitab*

formula	% serat	Variasi <i>poliol:isocyanate</i>	Kecepatan (rpm)	<i>Poliol</i> (gram)	<i>Isocyanate</i> (gram)	Serat (gram)
1	5	40:60	1500	76	114	10
2	5	45:55	1000	85,5	104,5	10
3	5	45:55	2000	85,5	104,5	10
4	5	50:50	1500	95	95	10
5	3	40:60	1000	77,6	116,4	6
6	3	40:60	2000	77,6	116,4	6
7	3	45:55	1500	87,3	106,7	6
8	3	45:55	1500	87,3	106,7	6
8	3	45:55	1500	87,3	106,7	6
9	3	50:50	1000	97	97	6
10	3	50:50	2000	97	97	6
11	1	40:60	1500	79,2	118,8	2
12	1	45:55	1000	89,1	108,9	2
13	1	45:55	2000	89,1	108,9	2
14	1	50:50	1500	99	99	2

Sumber. DOE Penelitian di Balai Teknologi Polimer berdasarkan peranti lunak Minitab 16.

3.4 Prosedur Penelitian

Gambar III.1 menjelaskan prosedur penelitian yang digambarkan dalam diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Prosedur Pembuatan Papan Komposit dari PU dan 4 Jenis Serat Alam

1. Preparasi Bahan Baku

Proses pembuatan PU *foam* dimulai dengan pemotongan akar dan daun pada eceng gondok dengan hanya menyisakan batang eceng gondoknya saja. Untuk Inti kenaf dan pelepah kering abaka hanya dipersiapkan dari tempat penyimpanannya saja. Untuk serat sisal *agave*, serat dipotong dengan menggunakan gunting. Kemudian serat-serat dihancurkan menggunakan *crusher*. Serat yang sudah dihancurkan menggunakan *crusher* ditimbang sebanyak 250 gram masing-masing serat.

2. Perendaman dengan Larutan NaOH untuk Menghilangkan Lignin

Setelah itu direndam dengan menggunakan air sebanyak 4,5 liter dan NaOH sebanyak 500 gram selama 2 jam. Setelah direndam selama 2 jam lalu dituangkan kedalam saringan untuk dibilas dengan air bersih. Setelah dibilas seratnya lalu dimasukkan kedalam kantong plastik bening untuk ditimbang berat setelah perendaman. Perendaman ini berfungsi untuk menghilangkan lignin pada serat. Banyaknya air disesuaikan dengan persentase NaOH.

3. Pengeringan Serat (*Drying*)

Setelah ditimbang, masing-masing serat dimasukkan ke dalam *oven* untuk proses pengeringan dengan temperatur 80°C selama 7 jam.

4. Penghalusan Serat (*Blending*) dan Pengayakan (*Sieving*)

Serat yang sudah kering dihaluskan menggunakan *blender*. Penghalusan dilakukan untuk menjadi partikel-partikel kecil. Kemudian diayak untuk lebih menyeragamkan ukuran serat. Setelah dihaluskan dan diayak lalu dilakukan proses pencampuran (*mixing*).

5. Pencampuran (*mixing*) PU dengan Serat Alam

Proses pencampuran (*mixing*) ini dilakukan untuk pembuatan PU *foam*. Dalam proses pembuatan PU *foam* ini menggunakan mangkuk plastic berukuran kecil dengan mencampurkan polyol dengan masing-masing serat alam lalu diaduk dengan menggunakan mesin *stirrer* dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit.

Setelah sudah 10 menit lalu ditambahkan dengan larutan *isocyanate* selama 20 detik dengan kecepatan yang sama. Setelah sudah selesai selama 20 detik lalu dimasukkan kedalam loyang dengan ukuran $26\text{cm} \times 26,5\text{ cm} \times 17\text{cm}$.

6. Pengeringan dalam Oven dengan Temperatur 60°C

Kemudian setelah sudah dimasukkan kedalam loyang, dimasukkan kedalam oven dengan temperatur 60°C selama 15 menit untuk menghilangkan kadar air. Setelah 15 menit pertama sudah selesai sampel *foam* dikeluarkan dari cetakan dan didiamkan selama kurang lebih 3 menit dan dimasukkan kembali kedalam oven dengan temperature yang sama dalam waktu selama 1 jam, setelah 1 jam selesai sampel dikeluarkan dari oven dan didiamkan didalam ruangan selama 24 jam. setelah sudah 24 jam sampel dipotong dengan ukuran $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2,5\text{cm}$. Dan dilakukan pengujian yaitu pengujian untuk uji tekan menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)* kemudian dianalisa dengan menggunakan aplikasi DOE dan diuji morfologi untuk melihat struktur bentuk sampel *foam* tersebut.

7. Pengujian Sampel

b. Perhitungan DOE Menggunakan Aplikasi Minitab

Minitab adalah progam komputer yang dirancang untuk melakukan pengolahan statistik. Dimana aplikasi minitab ini menggunakan perhitungan DOE yang berguna untuk mengkombinasikan variasi dari faktor yang mempengaruhinya. Sebelum proses pembuatan *polyurethane foam* yang menggunakan 4 serat yang berbeda dibuat perhitungannya terlebih dahulu menggunakan aplikasi minitab dengan perhitungan DOE agar memudahkan proses pembuatannya. Gambar III.2 menunjukkan aplikasi minitab.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	RunOrder	RunOrder	PlType	Blocks	Berat (%)	polyol	rpm
1	6	1	2	1	1	48	1000
2	16	2	0	1	3	48	1600
3	9	3	2	1	3	40	1000
4	8	4	2	1	6	48	2000
5	13	5	0	1	3	48	1600
6	1	6	2	1	1	40	1600
7	4	7	2	1	8	60	1600
8	3	8	2	1	1	60	1600
9	10	9	2	1	3	60	1000
10	7	10	2	1	1	48	2000
11	6	11	2	1	6	48	1000
12	12	12	2	1	3	60	2000
13	2	13	2	1	6	40	1600
14	14	14	0	1	3	48	1600
15	11	15	2	1	3	40	2000

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	RunOrder	RunOrder	PlType	Blocks	berat (%)	polyol	rpm	berat	nyarah
1	1	2	1	1	48	1000	100	100	1
2	15	3	1	1	48	1600	100	100	1
3	9	4	2	1	40	1000	100	100	1
4	8	5	2	1	48	2000	100	100	1
5	13	6	0	1	40	1600	100	100	1
6	1	7	2	1	30	1600	100	100	1
7	4	8	2	1	30	1600	100	100	1
8	3	9	2	1	30	1600	100	100	1
9	10	10	2	1	40	1000	100	100	1
10	7	11	2	1	48	2000	100	100	1
11	6	12	2	1	48	1000	100	100	1
12	12	13	2	1	40	2000	100	100	1
13	2	14	2	1	40	1600	100	100	1
14	14	15	0	1	30	1600	100	100	1
15	11	16	2	1	30	2000	100	100	1

(a). Aplikasi Minitab dengan metode DOE

(b) Aplikasi Excel untuk menghitung DOE

Gambar III.2 Aplikasi Minitab

(a).Aplikasi Minitab dengan metode DOE (b) Aplikasi excel untuk menghitung DOE

c. Pengujian *Compressive Strength* (Kekuatan Tekan)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tekan (*compressive strength*) terhadap PU Foam yang ditambah dengan serat yang berbeda-beda. Setelah sampel diukur tebal, lebar, dan panjangnya menggunakan jangka sorong, Dimana ukuran sampelnya yaitu tebal 1 inch, lebar dan panjangnya 2 inch. Kemudian dimasukkan ke alat *Universal Testing Machine* (UTM) dengan standar ASTM D1621 kapasitas 50 kN.

d. Pengujian Morfologi dengan Menggunakan *Microscope*

Pengujian Morfologi untuk melihat struktur bentuk pada sampel menggunakan alat mikroskop dengan perbesaran 100 kali. Dimana sampel yang setelah dipotong-potong akan melakukan pengujian morfologi dengan menggunakan alat mikroskop untuk melihat struktur bentuk sampel dan mengetahui nilai diameter pori-pori yang dimiliki pada tiap masing-masing *polyurethane foam* yang ditambah dengan serat yang berbeda-beda. Berikut langkah-langkah cara menggunakan mikroskop dalam pengujian morfologi sebagai berikut:

1. Tekan tombol yang ada dibelakang komputer
2. Setelah itu tekan tombol power yang ada didepan komputer untuk menyalakan komputer
3. Lalu klik Run dan klik turn on/off untuk mengatur cahaya background yang ada pada monitor
4. Masukkan sampel di mikroskop dan lalu atur putar perbesaran sebanyak 100 kali
5. Setelah klik pori-pori yang menurut keliatan pori-porinya dan munculah nilai variasi diameter pori-pori.
6. Setelah itu save gambar tersebut di *Document*

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian *compressive strength* (kekuatan tekan) menggunakan UTM untuk mengetahui perbandingan *compressive strength* (kekuatan tekan) diantara sampel PU/CK, PU/EG, PU/PKA dan PU/SA. Pengujian morfologi permukaan untuk melihat morfologi permukaan komposit yang dikaitkan dengan kekuatan tekan PU *foam* menggunakan *microscope* dari 4 jenis PU *foam* yang dibuat.

4.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan Menggunakan UTM

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai rata-rata *max force* (maksimum kekuatan) dan nilai rata-rata *max stress* (maksimum tegangan) dari 4 jenis serat dan PU tanpa adanya serat. Pengujian *compressive strength* akan menampilkan nilai *max force* dan nilai *max stress* dari tiap sampel maupun PU.

Pada pengujian ini setiap sampel dibuat menjadi 3 sampel uji untuk mengetahui homogenitas dari ketiga sampel. Terdapat rumus untuk mengetahui homogenitas dari komposit tersebut yaitu:

$$\text{Persentase Standar Deviasi} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\text{Rata - rata nilai}} \times 100$$

Apabila nilai persentase yang didapatkan melebihi 10%, maka 5 sampel PU *foam* yang dibuat dengan metode dan formula yang sama dapat dikatakan tidak homogen dan sebaliknya.

4.1.1 Hasil Pengujian *Polyurethane* (PU)

Pengujian ini dilakukan sebagai perbandingan untuk mengetahui pengaruh penambahan komposisi serat pada nilai kekuatan lentur dan modulus elastisitas lentur yang dimiliki komposit. Hasil pengujian kekuatan tekan resin PU merupakan nilai rata-rata dari 5 spesimen uji. Nilai kekuatan tekan PU dari rata-rata *max stress* sebesar 0,07015 N/mm² dan standar deviasi sebesar 0,00631.

Tabel IV.1 Hasil Pengujian *Polyurethane foam* (PU foam)

Sampel	Kosentrasi NaOH (%)	Perbandingan Polyol:Isocyanate	Max Stress (N/mm ²)	Standar Deviasi
1	10	50:50	0,07015	0,00631

Sumber : Alat Pengujian UTM di Sentra Teknologi Polimer

4.1.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU/CK, PU/EG, PU/PKA, PU/SA.

Pengujian komposit PU/EG, PU/CK, PU/PKA, dan PU/SA dilakukan pada 1 sampel pada masing-masing komposit . Nilai kekuatan tekan dari nilai rata-rata dari *max stress* PU/CK merupakan nilai rata-rata dari 3 sampel PU foam/CK yang diuji 5 buah yang dibuat pada masing-masing sampel. Data pengujian kekuatan tekan dapat dilihat di Lampiran A.

