



**PENGARUH VARIASI KOMPOSIT PLASTIK POLIPROPILENA DENGAN
TEPUNG SAGU TERHADAP SIFAT MEKANIK DALAM PEMBUATAN
SERVICE WEDGE CLAMP (SWC)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin

Oleh :

FIQIH AMIRULLAH AKBAR

NPM.6416500038

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
2020**

PERSETUJUAN

PENGARUH VARIASI KOMPOSIT PLASTIK POLIPROPILENA DENGAN TEPUNG
SAGU TERHADAP SIFAT MEKANIS DALAM PEMBUATAN SERVICE WEDGE
CLAMP (SWC)

NAMA PENULIS : FIQIH AMIRULLAH AKBAR
NPM : 6416500038

Disetujui oleh Dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji
Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.

Tegal, 25 Juli 2020

Pembimbing I



M. Fajar Sidiq. S.T., M.Eng.

Pembimbing II



Ir. Soebyakto, M.T.

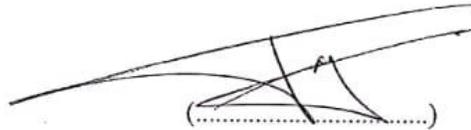
HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan Sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Pada hari : Kamis, 30 Juli 2020
Tanggal :

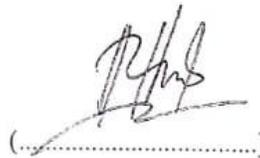
Penguji I

M. Fajar Sidiq, ST., M.Eng
NIP 197908082005011001



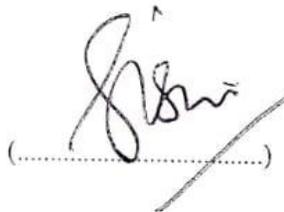
Penguji II

Royan Hidayat, ST., MT
NIPY 2496441990



Penguji III

Siswiyanti, ST., MT
NIPY 12551341974



Disahkan

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Pancasakti Tegal



Agus Wibowo, ST., MT
NIPY 126518101972

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Komposit Plastik Polipropilen Dan Tepung Sagu Terhadap Sifat Mekanik Dalam Pembuatan Service Wedge Clamp (SWC)”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak akan melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung segala resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Tegal,

Yang Membuat Pernyataan



Fiqih Amirullah Akbar

NPM. 6416500038

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan (Ali Bin Abi Thalib).
2. Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kau punya. Lakukan yang kau bisa. (Arthur Ase)
3. Rahmat sering datang kepada kita dalam bentuk kesakitan, kehilangan, dan kekecewaan, tetapi kalau kita sabar kita segera akan melihat bentuk aslinya. (Joseph Addison)
4. Ketergesaan dalam setiap usaha membawa kegagalan. (Herodotus)
5. Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah. (Lessing)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta yang selalu mendoakanku.
2. Segenap keluarga yang juga selalu mendoakan dan mendukungku.
3. Sahabat seperjuangan, baik kelas pagi maupun kelas sore.
4. Kekasihku, Dian Rishidayati yang sudah memberikan semangat serta doanya.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal
6. Pembaca yang budiman

PRAKATA

Dengan memanjatkan segala puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengaruh variasi komposit polipropilen (pp) dan tepung sagu terhadap sifat mekanik dalam pembuatan service wedge clamp (SWC)”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata 1 Program Studi Teknik Mesin.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal;
2. Bapak M. Fajar Sidiq, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I;
3. Bapak Ir.Soebyakto, selaku Dosen Pembimbing II;
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal;
5. Kedua orang tuaku yang tak pernah lelah mendoakanku;
6. Teman-teman di kampus maupun di SMK Ma’arif NU 01 Suradadi yang telah memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini;
7. Semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini selesai. Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT.

Penulis telah mencoba membuat laporan ini sesempurna mungkin semampu kemampuan penulis. Namun demikian, mungkin ada kekurangan yang tidak terlihat oleh penulis. Untuk itu, mohon masukan untuk kebaikan dan pemaafannya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Landasan Teori	6
2.1.1. Bahan	6
2.1.2. Plastik Polypropylene	15
2.1.3. Service Wedge Clamp (SWC)	16
2.1.4. Sagu Aren	17
2.1.5. Bahan Dasar Plastik	18
2.1.6. Pengertian Injection Molding	24
2.1.7. Proses Injeksi Molding	25
2.1.8. Kelebihan Dan Kekurangan IM	26
2.1.9. Cara Daur Ulang Plastik.....	27