Tabel IV.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU/CK, PU/EG,PU/PKA,PU/SA

Formula	Komposisi Serat (%)	Perbandingan Polyol:Isocyanate	Kecepatan Rpm	Max Stress (N/mm ²)	Standar Deviasi
PU/CK Formula 7 (Tinggi)	5	40:60	1500	0,11906	0,00876
PU/CK Formula 6 (Rendah)	3	50:50	1000	0,04018	0,00366
PU/EG Formula 12 (Tinggi)	1	40:60	1500	0,13069	0,00953
PU/EG Fomula 5 (Rendah)	3	50:50	2000	0,05517	0,02268
PU/PKA Formula 15 (Tinggi)	1	50:50	1500	0,13380	0,00375
PU/PKA Formula 4 (Rendah)	5	50:50	2000	0,06113	0,01616
PU/SA Formula 10 (Tinggi)	1	45:55	2000	0,14311	0,00850
PU/SA Formula 5 (Rendah)	3	45:55	1500	0,06202	0,00352

Sumber : Alat Pengujian UTM di Sentra Teknologi Polimer

4.1.3 Persentase Standar Deviasi PU/CK, PU/EG, PU/PKA, PU/SA

Pada pengujian ini setiap sampel dibuat 3 buah komposit untuk mengetahui homogenitas dari ketiga komposit tersebut. Terdapat rumus untuk mengetahui homogenitas dari komposit tersebut yaitu pada persamaan 4.1

$$\text{Persentase Standar Deviasi} = \frac{\text{Standar Deviasi}}{\text{Rata - rata nilai}} \times 100$$

Apabila nilai persentase yang didapatkan melebihi 10%, maka 3 sampel yang dibuat dengan metode dan formulasi yang sama dapat dikatakan tidak homogen dan apabila di bawah 10% komposit dapat dikatakan homogen. Data perhitungan persentase standar deviasi dapat dilihat pada Lampiran B.

Tabel IV.3 Persentase Standar Deviasi PU/CK, PU/EG, PU/PKA, PU/SA

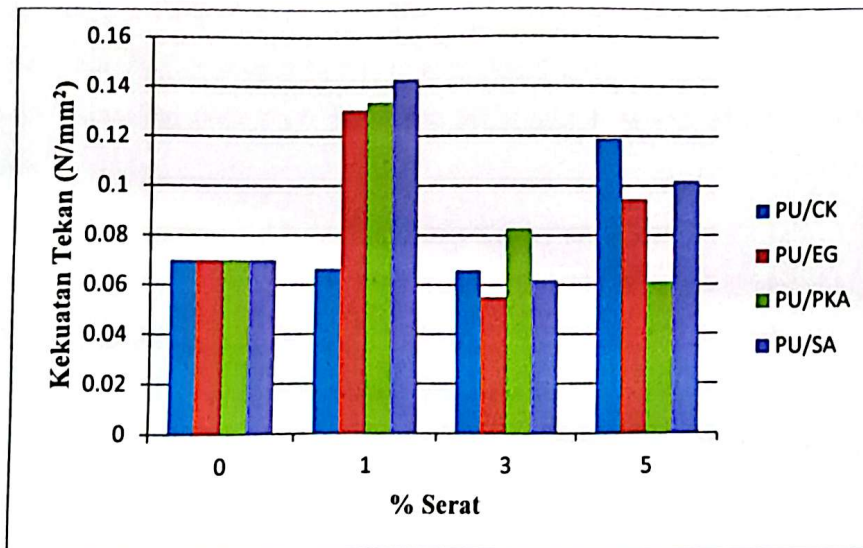
PU foam yang memakai serat	Persentase Standar Deviasi dari <i>max stress</i> (%)	Keterangan
PU/CK Formula 7 (Tinggi)	7,3	Homogen
PU/CK Formula 6 (Rendah)	9,1	Homogen
PU/EG Formula 12 (Tinggi)	7,2	Homogen
PU/EG Formula 5 (Rendah)	41	Tidak Homogen
PU/PKA Formula 15 (Tinggi)	2,8	Homogen
PU/PKA Formula 4 (Rendah)	26,4	Tidak Homogen
PU/SA Formula 10 (Tinggi)	5,9	Homogen
PU/SA Formula 5 (Rendah)	5,6	Homogen

Sumber : Alat Pengujian UTM di Sentra Teknologi Polimer

4.1.4 Pengaruh % Serat Terhadap Kekuatan Tekan

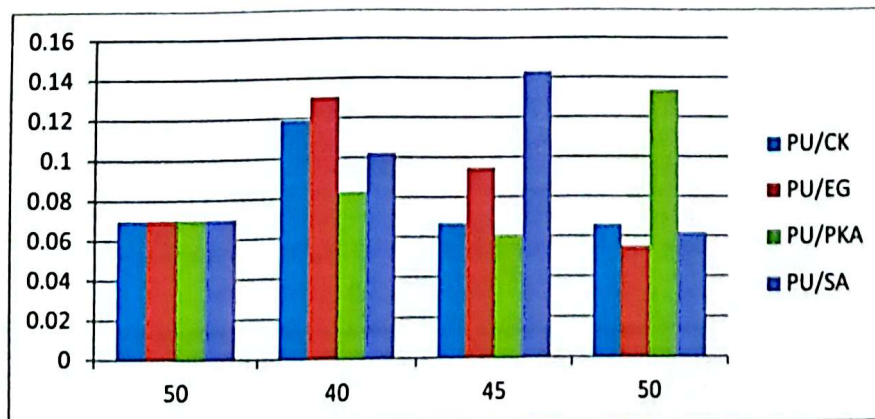
Dapat dilihat dari gambar IV.1 bahwa pada PU/CK yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada dikomposisi serat 5% sedangkan pada komposisi serat 1% dan 3% nilai kekuatan tekannya menurun. Pada PU/EG yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada dikomposisi serat 1% sedangkan 3% dan 5% nilai kekuatan tekannya naik dan turun. Pada PU/PKA nilai kekuatan tekannya tidak berbeda jauh dengan PU/EG yang sama-sama memiliki nilai kekuatan tekannya meningkat ada dikomposisi serat 1% sedangkan 3% dan 5% malah

makin menurun nilai kekuatan tekannya. Pada PU/SA memiliki nilai kekuatan tekan meningkat/tinggi ada dikomposisi serat 1% sedangkan dikomposisi serat 3% malah menurun dan dikomposisi serat 5% naik kembali nilai kekuatan tekannya.



Gambar IV.1 Pengaruh % Serat Terhadap Kekuatan Tekan

4.1.5 Pengaruh Variasi Perbandingan *Polyol* : *Isocyanate* Terhadap Kekuatan Tekan



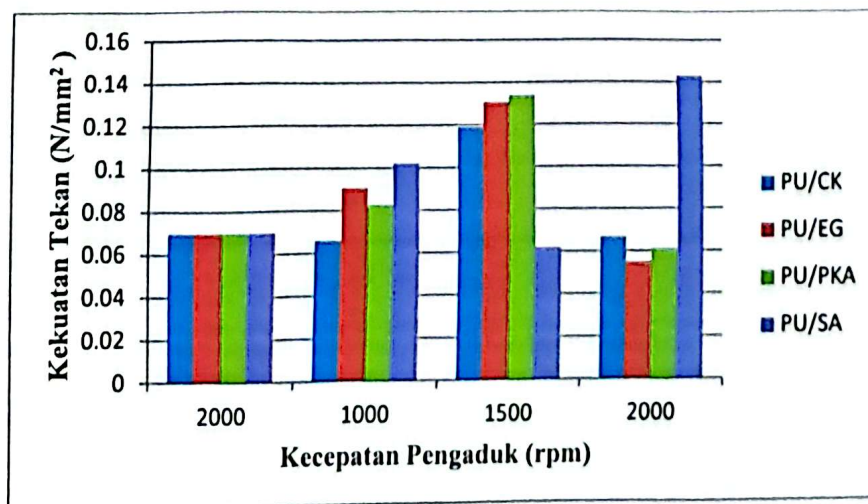
Gambar IV.2 Pengaruh Variasi Perbandingan *Polyol*:*Isocyanate* Terhadap Kekuatan Tekan

Dapat dilihat dari gambar IV.2 bahwa pada PU/CK yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada pada rasio *polyol:isocyanate* 40:60 sedangkan

45:55 dan 50:50 nilai kekuatan tekannya turun dan naik. Pada PU/EG yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada pada rasio *polyol:isocyanate* 40:60 sedangkan pada perbandingan 45:55 dan 50:50 nilai kekuatan tekannya naik dan turun. Pada PU/PKA yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada pada rasio 50:50 sedangkan pada 40:60 dan 45:55 nilai kekuatan tekannya naik dan turun. Pada PU/SA yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada pada rasio 45:55 sedangkan pada rasio 40:60 dan 50:50 nilai kekuatan tekannya naik dan turun.

4.1.6 Pengaruh Variasi Rpm Terhadap Kekuatan Tekan

Dapat dilihat dari gambar IV.3 bahwa pada PU/CK yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat/tinggi ada pada dikecepatan pengaduk 1500 rpm sedangkan pada 1000 rpm dan 2000 rpm nilai kekuatan tekannya turun dan naik sedikit. Pada PU/EG yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat/tinggi ada pada dikecepatan pengaduk 1500 rpm sedangkan pada kecepatan 1000 rpm dan 2000 rpm nilai kekuatan tekannya naik dan turun. Pada PU/PKA sama seperti PU/EG yang memiliki nilai kekuatan tekan meningkat ada pada dikecepatan 1500 rpm sedangkan pada kecepatan 1000 rpm dan 2000 rpm nilai kekuatan tekannya naik dan turun. Pada PU/SA yang memiliki nilai kekuatan tekan tinggi/meningkat ada dikecepatan 2000 rpm sedangkan pada kecepatan 1000 rpm dan 1500 rpm nilai kekuatan tekannya naik dan turun.



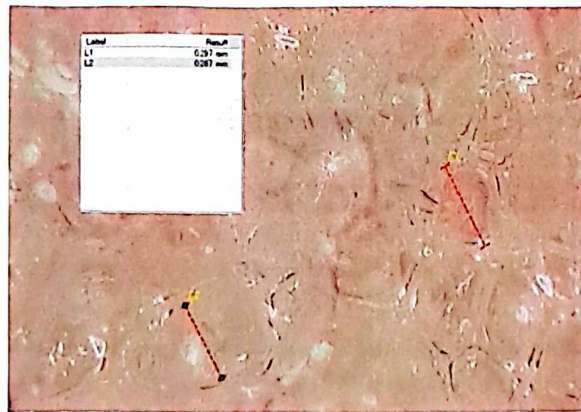
Gambar IV.3 Pengaruh Kecepatan Pengaduk Terhadap Kekuatan Tekan

4.1.7 Hasil Pengujian Morfologi Permukaan *foam* dengan Menggunakan *Microscope*

Pengujian ini dilakukan untuk melihat pori-pori terhadap PU *foam* yang ditambah serat menggunakan alat mikroskop dengan perbesaran 100 kali.

4.1.7.1 Hasil Pengujian pada PU *Foam* PU *Foam*

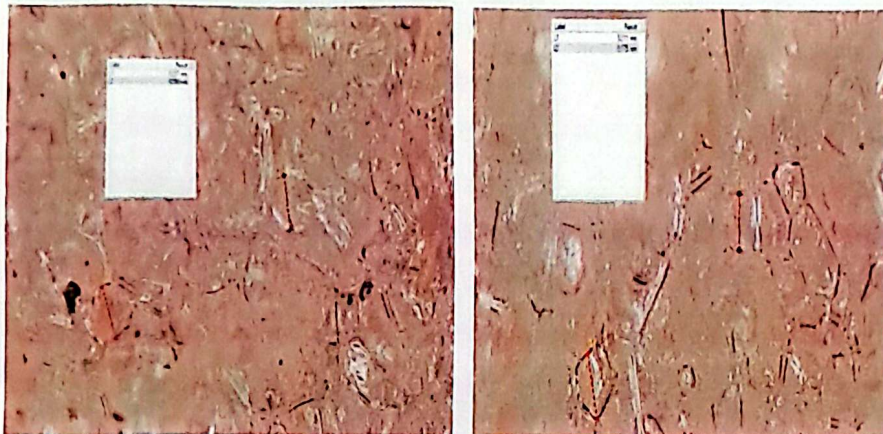
Dapat dilihat dari gambar IV.4 bahwa sampel PU memiliki diameter pori diameter pori rata-ratanya 0,282 mm.. Menurut Abdel Hakim dkk, 2011 menyatakan bahwa semakin besar diameter pori-porinya maka nilai kekuatan tekannya tinggi. Sedangkan semakin kecil diameter pori-porinya maka nilai kekuatan tekannya turun.



Gambar IV.4 Morfologi Permukaan Foam
Sumber: Alat Pengujian Mikroskop di Sentra Teknologi Polimer

4.1.7.2 Hasil Pengujian pada PU *Foam* (PU/CK)

Dapat dilihat dari gambar IV.5 bahwa sampel PU/CK formula 7 (tinggi) memiliki diameter pori diameter pori rata-ratanya 0,2285 mm. Pada PU/CK formula 6 (rendah) memiliki diameter pori diameter pori rata-ratanya 0,193 mm. Menurut Abdel Hakim dkk, 2011 menyatakan bahwa semakin besar diameter pori-porinya maka nilai kekuatan tekannya tinggi. Sedangkan semakin kecil diameter pori-porinya maka nilai kekuatan tekannya turun.



(a) PU/CK Formula 7 (Tinggi)

(b). (PU/CK) Formula 6 (Rendah)

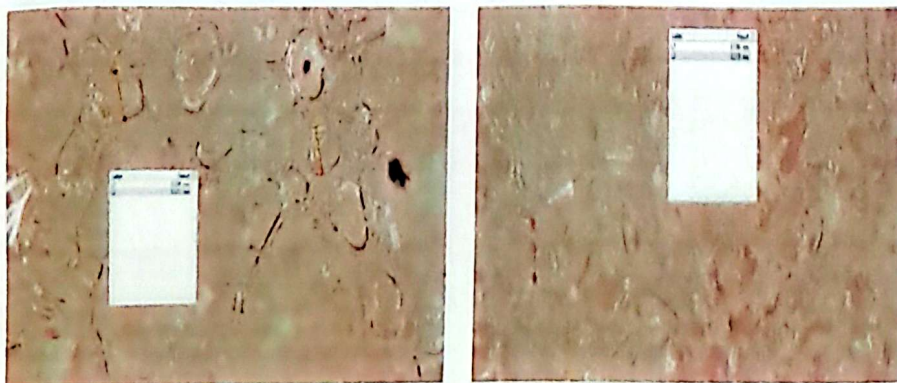
Gambar IV.5 Morfologi Permukaan Foam (PU/CK)

(a). PU/CK Formula 7 dan (b) PU/CK Formula 6

Sumber: Alat Pengujian Mikroskop di Sentra Teknologi Polimer

4.1.7.3 Hasil Pengujian pada PU Foam (PU/EG)

Dapat dilihat dari gambar IV.6 bahwa sampel PU/EG formula 12 (Tinggi) memiliki diameter pori diameter pori rata-ratanya 0,21 mm. Pada PU/EG formula 5 (Rendah) memiliki diameter pori diameter pori rata-ratanya 0,2025 mm. Menurut Abdel Hakim dkk, 2011 yang menyatakan bahwa nilai rata-rata diameter porinya besar maka nilai kekuatan tekannya meningkat sedangkan nilai rata-rata diameter porinya kecil maka nilai kekuatan tekannya menurun.



(a). PU/EG Formula 12 (Tinggi)

(b). PU/EG Formula 5 (Rendah)

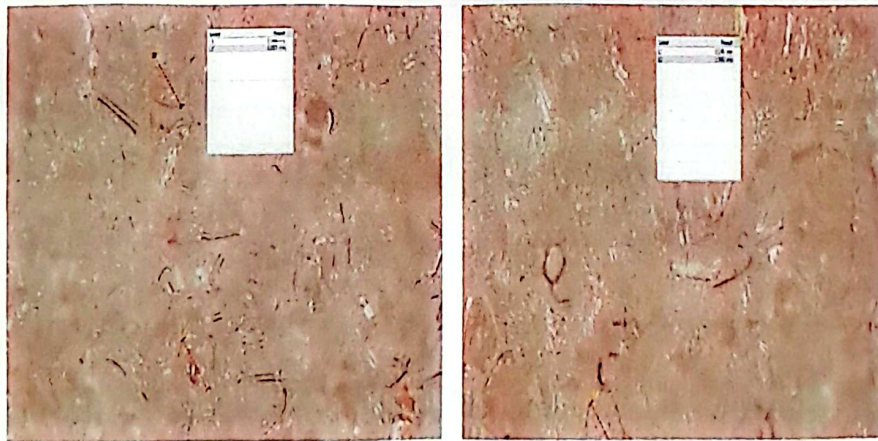
Gambar IV.6 Morfologi Permukaan foam (PU/EG)

(a) PU/EG Formula 12 dan (b) PU/EG Formula 5

Sumber :Alat Pengujian Mikroskop di Sentra Teknologi Polimer

4.1.7.4 Hasil Pengujian pada PU Foam (PU/PKA)

Dapat dilihat dari gambar IV.6 bahwa sampel PU/PKA formula 15 (Tinggi) memiliki diameter pori yang bervariasi dalam kisaran antara 0,284 mm dan 0,297 mm (diameter pori rata-ratanya 0,2905 mm). Pada PU/PKA formula 4 (Rendah) memiliki diameter pori yang bervariasi dalam kisaran antara 0,246 mm dan 0,193 mm (diameter pori rata-ratanya 0,2195 mm). Menurut Abdel Hakim dkk, 2011 yang menyatakan bahwa nilai rata-rata diameter porinya besar maka nilai kekuatan tekannya meningkat sedangkan nilai rata-rata diameter porinya kecil maka nilai kekuatan tekannya menurun.



(a). PU/PKA Formula 15 (Tinggi)

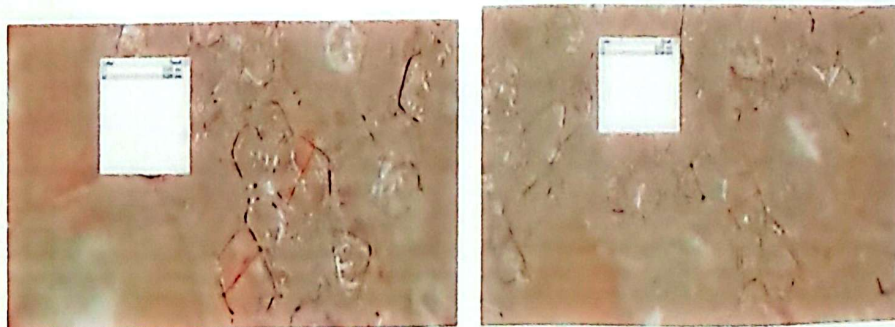
(b). PU/PKA Formula 4 (Rendah)

Gambar IV.6 Morfologi Permukaan Foam

(a) PU/PKA Formula 15 dan (b) PU/PKA Formula 4

Sumber: Alat Pengujian Mikroskop di Sentra Teknologi

4.1.7.5 Hasil Pengujian pada PU Foam (PU/SA)



(a). PU/SA Formula 10 (Tinggi)

(b) PU/SA Formula 5 (Rendah)

Gambar IV.7 Morfologi Permukaan foam (PU/SA)

(a) PU/SA Formula 10 dan (b) PU/SA Formula 5

Sumber :Alat Pengujian Mikroskop di Sentra Teknologi Polimer

Dapat dilihat dari gambar IV.7 bahwa sampel PU/SA formula 10 (Tinggi) memiliki diameter pori yang bervariasi dalam kisaran antara 0,333 mm dan 0,336 mm (diameter pori rata-ratanya 0,3345 mm). Pada PU/SA Formula 5 (Rendah) memiliki diameter pori yang bervariasi dalam kisaran antara 0,247 mm dan 0,208 mm (diameter pori rata-ratanya 0,2275 mm). Menurut Abdel Hakim dkk, 2011 yang menyatakan bahwa nilai rata-rata diameter porinya besar maka nilai kekuatan tekannya meningkat sedangkan nilai rata-rata diameter porinya kecil maka nilai kekuatan tekannya menurun. Hasil pengujian diameter pori ke empat jenis serat yang berbeda terlihat pada Tabel IV.4

Tabel IV.4 Diameter Pori-pori *Polyurethane Foam* dan PU Serat

Serat	Diameter pori-pori	Rata-rata diameter pori-pori
PU foam	<ul style="list-style-type: none"> • 0,297 mm (Tinggi) • 0,267 mm (Tinggi) 	0.282 mm
PU/CK	<ul style="list-style-type: none"> • 0,227 mm(Tinggi) • 0,230 mm(Tinggi) • 0,211 mm (Rendah) • 0,175 mm (Rendah) 	0,2285 mm (Formula 7) 0,193 mm (Formula 6)
PU/EG	<ul style="list-style-type: none"> • 0,209 mm (Tinggi) • 0,211 mm (Tinggi) • 0,189 mm (Rendah) • 0,216 mm (Rendah) 	0,21 mm (Formula 12) 0,2025 mm (Formula 5)
PU/PKA	<ul style="list-style-type: none"> • 0,284 mm (Tinggi) • 0,297 mm (Tinggi) • 0,246 mm (Rendah) • 0.193 mm (Rendah) 	0,2905 mm (Formula 15) 0,2195 mm (Formula 4)
PU/SA	<ul style="list-style-type: none"> • 0,333 mm (Tinggi) • 0,336 mm (Tinggi) • 0,247 mm (Rendah) • 0,208 mm (Rendah) 	0,3345 mm (Formula 10) 0,2275 mm (Formula 5)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil data pengujian yang dilakukan, kesimpulan dari Laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Kekuatan tekan dari nilai rata-rata *max stress* dapat dipengaruhi oleh komposisi serat, perbandingan *polyol:isocyanate* dan kecepatan pengaduk. Nilai kekuatan tekan dari nilai rata-rata *max stress* yang tertinggi dimiliki oleh PU/SA yang komposisi seratnya 1% dengan perbandingan *polyol:isocyanate* 45:55 dengan kecepatan 2000 rpm sebesar sebesar 0,14311 N/mm² dan juga memiliki persentase standar deviasinya kurang dari 10% berarti homogen. Sedangkan dengan PU/CK, PU/EG, PU/PKA yang nilai kekuatan tekannya menurun.
2. Pada pengujian morfologi permukaan PU *foam* dengan PU/CK, PU/EG, PU/PKA, PU/SA. Nilai rata-rata diameter pori-pori yang besar dimiliki oleh PU/SA yaitu sebesar 0,3345 mm. Menurut Abdel Hakim dkk, 2011 yang menyatakan bahwa nilai rata-rata diameter porinya besar maka nilai kekuatan tekannya meningkat sedangkan nilai rata-rata diameter porinya kecil maka nilai kekuatan tekannya menurun.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa disarankan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian densitas untuk mengetahui densitas pada tiap serat yang berbeda-beda.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh waktu perendaman EG, CK, PKA, dan SA terhadap sifat kekuatan tekan.
3. Perlu diperhatikan teknis pada saat proses pembuatannya dengan teliti dan lebih hati-hati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abral, Hairul., Putra, Hendri., Sapuan, S.M., & Ishak, M.R. "Effect of Alkalization on Mechanical Properties of Water Hyacinth Fibers – Unsaturated Polyester Polymer Composites." *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 52:5. 446-451. 2013.
- Ali, R., "Polyol/Propylene Gilcol GPP". Jakarta. 2014
- Al-Oqla, Faris M., & Sapuan, S.M. "Natural Fiber Reinforced Polymer Composites in Industrial Applications: Feasibility of Date Palm Fibers for Sustainable Automotive Industry." *Journal of Cleaner Production* 66. 373-354. 2013.
- Budi, T.S., Supriyadi, E., Zulziar, M., "Analisis Konfigurasi Proses Produksi *Stick Coverture* Menggunakan Metode Design of Experiment (DOE)". *JITMI vol.1 ISSN : 2620-5793.Pamulang*. 2018
- Oksman, K.; Mathew, A. P.; Bondeson, D.; Kvien, I. "Manufacturing process of cellulose whiskers/polylactic". *Composites Science and Technology*, 66, 2776–2784. 2006.
- Faruk, Omar., bledzki, A.K., Fink, Hans-Peter., Sain, Mohini., "Biocomposites Reinforced with Natural Fibers: 2000-2010", Elsevier Progress in Polymer Science, Canada, 2012
- Ferreira, Diana P., Cruz, Juliana., Fanguero, R. "Surface Modification of Natural Fibers in Polymer Composites." *Green Composites for Automotive Applications*. Woodhead Publishing Series. Guimarães. 2018.
- Fiore, V., Bella G. Di., Valenza A. "The Effect on Mechanical Properties of Kenaf Fibers and Their Epoxy Composites." *Composites: Part B* 68. 14-21. 2015.
- Kalia, S., Kaith, B.S., Kaur, I. "Pretreatments of Natural Fibers and Their Application as Reinforcing Material in Polymer Composites-A Review." *Polymer Engineering and Science*. Wiley InterScience. 2009

- Latinwo, G.K., Abrike, D.S., Alfred, A.S., Semiu, A.K., "Effects of Different Filler Treatments on the Morphology and Mechanical Properties of Flexible Polyurethane Foam Composites". Nature and Science. 2010.
- Muhammad N, Sarwono A, Bustam M A, Kumar M V and Rafiq S 2011 *Journal Polymer Environment* 19726-731
- Oksman, K.; Mathew, A. P.; Bondeson, D.; Kvien, I. 2006. Manufacturing process of cellulose whiskers/polylactic. *Composites Science and Technology*, 66, 2776–2784.
- Ouarhim, W., Zari, N., Bouchfid R., & Qaiss, A. el kacem. "Mechanical Performance of Natural Fiber-based Thermosetting Composites." Elsevier Ltd. Maroko. 2019.
- Rachmadani, P.M., Moh Farid., Haiffudin N., "Pengaruh Alkalisasi Terhadap Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara". Departemen teknik material dan metalurgi, 2017.
- Punyamurthy, R., Sampathkumar, D., Bennehalli, B., patel, R., & Venkateshappa, S.C. "Abaca Fiber Reinforced Epoxy Composites: Evaluation of Impact Strength." Vol 18. No. 2. PP 305-307. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. India. 2014.
- Prasetyo, K.W., Henny, C., "Pengembangan Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*) Sebagai Bahan Baku Papan Komposit Hasil Reklamasi Lingkungan di Lahan Bekas Penambangan Timah Pulau Bangka, Propinsi Bangka Belitung." UPT Balai Litbang Biomaterial. 2012.
- Radhista, M. "Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Antibakteri Berbasis Carboxymethyl Cellulose dari Eceng Gondok dengan Penambahan Daun Sirsak. Seminar Proposal. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. 2019.
- Rahmawati., Istiqomah,T., Wardana.,I Wayan Lingga. "Pembuatan Polyurethane foam dengan menggunakan castor oil". *Jurnal Ilmiah Mahasiswi Fakultas Teknologi*. 2010.

- Ramirez, Flores N., Hernandez, Y.S., de Leon, J.C., Garcia, S.R.V., Lvova, L.D., & Gonzales L.G. "Composites from Water Hyacinth (*Eichhornea crassipe*) and Polyurethane." Vol. 16. No. 1. Mexico. 2015.
- Rosa M.F, E.S. Medeiros, S.H. Imam. 2010. "Cellulose from coconut husk fibers": Effect of preparation conditions on their thermal and morphological behavior, 0144-8617/\$ - see front matter Published by Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.carbpol.2010.01.059
- Salehudin,M.H., Eraricar Saleh, Ida Idayu Muhammad, Siti Nur Hana Mamat. Cellulosa Isolation and Its Fabrication Into Bio-Polymer : a Review. Journal of Agricultural and Food Engineering. 2012.
- Sapuan, S.M. "Composite Materials: Concurrent Engineering Approach." Butterworth-Heinemann. Oxford. 2017.
- Shimpi, N.G. "Biodegradable and Biocompatible Polymer Composites: Procressing, Properties, and Applications." Woodhead Publishing. Duxford. 2018.
- Vijayalakshmi, K., Neeraja, Ch.Y.K., Kavitha A., Hayavadana, J. "Abaca Fibre." Transactions on Engineering Sciences. Vol. 2. Telengana. 2014.
- W. J. Seo, H. C. Jung, J. C. Hyun, W. N. Kim, Y.-B. Lee, K. H. Choe, S.-B. Kim., "Mechanical, Morpholgical and Thermal Properties of Rigid Polyurethane foams Blown by Distilled Water".Korea. 2002.

LAMPIRAN A
DATA SAMPEL STUDI AWAL DAN DATA PENGUJIAN
KEKUATAN TEKAN

A.1 Data Parameter Variabel Bebas Penelitian sebagai Studi Awal pada PU/CK

Formula	% serat	Variasi <i>poliol:isocyanate</i>	Kecepatan (Rpm)	<i>Poliol</i> (gram)	<i>Isocyanate</i> (gram)	Serat (gram)	Kekuatan Tekan
1	5	45:55	2000	85,5	104,5	10	0,04453
2	5	50:50	1500	95	95	10	0,04602
3	3	40:60	1000	77,6	116,4	6	0,08813
4	5	45:55	1000	85,5	104,5	10	0,05858
5	3	45:55	1500	87,3	106,7	6	0,06273
6	3	50:50	1000	97	97	6	0,04018
7	5	40:60	1500	76	114	10	0,11906
8	1	40:60	1500	79,2	118,8	2	0,05925
9	3	50:50	2000	97	97	6	0,07210
10	1	50:50	1500	99	99	2	0,06269
11	3	40:60	2000	77,6	116,4	6	0,07309
12	1	45:55	1000	89,1	108,9	2	0,05996
13	3	45:55	1500	87,3	106,7	6	0,06835
14	1	45:55	2000	89,1	108,9	2	0,08477
15	3	45:55	1500	87,3	106,7	6	0,06608

A.2 Data Parameter Variabel Bebas Penelitian sebagai Studi Awal pada PU/EG

Formula	% serat	Variasi <i>poliol:isocyanate</i>	Kecepatan (Rpm)	<i>Poliol</i> (gram)	<i>Isocyanate</i> (gram)	Serat (gram)	Kekuatan Tekan
1	3	40:60	2000	77.6	116.4	6	0,09797
2	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,09671
3	3	50:50	1000	97	97	6	0,07309
4	1	50:50	1500	99	99	2	0,05858
5	3	50:50	2000	97	97	6	0,05517
6	1	45:55	2000	89.1	108.9	2	0,08813
7	1	45:55	1000	89.1	108.9	2	0,10617
8	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,07180
9	5	40:60	1500	76	114	10	0,09397
10	5	45:55	2000	85.5	104.5	10	0,06269
11	3	40:60	1000	77.6	116.4	6	0,10758
12	1	40:60	1500	79.2	118.8	2	0,13069
13	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,08337
14	5	45:55	1000	85.5	104.5	10	0,09903
15	5	50:50	1500	95	95	10	0,09299

A.3 Data Parameter Variabel Bebas Penelitian sebagai Studi Awal pada PU/PKA

Formu la	% serat	Variasi <i>poliol:isocyanate</i>	Kecepatan (Rpm)	<i>Poliol</i> (gram)	<i>Isocyanate</i> (gram)	Serat (gram)	Kekuatan Tekan
1	1	40:60	2000	89.1	108.9	2	0,10882
2	3	45:55	2000	97	97	6	0,09849
3	3	50:50	1000	77.6	116.4	6	0,09109
4	5	50:50	2000	85.5	104.5	10	0,06113
5	5	50:50	1500	76	114	10	0,08719
6	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,07618
7	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,06662
8	1	45:55	1500	99	99	2	0,07180
9	3	40:60	2000	77.6	116.4	6	0,06319
10	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,10944
11	1	40:60	1000	89.1	108.9	2	0,10758
12	5	40:60	1500	95	95	10	0,09970
13	5	45:55	1000	85.5	104.5	10	0,08337
14	3	45:55	1000	97	97	6	0,09408
15	1	50:50	1500	79.2	118.8	2	0,13380

A.4 Data Parameter Variabel Bebas Penelitian sebagai Studi Awal pada PU/SA

Formu la	% serat	Variasi <i>poliol:isocyanate</i>	Kecepatan (Rpm)	<i>Poliol</i> (gram)	<i>Isocyanate</i> (gram)	Serat (gram)	Kekuatan Tekan
1	1	45:55	1000	89.1	108.9	2	0,09761
2	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,09560
3	3	40:60	1000	77.6	116.4	6	0,11433
4	5	45:55	2000	85.5	104.5	10	0,06855
5	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,06202
6	1	40:60	1500	79.2	118.8	2	0,06753
7	5	50:50	1500	95	95	10	0,09270
8	1	50:50	1500	99	99	2	0,09903
9	3	50:50	1000	97	97	6	0,09797
10	1	45:55	2000	89.1	108.9	2	0,14311
11	5	45:55	1000	85.5	104.5	10	0,12447
12	3	50:50	2000	97	97	6	0,14231
13	5	40:60	1500	76	114	10	0,12272
14	3	45:55	1500	87.3	106.7	6	0,13480
15	3	40:60	2000	77.6	116.4	6	0,09299

A.5 Pengujian Kekuatan Tekan *Polyurethane* (PU)

Pada pengujian kekuatan tekan, setiap formula membuat 3 buah PU *foam* dan masing-masing dipotong sebanyak-banyaknya dengan ukuran $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2,5\text{cm}$ tetapi yang diuji hanya 5 sampel.

Tabel A.5 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU *foam*

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU 1.1	49,3600	52,5600	24,3600	190,504	0,07343
PU 1.2	48,5900	48,9200	23,3400	183,773	0,07731
PU 1.3	47,4900	51,3000	24,5000	168,562	0,06919
PU 2.1	49,4200	49,6700	25,5600	147,549	0,06011
PU 2.2	49,4500	50,3300	25,8600	185,760	0,07464
PU 2.3	52,4500	55,3200	26,8800	192,189	0,06624
Rata-rata	49,4600	51,3500	25,0833	178,056	0,07015
Standar Deviasi	1,64861	2,32358	1,26183	17,1321	0,00631

A.6 Pengujian Kekuatan Tekan PU/CK

Pada pengujian kekuatan tekan, setiap formula membuat 3 buah PU *foam* dan masing-masing dipotong sebanyak-banyaknya dengan ukuran $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2,5\text{cm}$ tetapi yang diuji hanya 5 sampel.

A.6.1 Hasil Pengujian Formula 1

Tabel A.6.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU *foam* – CK Formula 1

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 1.1	55,1100	54,4600	26,2600	121,331	0,04043
PU doe 1.2	52,5200	51,3600	24,3000	118,359	0,04388
PU doe 1.3	54,3700	54,0500	21,9000	114,226	0,03887
PU doe 1.4	56,8400	54,8500	24,8300	158,453	0,05082
PU doe 1.5	53,9700	55,7600	24,9600	146,381	0,04864
Rata-rata	54,5620	54,0960	24,4500	131,750	0,04453
Standar Deviasi	1,58483	1,65512	1,01224	19,5069	0,00514

A.6.2 Hasil Pengujian Formula 2

Tabel A.6.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 2

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 2.1	50,4300	52,1900	26,3400	119,225	0,04530
PU doe 2.2	50,1600	52,2300	25,6700	111,254	0,04247
PU doe 2.3	51,4700	52,9900	25,5400	128,150	0,04699
PU doe 2.4	50,5700	50,9500	23,1800	114,195	0,04432
PU doe 2.5	51,6700	53,8200	25,7800	141,843	0,05101
Rata-rata	50,8600	52,4360	25,3020	122,933	0,04602
Standar Deviasi	0,66843	1,06460	1,22484	12,3623	0,00323

A.6.3 Hasil Pengujian Formula 3

Tabel A.6.3 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 3

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 3.1	54,0800	55,1200	24,6400	275,262	0,09234
PU doe 3.2	49,9100	52,9700	24,7300	223,017	0,08436
PU doe 3.3	51,7900	57,0100	26,8100	259,638	0,08794
PU doe 3.4	54,2700	52,7900	25,4400	252,676	0,08820
PU doe 3.5	55,2900	56,2100	25,5500	272,973	0,08783
Rata-rata	53,0680	54,8200	25,4340	256,713	0,08813
Standar Deviasi	2,18017	1,89483	0,87076	21,0281	0,00283

A.6.4 Hasil Pengujian Formula 4

Tabel A.6.4 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 4

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 4.1	51,3100	52,9200	21,5670	164,930	0,06074
PU doe 4.2	49,7800	53,1200	23,7000	148,869	0,05630
PU doe 4.3	48,7000	51,7000	22,8000	147,303	0,05850
PU doe 4.4	51,4400	53,6100	23,3100	159,788	0,05794
PU doe 4.5	52,6800	52,0200	23,3000	162,864	0,05943
Rata-rata	50,7820	52,6740	22,9354	156,751	0,05858
Standar Deviasi	1,55345	0,79245	0,82896	8,13755	0,00166

A.6.5 Hasil Pengujian Formula 5

Tabel A.6.5 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 5

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 5.1	53,4500	54,3200	26,0400	180,690	0,06223
PU doe 5.2	49,8300	51,5500	26,1800	176,017	0,06852
PU doe 5.3	51,4800	54,0800	25,4300	182,780	0,06565
PU doe 5.4	54,3800	58,4100	26,7200	185,148	0,05829
PU doe 5.5	50,3400	54,3700	25,5500	161,425	0,05898
Rata-rata	51,8960	54,5460	25,9840	177,212	0,06273
Standar Deviasi	1,96518	2,45997	0,51926	9,44373	0,00436

A.6.6 Hasil Pengujian Formula 6 (Rendah)

Tabel A.6.6 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 6

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 6.1	50,8000	51,5800	27,0900	106,883	0,04079
PU doe 6.2	54,2100	55,4400	27,1700	107,296	0,03570
PU doe 6.3	54,2000	53,8900	25,9300	133,435	0,04568
PU doe 6.4	51,1500	54,4100	24,3200	111,993	0,04024
PU doe 6.5	50,4900	50,6800	25,0900	98,5305	0,03851
Rata-rata	52,1700	53,2000	25,9200	111,628	0,04018
Standar Deviasi	1,87231	1,99578	1,24302	13,1197	0,00366

A.6.7 Hasil Pengujian Formula 7 (Tinggi)

Tabel A.6.7 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 7

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 7.1	53,3700	53,6300	25,0700	366,894	0,12818
PU doe 7.2	52,4300	54,8900	27,9300	340,120	0,11818
PU doe 7.3	53,8500	52,7200	26,3900	297,380	0,10475
PU doe 7.4	52,7700	53,9400	26,4800	347,249	0,12200
PU doe 7.5	52,1400	54,3700	26,4900	346,390	0,12219
Rata-rata	52,9120	53,9100	26,4720	339,607	0,11906
Standar Deviasi	0,69607	0,81661	1,01224	25,6533	0,00876

A.6.8 Hasil Pengujian Formula 8

Tabel A.6.8 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 8

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 8.1	52,4900	52,6400	25,8200	142,622	0,05162
PU doe 8.2	50,4900	51,3500	25,1900	167,426	0,06458
PU doe 8.3	50,3200	52,2200	25,4800	150,689	0,05735
PU doe 8.4	53,1000	53,5200	27,7000	173,235	0,06096
PU doe 8.5	51,5500	52,3200	24,3600	166,543	0,06175
Rata-rata	51,5900	52,4100	25,7100	160,103	0,05925
Standar Deviasi	1,21600	0,78307	1,23673	12,8623	0,00499

A.6.9 Hasil Pengujian Formula 9

Tabel A.6.9 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 9

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 9.1	52,4400	55,2900	23,6100	203,482	0,07018
PU doe 9.2	52,8000	53,7000	24,1300	199,119	0,07023
PU doe 9.3	49,4700	52,3400	26,9700	200,113	0,07729
PU doe 9.4	53,7800	54,4000	26,4200	208,807	0,07137
PU doe 9.5	52,7800	53,1700	23,6200	200,470	0,07144
Rata-rata	52,2540	53,7800	24,9500	202,398	0,07210
Standar Deviasi	1,63468	1,13100	1,61850	3,93512	0,00296

A.6.10 Hasil Pengujian Formula 10

Tabel A.6.10 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 10

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 10.1	50,3500	51,0300	28,3200	142,535	0,05547
PU doe 10.2	53,1100	55,2000	25,3200	203,180	0,06931
PU doe 10.3	48,9100	52,5400	23,3200	153,494	0,05973
PU doe 10.4	48,7400	50,5300	27,0800	143,409	0,05823
PU doe 10.5	49,6200	55,3200	25,5500	194,089	0,07071
Rata-rata	50,1460	52,9240	25,9180	167,341	0,06269
Standar Deviasi	1,77540	2,25760	1,89489	29,0676	0,00687

A.6.11 Hasil Pengujian Formula 11

Tabel A.6.11 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 11

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 11.1	53,1100	55,1100	26,1000	204,269	0,06979
PU doe 11.2	51,5700	52,3400	28,8600	185,728	0,06881
PU doe 11.3	48,8400	52,7300	24,4600	202,465	0,07862
PU doe 11.4	51,7200	52,9100	27,9400	192,205	0,07024
PU doe 11.5	52,2600	53,3200	25,4000	217,382	0,07801
Rata-rata	51,5000	53,2820	26,5520	200,410	0,07309
Standar Deviasi	1,60457	1,08091	1,81393	12,1454	0,00480

A.6.12 Hasil Pengujian Formula 12

Tabel A.6.12 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 12

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 12.1	48,5600	50,5400	25,6000	158,374	0,06453
PU doe 12.2	47,5900	50,1700	23,6200	143,170	0,05996
PU doe 12.3	49,9900	50,5200	23,1400	144,815	0,05734
PU doe 12.4	49,7700	49,9000	24,7200	141,303	0,05690
PU doe 12.5	50,4900	50,9100	23,2900	157,015	0,06108
Rata-rata	49,2800	50,4080	24,0740	148,935	0,05996
Standar Deviasi	1,18140	0,38623	1,05346	8,10614	0,00310

A.6.13 Hasil Pengujian Formula 13

Tabel A.6.13 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 13

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 13.1	50,8800	52,0400	25,8500	161,696	0,06107
PU doe 13.2	51,2400	53,2300	25,9200	157,285	0,05767
PU doe 13.3	52,6200	52,8200	25,7000	205,135	0,07381
PU doe 13.4	49,7000	51,6900	24,0500	195,527	0,07611
PU doe 13.5	49,1200	51,9500	27,7400	186,475	0,07308
Rata-rata	50,7120	52,3460	25,8520	181,224	0,06835
Standar Deviasi	1,36986	0,64941	1,30762	20,9661	0,00836

A.6.14 Hasil Pengujian Formula 14

Tabel A.6.14 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 14

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 14.1	51,2300	52,3800	24,4100	208,839	0,07783
PU doe 14.2	53,5700	54,8600	26,8100	271,400	0,09235
PU doe 14.3	49,7400	51,8000	23,9600	227,849	0,08843
PU doe 14.4	50,6100	52,3500	27,9500	220,402	0,08319
PU doe 14.5	51,8600	52,2000	28,3100	222,135	0,08206
Rata-rata	51,4020	52,7180	26,2880	230,125	0,08477
Standar Deviasi	1,44301	1,21952	2,00435	24,0846	0,00568

A.6.15 Hasil Pengujian Formula 15

Tabel A.6.15 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 15

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 15.1	50,4900	51,7000	25,3900	149,075	0,05711
PU doe 15.2	50,4900	51,4300	25,4300	142,590	0,05491
PU doe 15.3	53,6500	54,5300	28,4400	207,965	0,07109
PU doe 15.4	51,8600	53,5600	26,2800	204,667	0,07396
PU doe 15.5	52,8000	49,7500	24,9200	192,571	0,07331
Rata-rata	51,8580	52,1540	26,0920	179,374	0,06608
Standar Deviasi	1,40013	1,84454	1,40117	31,2347	0,00928

A.7 Pengujian Kekuatan Tekan PU/EG.

Pada pengujian kekuatan tekan, setiap formula membuat 3 buah PU foam dan masing-masing dipotong sebanyak-banyaknya dengan ukuran 5cm x 5cm x 2,5cm tetapi yang diuji hanya 5 sampel.

A.7.1 Hasil Pengujian Formula 1

Tabel A.7.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 1

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 1.1	53,4400	49,6000	23,6800	288,097	0,10246
PU doe 1.2	52,2200	49,0200	23,1100	179,672	0,07396
PU doe 1.3	50,6000	51,1600	23,6100	256,300	0,10928
PU doe 1.4	50,1900	50,4000	24,5800	278,695	0,10633
PU doe 1.5	52,9600	48,4000	23,6800	265,376	0,09784
Rata-rata	51,8820	49,7160	23,7960	253,628	0,09797
Standar Deviasi	1,43266	1,09347	0,54197	43,1020	0,01409

A.7.2 Hasil Pengujian Formula 2

Tabel A.7.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 2

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 2.1	53,3000	51,5200	25,5400	310,183	0,07895
PU doe 2.2	50,4500	50,6900	27,6000	327,794	0,09678
PU doe 2.3	52,6000	53,4500	26,7600	238,180	0,11097
PU doe 2.4	50,2700	51,2500	25,5000	230,742	0,10453
PU doe 2.5	53,4300	52,3400	27,4100	165,923	0,09234
Rata-rata	52,0100	51,8500	26,5620	254,564	0,09671
Standar Deviasi	1,54027	1,07408	1,00100	65,4776	0,01314

A.7.3 Hasil Pengujian Formula 3

Tabel A.7.3 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 3

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 3.1	55,1100	53,1100	26,1000	204,269	0,06979
PU doe 3.2	52,3400	51,5700	28,8600	185,728	0,06881
PU doe 3.3	52,2600	53,3200	24,4600	202,465	0,07862
PU doe 3.4	51,7200	52,9100	27,9400	192,205	0,07024
PU doe 3.5	48,8400	52,7300	25,4000	217,382	0,07801
Rata-rata	52,0540	52,7280	26,5520	200,410	0,07309
Standar Deviasi	2,23073	1,68382	1,81393	12,1454	0,00480

A.7.4 Hasil Pengujian Formula 4

Tabel A.7.4 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 4

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 4.1	51,4400	53,6100	23,3100	159,788	0,05794
PU doe 4.2	52,6800	52,0200	22,8000	148,869	0,05850
PU doe 4.3	48,7000	51,7000	23,3100	147,303	0,05943
PU doe 4.4	51,3100	52,9200	21,5670	164,930	0,05630
PU doe 4.5	49,7800	53,1200	23,3000	162,864	0,06074
Rata-rata	50,7820	52,6740	22,9354	156,751	0,05858
Standar Deviasi	1,55345	0,79245	0,82896	8,13755	0,00166

A.7.5 Hasil Pengujian Formula 5 (Rendah)

Tabel A.7.5 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 5

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 5.1	53,6000	48,2900	25,8100	151,602	0,05857
PU doe 5.2	51,5300	49,3800	27,7600	104,054	0,04089
PU doe 5.3	55,9000	50,6000	24,4600	182,033	0,06436
PU doe 5.4	52,1100	49,8300	29,5300	245,508	0,09455
PU doe 5.5	52,6200	48,7200	26,5400	99,2219	0,03870
Rata-rata	52,2067	49,0783	25,9933	143,209	0,05517
Standar Deviasi	2,77710	1,07345	2,66072	63,1132	0,02268

A.7.6 Hasil Pengujian Formula 6

Tabel A.7.6 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 6

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 6.1	52,7600	51,9200	25,3500	275,262	0,08436
PU doe 6.2	50,4500	49,8300	27,6400	199,767	0,08794
PU doe 6.3	53,3400	52,5400	25,5600	182,336	0,08820
PU doe 6.4	52,1100	51,2500	26,5400	254,805	0,08783
PU doe 6.5	51,6500	50,2700	25,6800	221,139	0,09234
Rata-rata	52,0627	51,1620	26,1540	261,540	0,08813
Standar Deviasi	2,32255	1,12373	0,94619	23,6502	0,00283

A.7.7 Hasil Pengujian Formula 7

Tabel A.7.7 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 7

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 7.1	52,6700	51,9800	25,6500	366,894	0,11390
PU doe 7.2	51,4500	52,5600	27,3900	327,794	0,11818
PU doe 7.3	53,8900	51,7800	26,9400	297,380	0,11784
PU doe 7.4	51,7700	50,5600	26,7400	238,180	0,08553
PU doe 7.5	52,4200	50,8900	25,5400	346,390	0,09543
Rata-rata	52,4400	51,5540	26,4520	315,328	0,10617
Standar Deviasi	0,94667	0,81754	0,81790	25,6325	0,00876

A.7.8 Hasil Pengujian Formula 8

Tabel A.7.8 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 8

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 8.1	54.5600	53.4300	25.1500	190.710	0.07334
PU doe 8.2	52.9400	52.6600	25.2900	186.128	0.07963
PU doe 8.3	52.5900	51.1900	26.5400	193.891	0.06676
PU doe 8.4	55.4900	54.5200	27.8300	196.259	0.06930
PU doe 8.5	53.4500	54.4800	25.6600	187.536	0.06998
Rata-rata	53.8060	53.2560	26.09400	190.9048	0.07180
Standar Deviasi	1.19997	1.39192	1.11114	4.23643	0.00497

A.7.9 Hasil Pengujian Formula 9

Tabel A.7.9 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 9

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 9.1	50,6000	50,4000	24,0000	278,695	0,10928
PU doe 9.2	53,4400	49,0200	23,1100	256,300	0,09784
PU doe 9.3	52,9600	51,1600	23,6100	288,097	0,10633
PU doe 9.4	50,1900	48,4000	23,6800	179,672	0,07396
PU doe 9.5	52,2200	49,6000	24,5800	265,376	0,10246
Rata-rata	51,8820	49,7160	23,7960	253,628	0,09797
Standar Deviasi	1,43266	1,09347	0,54197	43,1020	0,01409

A.7.10 Hasil Pengujian Formula 10

Tabel A.7.10 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 10

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 10.1	50,3500	51,0300	28,3200	142,535	0,05547
PU doe 10.2	53,1100	55,2000	25,3200	203,180	0,06931
PU doe 10.3	48,9100	52,5400	23,3200	153,494	0,05973
PU doe 10.4	48,7400	50,5300	27,0800	143,409	0,05823
PU doe 10.5	49,6200	55,3200	25,5500	194,089	0,07071
Rata-rata	50,1460	52,9240	25,9180	167,341	0,06269
Standar	1,77540	2,25760	1,89489	29,0676	0,00687

A.7.11 Hasil Pengujian Formula 11

Tabel A.7.11 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 11

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 11.1	53.6700	52.5400	25.5400	211.821	0.11427
PU doe 11.2	53.4500	52.7700	25.3000	230.239	0.10463
PU doe 11.3	52.6100	51.7800	26.6500	200.360	0.09848
PU doe 11.4	51.5600	51.5400	26.9400	196.647	0.11623
PU doe 11.5	52.7200	51.8500	25.5800	205.574	0.1043
Rata-rata	52.8020	52.0960	26.0020	208.9282	0.10758
Standar Deviasi	0.83058	0.52937	0.73893	13.20995	0.00745

A.7.12 Hasil Pengujian Formula 12 (Tinggi)

Tabel A.7.12 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 12

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 12.1	53,5700	48,1800	25,1100	371,472	0,14393
PU doe 12.2	50,3600	48,3100	26,8600	323,216	0.13285
PU doe 12.3	51,5100	47,7600	28,2200	317,876	0,12921
PU doe 12.4	51,8300	50,4300	27,7400	306,463	0,11725
PU doe 12.5	51,7600	48,6700	28,8000	328,072	0,13023
Rata-rata	51,8060	48,6700	27,3460	329,420	0,13069
Standar Deviasi	1,15032	1,03627	1,43780	24,8443	0,00953

A.7.13 Hasil Pengujian Formula 13

Tabel A.7.13 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 13

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 13.1	50.2400	51.5600	25.5000	178.290	0.07282
PU doe 13.2	51.5200	51.4900	25.5300	180.897	0.07192
PU doe 13.3	53.6500	52.7100	25.6900	200.498	0.08682
PU doe 13.4	51.3100	50.2500	26.9100	241.869	0.08565
PU doe 13.5	52.5200	51.7000	26.3500	274.411	0.09966
Rata-rata	51.8480	51.5420	25.99600	215.1930	0.08337
Standar Deviasi	1.29243	0.87485	0.61594	41.75036	0.01146

A.7.14 Hasil Pengujian Formula 14

Tabel A.7.14 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 14

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 14.1	39,1700	49,1300	23,5100	211,748	0,11003
PU doe 14.2	46,5800	47,5000	20,6500	176,668	0,07985
PU doe 14.3	48,5500	41,1300	24,1600	155,870	0,07806
PU doe 14.4	40,8000	41,7500	25,3700	175,047	0,10276
PU doe 14.5	39,5900	41,3000	22,7600	203,459	0,12443
Rata-rata	42,9380	44,1620	23,2900	184,558	0,09903
Standar Deviasi	4,32252	3,84139	1,75942	22,7610	0,01992

A.7.15 Hasil Pengujian Formula 15

Tabel A.7.15 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – EG Formula 15

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 15.1	46,2300	43,1300	24,2300	195,956	0,09828
PU doe 15.2	52,3300	46,3900	30,9200	211,867	0,08727
PU doe 15.3	51,9300	49,5900	28,2700	227,801	0,08846
PU doe 15.4	43,4900	46,6900	23,9900	243,449	0,11989
PU doe 15.5	49,7800	50,1400	26,3200	177,344	0,07105
Rata-rata	48,7520	47,1880	26,7460	211,283	0,09299
Standar Deviasi	3,80814	2,82117	2,90913	25,9548	0,01793

A.8 Pengujian Kekuatan Tekan PU/PKA

Pada pengujian kekuatan tekan, setiap formula membuat 3 buah PU foam dan masing-masing dipotong sebanyak-banyaknya dengan ukuran 5cm x 5cm x 2,5cm tetapi yang diuji hanya 5 sampel.

A.8.1 Hasil Pengujian Formula 1

Tabel. A.8.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 1

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 1.1	53.1200	54.3800	26.6100	310.048	0.10733
PU doe 1.2	54.9700	57.6800	26.5700	347.742	0.10967
PU doe 1.3	54.5100	56.5300	27.1200	328.787	0.10670
PU doe 1.4	52.6500	52.3700	25.5800	312.376	0.11329
PU doe 1.5	49.3500	49.2300	24.700	260.178	0.10709
Rata-rata	52.9200	54.0380	26.11600	311.8262	0.10882
Standar Deviasi	2.21294	3.37232	0.96831	32.59070	0.00276

A.8.2 Hasil Pengujian Formula 2

Tabel. A.8.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 2

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 2.1	50.5100	49.1600	24.6900	256.165	0.10316
PU doe 2.2	51.4400	46.9100	25.1100	225.671	0.09352
PU doe 2.3	55.6800	51.3600	25.4000	249.855	0.08737
PU doe 2.4	51.8700	48.5300	25.4500	264.621	0.10512
PU doe 2.5	54.3900	49.0800	26.0600	275.715	0.10329
Rata-rata	52.7780	49.0080	25.3420	254.405	0.09849
Standar Deviasi	2.16672	1.59611	0.50236	18.7612	0.00770

A.8.3 Hasil Pengujian Formula 3

Tabel. A.8.3 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 3

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 3.1	52.5400	51.7400	25.6700	285.534	0.09614
PU doe 3.2	55.3100	54.7300	26.9900	248.348	0.09463
PU doe 3.3	53.7900	55.1500	25.2100	238.312	0.09848
PU doe 3.4	51.6400	50.5600	25.3800	257.272	0.08401
PU doe 3.5	50.9800	49.2100	27.870	270.678	0.08218
Rata-rata	52.8520	52.2780	26.22400	260.0288	0.09109
Standar Deviasi	1.73149	2.59395	1.15580	18.57136	0.00745

A.8.4 Hasil Pengujian Formula 4 (Rendah)

Tabel A.8.4 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – PKA Formula 4

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 4.1	55,2400	53,2400	27,9600	169,754	0,05772
PU doe 4.2	57,7900	56,2400	24,6900	151,245	0.04654
PU doe 4.3	52,7200	51,9000	27,0000	162,594	0,05942
PU doe 4.4	56,7900	53,6900	27,7500	162,570	0,05332
PU doe 4.5	52,0900	51,8000	28,7100	239,150	0,08863
Rata-rata	54,9260	53,3740	27,2220	177,063	0,06113
Standar Deviasi	2,48420	1,80152	1,54093	35,3348	0,01616

A.8.5 Hasil Pengujian Formula 5

Tabel. A.8.5 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 5

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 5.1	54.4200	53.8300	25.1600	275.041	0.08129
PU doe 5.2	56.9700	55.8600	25.7500	270.152	0.08134
PU doe 5.3	53.2700	52.5400	26.2100	280.789	0.08830
PU doe 5.4	55.9700	53.7300	26.3800	310.579	0.09248
PU doe 5.5	53.1000	52.2300	25.7200	309.342	0.09255
Rata-rata	52.0900	53.6380	25.8440	289.181	0.08719
Standar Deviasi	1.69104	1.42922	0.47784	19.34430	0.00563

A.8.6 Hasil Pengujian Formula 6

Tabel. A.8.6 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 6

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 6.1	54.1200	53.1200	25.1000	215.370	0.07080
PU doe 6.2	52.6800	51.4500	27.6800	185.728	0.07992
PU doe 6.3	51.9500	50.8400	25.5700	218.576	0.07973
PU doe 6.4	52.8300	51.0200	26.0500	192.316	0.07135
PU doe 6.5	53.3700	52.4300	26.5100	200.521	0.07912
Rata-rata	52.9900	51.7720	26.18200	202.5022	0.07618
Standar Deviasi	0.81003	0.97312	0.98923	14.25662	0.00468

A.8.7 Hasil Pengujian Formula 7

Tabel. A.8.7 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 7

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 7.1	53.6300	52.4400	25.4300	255.934	0.06397
PU doe 7.2	52.5200	51.1100	28.4500	223.383	0.07176
PU doe 7.3	53.6000	52.4900	26.9500	252.318	0.06430
PU doe 7.4	54.7300	53.0900	27.3400	226.014	0.06571
PU doe 7.5	54.8800	53.7700	25.7000	230.987	0.06738
Rata-rata	53.8720	52.5800	26.7740	237.7272	0.06662
Standar Deviasi	0.96342	0.98295	1.23694	15.27060	0.00317

A.8.8 Hasil Pengujian Formula 8

Tabel. A.8.8 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 8

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 8.1	54.5600	53.4300	25.1500	190.710	0.07334
PU doe 8.2	52.9400	52.6600	25.2900	186.128	0.07963
PU doe 8.3	52.5900	51.1900	26.5400	193.891	0.06676
PU doe 8.4	55.4900	54.5200	27.8300	196.259	0.06930
PU doe 8.5	53.4500	54.4800	25.6600	187.536	0.06998
Rata-rata	53.8060	53.2560	26.09400	190.9048	0.07180
Standar Deviasi	1.19997	1.39192	1.11114	4.23643	0.00497

A.8.9 Hasil Pengujian Formula 9

Tabel. A.8.9 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 9

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 9.1	52.5800	51.6900	25.2100	214.593	0.06129
PU doe 9.2	51.7800	50.8900	26.7900	200.220	0.06134
PU doe 9.3	53.9400	52.2500	25.6800	211.224	0.06830
PU doe 9.4	55.8900	53.6700	25.6200	219.918	0.06248
PU doe 9.5	54.3900	53.1500	27.7300	211.581	0.06255
Rata-rata	53.7160	52.3300	26.2060	211.5072	0.06319
Standar Deviasi	1.60229	1.11328	1.03389	7.20677	0.00292

A.8.10 Hasil Pengujian Formula 10

Tabel. A.8.10 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 10

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 10.1	56.6700	55.7800	26.8600	167.189	0.10347
PU doe 10.2	54.7700	53.8800	27.4400	194.352	0.11529
PU doe 10.3	52.7900	51.8000	27.7100	251.087	0.11463
PU doe 10.4	53.7500	52.8600	25.7200	197.894	0.10586
PU doe 10.5	54.6900	53.7100	25.6700	193.189	0.10795
Rata-rata	54.5340	53.6060	26.68000	200.7422	0.10944
Standar Deviasi	1.44037	1.46887	0.95034	30.68556	0.00529

A.8.11 Hasil Pengujian Formula 11

Tabel. A.8.11 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 11

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 11.1	53.6700	52.5400	25.5400	211.821	0.11427
PU doe 11.2	53.4500	52.7700	25.3000	230.239	0.10463
PU doe 11.3	52.6100	51.7800	26.6500	200.360	0.09848
PU doe 11.4	51.5600	51.5400	26.9400	196.647	0.11623
PU doe 11.5	52.7200	51.8500	25.5800	205.574	0.1043
Rata-rata	52.8020	52.0960	26.0020	208.9282	0.10758
Standar Deviasi	0.83058	0.52937	0.73893	13.20995	0.00745

A.8.12 Hasil Pengujian Formula 12

Tabel. A.8.12 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 12

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 12.1	52.1300	51.4900	25.7200	220.159	0.09844
PU doe 12.2	53.8700	52.7900	25.6800	258.853	0.09078
PU doe 12.3	53.6200	52.6400	27.2100	239.898	0.09781
PU doe 12.4	52.7600	51.4800	26.6900	223.487	0.10430
PU doe 12.5	51.4600	51.4300	25.8100	271.289	0.10719
Rata-rata	52.7680	51.9660	26.22200	242.7372	0.09970
Standar Deviasi	1.00726	0.68617	0.69114	22.15474	0.00636

A.8.13 Hasil Pengujian Formula 13

Tabel. A.8.13 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 13

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 13.1	50.2400	51.5600	25.5000	178.290	0.07282
PU doe 13.2	51.5200	51.4900	25.5300	180.897	0.07192
PU doe 13.3	53.6500	52.7100	25.6900	200.498	0.08682
PU doe 13.4	51.3100	50.2500	26.9100	241.869	0.08565
PU doe 13.5	52.5200	51.7000	26.3500	274.411	0.09966
Rata-rata	51.8480	51.5420	25.99600	215.1930	0.08337
Standar Deviasi	1.29243	0.87485	0.61594	41.75036	0.01146

A.8.14 Hasil Pengujian Formula 14

Tabel. A.8.14 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam-PKA Formula 14

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 14.1	52.8500	51.6500	25.5200	278.290	0.10393
PU doe 14.2	51.8700	51.9400	25.3500	280.798	0.09203
PU doe 14.3	53.4900	52.6100	25.9600	211.894	0.09793
PU doe 14.4	55.9800	50.5200	26.6100	252.698	0.08676
PU doe 14.5	54.9300	51.6900	26.4500	284.114	0.08977
Rata-rata	53.8240	51.6820	25.97800	261.5588	0.09408
Standar Deviasi	1.63935	0.75483	0.55378	30.42993	0.00686

A.8.15 Hasil Pengujian Formula 15 (Tinggi)

Tabel A.8.15 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – PKA Formula 15

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 15.1	53,3500	51,7500	29,6800	352,868	0,12781
PU doe 15.2	52,7800	51,8100	28,8600	373,538	0.13660
PU doe 15.3	52,7900	52,1100	27,9200	368,595	0,13399
PU doe 15.4	53,4700	53,0300	27,4400	377,925	0,13328
PU doe 15.5	52,9300	53,1700	27,0800	386,429	0,13731
Rata-rata	53,0640	52,3740	28,1960	371,871	0,13380
Standar Deviasi	0,32416	0,67844	1,06493	12,4821	0,00375

A.9 Pengujian Kekuatan Tekan PU/SA

Pada pengujian kekuatan tekan, setiap formula membuat 3 buah PU foam dan masing-masing dipotong sebanyak-banyaknya dengan ukuran 5cm x 5cm x 2,5cm tetapi yang diuji hanya 5 sampel.

A.9.1 Hasil Pengujian Formula 1

Tabel A.9.1 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 1

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 1.1	57,7400	53,5800	30,4100	329,995	0,10667
PU doe 1.2	52,2900	59,9400	23,1200	261,982	0,08359
PU doe 1.3	52,1900	55,2600	25,9500	310,334	0,10760
PU doe 1.4	56,0300	50,5700	28,3000	254,703	0,08989
PU doe 1.5	56,8400	53,6700	27,6100	305,907	0,10028
Rata-rata	55,0180	54,6040	27,0780	292,584	0,09761
Standar Deviasi	2,60733	3,43137	2,73023	32,6481	0,01055

A.9.2 Hasil Pengujian Formula 2

Tabel A.9.2 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 2

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 2.1	53,8800	56,0800	30,3000	303,976	0,10060
PU doe 2.2	51,8600	52,6000	28,0300	246,096	0,09022
PU doe 2.3	55,7200	54,0700	27,3600	216,579	0,07189
PU doe 2.4	55,4300	55,8700	25,8400	340,573	0,10997
PU doe 2.5	57,5500	56,9500	24,1300	345,198	0,10532
Rata-rata	54,8880	55,1140	27,1320	290,484	0,09560
Standar Deviasi	2,13642	1,75255	2,32249	57,2643	0,01514

A.9.3 Hasil Pengujian Formula 3

Tabel A.9.3 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 3

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 3.1	47,5600	47,9200	27,7500	256,078	0,11236
PU doe 3.2	52,6600	51,6300	28,3300	283,241	0,10418
PU doe 3.3	50,6800	54,4700	28,6000	340,986	0,12352
PU doe 3.4	52,8600	48,9300	27,6100	296,783	0,11475
PU doe 3.5	49,6400	50,3600	24,0200	292,079	0,11684
Rata-rata	50,6800	50,6620	27,2620	293,833	0,11433
Standar Deviasi	2,20731	2,55184	1,85746	30,7116	0,00703

A.9.4 Hasil Pengujian Formula 4

Tabel A.9.4 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 4

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 4.1	50,1400	51,6500	28,5000	136,495	0,05271
PU doe 4.2	51,2500	51,5100	23,4200	160,797	0,06091
PU doe 4.3	53,5600	49,1700	25,5800	199,397	0,07571
PU doe 4.4	51,1300	51,0000	24,8900	231,759	0,08888
PU doe 4.5	52,2500	51,6900	26,9800	174,300	0,06454
Rata-rata	51,6660	51,0040	25,8740	180,550	0,06855
Standar Deviasi	1,29589	1,06155	1,94910	36,5638	0,01405

A.9.5 Hasil Pengujian Formula 5 (Rendah)

Tabel A.9.5 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 5

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 5.1	49,0100	49,7300	26,3600	143,313	0,05880
PU doe 5.2	51,7600	50,3800	25,3400	175,595	0,06734
PU doe 5.3	51,8200	48,0300	26,1700	153,748	0,06177
PU doe 5.4	48,6600	49,8100	23,9400	142,940	0,05897
PU doe 5.5	48,4500	48,2100	26,9600	147,629	0,06320
Rata-rata	49,9400	49,2320	25,7540	152,645	0,06202
Standar Deviasi	1,70075	1,04753	1,16798	13,5495	0,00352

A.9.6 Hasil Pengujian Formula 6

Tabel A.9.6 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 6

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 6.1	52,3600	52,3300	26,3200	144,823	0,05286
PU doe 6.2	51,5100	51,1000	29,3400	212,272	0,08065
PU doe 6.3	52,6000	50,3800	27,8400	141,207	0,05329
PU doe 6.4	53,3700	53,9800	29,2300	214,903	0,07460
PU doe 6.5	53,7700	52,6600	29,8000	215,968	0,07627
Rata-rata	52,7220	52,0900	28,5060	185,835	0,06753
Standar Deviasi	0,88503	1,40168	1,42446	39,1328	0,01338

A.9.7 Hasil Pengujian Formula 7

Tabel A.9.7 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 7

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_Stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 7.1	52,3500	52,0200	27,6700	310,183	0,11390
PU doe 7.2	52,2200	53,2700	27,9900	327,794	0,11784
PU doe 7.3	52,6300	52,9100	27,1200	238,180	0,08553
PU doe 7.4	50,7900	53,1800	27,3600	230,742	0,08543
PU doe 7.5	53,1300	51,3700	27,4100	165,923	0,06079
Rata-rata	52,2240	52,5500	27,5100	254,564	0,09270
Standar Deviasi	0,87435	0,82435	0,33189	65,4776	0,02347

A.9.8 Hasil Pengujian Formula 8

Tabel A.9.8 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 8

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 8.1	39,1700	49,1300	23,5100	211,748	0,11003
PU doe 8.2	46,5800	47,5000	20,6500	176,668	0,07985
PU doe 8.3	48,5500	41,1300	24,1600	155,870	0,07806
PU doe 8.4	40,8000	41,7500	25,3700	175,047	0,10276
PU doe 8.5	39,5900	41,3000	22,7600	203,459	0,12443
Rata-rata	42,9380	44,1620	23,2900	184,558	0,09903
Standar Deviasi	4,32252	3,84139	1,75942	22,7610	0,01992

A.9.9 Hasil Pengujian Formula 9

Tabel A.9.9 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 9

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max Force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 9.1	50,6000	50,4000	24,0000	278,695	0,10928
PU doe 9.2	53,4400	49,0200	23,1100	256,300	0,09784
PU doe 9.3	52,9600	51,1600	23,6100	288,097	0,10633
PU doe 9.4	50,1900	48,4000	23,6800	179,672	0,07396
PU doe 9.5	52,2200	49,6000	24,5800	265,376	0,10246
Rata-rata	51,8820	49,7160	23,7960	253,628	0,09797
Standar Deviasi	1,43266	1,09347	0,54197	43,1020	0,01409

A.9.10 Hasil Pengujian Formula 10 (Tinggi)

Tabel A.9.10 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 10

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max force	Max stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 10.1	51,1100	49,4000	27,0200	339,031	0,13428
PU doe 10.2	50,3500	47,6200	25,9600	369,732	0,15420
PU doe 10.3	49,1500	45,5400	23,1500	312,058	0,13942
PU doe 10.4	50,1600	50,2400	26,0800	364,208	0,14452
PU doe 10.5	50,6600	47,6500	26,1400	330,567	0,13694
Rata-rata	50,1925	48,2000	25,5525	346,257	0,14311
Standar Deviasi	0,80715	2,08276	1,67032	26,4266	0,00850

A.9.11 Hasil Pengujian Formula 11

Tabel A.9.11 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 11

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 11.1	49,5200	49,1700	25,3300	261,458	0,10738
PU doe 11.2	51,5400	48,9000	23,3000	354,870	0,14080
PU doe 11.3	51,2500	47,8800	21,8900	334,120	0,13616
PU doe 11.4	50,6500	47,4600	24,5200	239,054	0,09945
PU doe 11.5	49,4800	48,1600	23,7100	330,242	0,13858
Rata-rata	50,4880	48,3140	23,7500	303,949	0,12447
Standar Deviasi	0,95743	0,71020	1,29933	50,5258	0,01950

A.9.12 Hasil Pengujian Formula 12

Tabel A.9.12 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 12

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 12.1	51,0100	50,0700	26,8900	409,842	0,16047
PU doe 12.2	49,5000	48,0600	27,8000	303,245	0,12747
PU doe 12.3	50,0200	47,6600	26,7000	311,605	0,13071
PU doe 12.4	50,4100	49,8000	24,5000	391,555	0,15597
PU doe 12.5	50,6600	47,6500	26,1400	330,567	0,13694
Rata-rata	50,3200	48,6480	26,4060	349,363	0,14231
Standar Deviasi	0,58357	1,19028	1,22143	48,3314	0,01500

A.9.13 Hasil Pengujian Formula 13

Tabel A.9.13 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 13

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 13.1	52,6800	48,7300	23,8400	318,003	0,12388
PU doe 13.2	54,5300	52,2700	28,6900	345,469	0,12121
PU doe 13.3	50,1900	49,4400	25,1300	273,697	0,11030
PU doe 13.4	50,3400	49,6900	24,9800	329,439	0,13170
PU doe 13.5	50,7200	49,5300	29,4000	317,820	0,12651
Rata-rata	51,6920	49,9320	26,4080	316,886	0,12272
Standar Deviasi	1,87477	1,35769	2,47117	26,6551	0,00795

A.9.14 Hasil Pengujian Formula 14

Tabel A.9.14 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – SA Formula 14

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 14.1	50,3700	50,1400	28,7500	319,131	0,12636
PU doe 14.2	50,5900	49,0500	25,5600	324,051	0,13059
PU doe 14.3	50,3400	49,3100	29,4600	361,681	0,14571
PU doe 14.4	51,2400	50,0100	26,2000	348,226	0,13589
PU doe 14.5	52,6600	50,1500	28,7000	357,771	0,13547
Rata-rata	51,0400	49,7320	27,7340	342,172	0,13480
Standar Deviasi	0,97542	0,51519	1,73378	19,4926	0,00724

A.6.15 Hasil Pengujian Formula 15

Tabel A.6.15 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan PU foam – CK Formula 15

Parameter	Lebar	Panjang	Ketebalan	Max_Force	Max_stress
Satuan	Mm	Mm	Mm	N	N/mm ²
PU doe 15.1	46,2300	43,1300	24,2300	195,956	0,09828
PU doe 15.2	52,3300	46,3900	30,9200	211,867	0,08727
PU doe 15.3	51,9300	49,5900	28,2700	227,801	0,08846
PU doe 15.4	43,4900	46,6900	23,9900	243,449	0,11989
PU doe 15.5	49,7800	50,1400	26,3200	177,344	0,07105
Rata-rata	48,7520	47,1880	26,7460	211,283	0,09299
Standar Deviasi	3,80814	2,82117	2,90913	25,9548	0,01793

LAMPIRAN B

DATA PERHITUNGAN

B.1 Perhitungan Persentase Standar Deviasi

B.1.1 Perhitungan Persentase Standar Deviasi PU (*Polyurethane*)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00631}{0,07015} \times 100 = 8,9\%$$

B.1.2 Perhitungan Persentase Standar Deviasi PU/CK

B.1.2.1 Perhitungan Formula 7 (Tinggi)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00876}{0,11906} \times 100 = 7,3 \%$$

B.1.2.2 Perhitungan Formula 6 (Rendah)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00366}{0,04018} \times 100 = 9,1 \%$$

B.1.3 Perhitungan Persentase Standar Deviasi PU/EG

B.1.3.1 Perhitungan Formula 12 (Tinggi)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00953}{0,13069} \times 100 = 7,2 \%$$

B.1.3.2 Perhitungan Formula 5 (Rendah)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,02268}{0,05517} \times 100 = 41\%$$

B.1.4 Perhitungan Persentase Standar Deviasi PU/PKA

B.1.4.1 Perhitungan Formula 15 (Tinggi)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00375}{0,13380} \times 100 = 2,8 \%$$

B.1.4.2 Perhitungan Formula 4 (Rendah)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,01616}{0,06113} \times 100 = 26,4 \%$$

B.1.5 Perhitungan Persentase Standar Deviasi PU/SA

B.1.5.1 Perhitungan Formula 10 (Tinggi)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00850}{0,14311} \times 100 = 5,9 \%$$

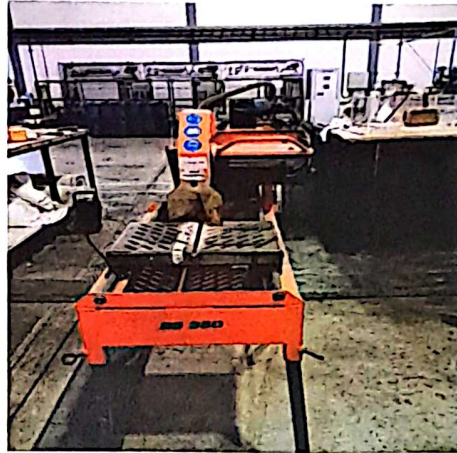
B.1.5.2 Perhitungan Formula 5 (Rendah)

$$1. \text{ Max Stress} = \frac{0,00352}{0,06202} \times 100 = 5,6 \%$$

LAMPIRAN C
INSTRUMENTASI DAN BAHAN PENELITIAN



Mesin Crusher



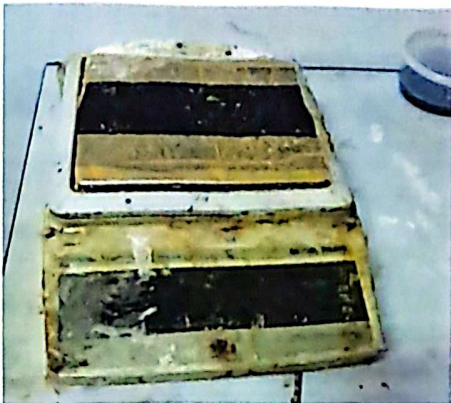
Mesin Pemotong



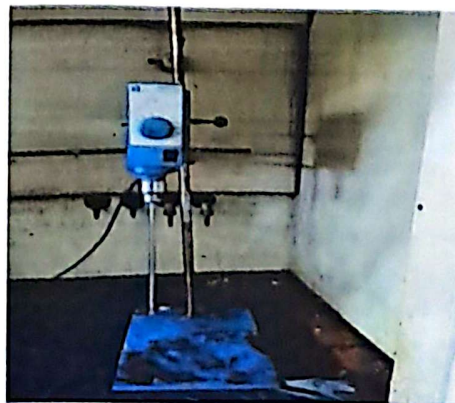
Blender



Ayakan 1 mm



Timbangan Digital



Strirrer



Oven



NaOH



Poliol



Isocyanate



Ini Kenaf



Eceng Gondok



Pelepah Kering Abaka



Sisal Agave

LAMPIRAN D

SAMPEL PRODUK PENELITIAN



Sampel PU/CK



Sampel PU/EG



Sampel PU/PKA



Sampel PU/SA