2.1.10 Material Komposit	28
2.2. Perilaku Mekanik Material	29
2.3. Perilaku Mekanik Material	37
2.4. Tinjauan Pustaka	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1. Instrument Penelitian dan Desain Pengujian	40
3.1.1. Instrument Penelitian.....	40
3.1.2. Proses Pembuatan Spesimen	45
3.2. Sampel Pengujian	47
3.3. Variabel Penelitian	48
3.4. Teknik Pengumpulan Data	49
3.5. Teknik Analisis Data	50
3.6. Diagram Alur Penelitian.....	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1 Hasil Penelitian.....	56
4.1.1. Uji Tarik	56
4.1.2. Uji Impak.....	59
4.1.3. Uji <i>Bending</i>	62
4.2. Pembahasan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
6.1. Kesimpulan.....	72
6.2. Saran.....	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Service Wedge Clamp (SWC)	16
Gambar 2.2. mesin injection molding.....	25
Gambar 2.3. perbedaan metode charpy dan izod.....	32
Gambar 2.4. skema pengujian impak.....	33
Gambar 2.5. skema uji bending	36
Gambar 3.1. Mistar	40
Gambar 3.2. Jangka Sorong.....	41
Gambar 3.3. Timbangan Digital	41
Gambar 3.4. Gerinda.....	42
Gambar 3.5. Cetakan.....	42
Gambar 3.6. Wadah	42
Gambar 3.7. Sendok.....	43
Gambar 3.8. Masker.....	43
Gambar 3.9. Kacamata.....	44
Gambar 3.10. mesin cetak plastik.....	44
Gambar 3.11. Sampel Uji Tarik.....	38
Gambar 3.12. Sampel Uji Impak	38
Gambar 3.13. Sampel Uji <i>Bending</i>	39
Gambar 3.14. Diagram Alur Penelitian	46
Gambar 4.1. Mesin Uji Tarik.....	47
Gambar 4.2. Mesin Uji Impak	50
Gambar 4.3. Mesin Uji <i>Bending</i>	53
Gambar 4.4. Grafik Rata-Rata Kekuatan Tarik	57
Gambar 4.5. Grafik Rata-Rata Kekuatan Impak.....	59
Gambar 4.6. Grafik Rata-Rata Kekuatan <i>Bending</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Pengamatan Uji Tarik	50
Tabel 3.2. Pengamatan Uji Impak.....	52
Tabel 3.3. Pengamatan Uji <i>Bending</i>	54
Tabel 4.1. Hasil Uji Tarik Komposit	57
Tabel 4.2. Hasil Uji Impak Komposit.....	60
Tabel 4.3. Hasil Uji <i>Bending</i> Komposit	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan Uji Tarik
- Lampiran 2. Perhitungan Uji Impak
- Lampiran 3. Perhitungan Uji *Bending*
- Lampiran 4. Tabel Hasil Uji Tarik
- Lampiran 5. Tabel Hasil Uji Impak
- Lampiran 6. Tabel Hasil Uji *Bending*
- Lampiran 7. Dokumentasi Pengujian

ABSTRAK

Akbar, Fiqih Amirullah. 2020. Pengaruh variasi komposit plastik polipropilena (PP) dengan tepung sagu terhadap sifat mekanis dalam pembuatan service wedge clamp (SWC).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesimen yang memiliki kekuatan tarik, kekuatan impact, dan kekuatan *bending* yang lebih besar serta mengetahui spesimen yang terbaik untuk bahan baku pembuatan service wedge clamp (SWC)

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan eksperimen. Lokasi pengujian dilakukan pada Laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas yang terdiri dari empat variasi yaitu perbandingan : 100%:0%, 95%:5%, 90%:10%, dan 85%:15% . Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini yaitu uji tarik, uji impact, dan uji *bending*.

Hasil penelitian ini yaitu rata-rata kekuatan tarik komposit 100%:0% sebesar 12,38 MPa, rata-rata kekuatan tarik komposit 95%:5% sebesar 12,92 MPa, rata-rata kekuatan tarik komposit 90%:10% sebesar 12,78 MPa. rata-rata kekuatan tarik komposit 85%:15% sebesar 16,29 MPa. Rata-rata kekuatan impact komposit 100%:0% sebesar 0,035 J/mm², rata-rata kekuatan impact komposit 95%:5% sebesar 0,047 J/mm², rata-rata kekuatan impact komposit 90%:10% sebesar 0,046 J/mm², rata-rata kekuatan impact komposit 85%:15% sebesar 0,044 J/mm². Rata-rata kekuatan *bending* komposit 100%:0% sebesar 16,92 MPa, rata-rata kekuatan *bending* komposit 95%:5% sebesar 24,31 MPa, rata-rata kekuatan *bending* komposit 90%:10% sebesar 16,46 MPa, rata-rata kekuatan *bending* komposit 85%:15% sebesar 18,07 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit 95%:5% memiliki kekuatan impact, dan kekuatan *bending* lebih tinggi jika dibandingkan dengan komposit yang lain, walaupun di pengujian tarik masih lebih tinggi komposit 85%:15%.

Kata kunci: komposit, plastik polipropilena, tepung sagu,

ABSTRACT

Akbar, Fiqih Amirullah. 2020. The effect of variations of plastic polipropylene with sago flour on mechanical properties in manufacture service wedge clamp (SWC)

This study was aimed to determine specimens that have greater tensile strength, impact strength, and bending strength as well as determine the best specimens for manufacture service wedge clamp (SWC). This study uses descriptive and experimental methods. The location of the test was carried out at the Engineering Materials Laboratory, Faculty of Engineering, Gadjah Mada University. The variables in this study consisted of independent variables consisting of four variations. The variations is 100%:0%, 95%:5%, 90%:10%, and 85%:15% While the variables taken in this study are tensile test, impact test, and bending test.

The results of this study are the average tensile strength of 100%:0% by 12,38 MPa, the average tensile strength of 95%:5% by 12,92 MPa, the average tensile strength of 90%:10% by 12.78 MPa, , the average tensile strength of 85%:15% by 16,29 MPa. The average impact strength of 100%:0% by 0.035 J / mm², the average 95%:5% impact strength by 0.047 J / mm², the average impact strength of 90%:10% at 0.046 J / mm², the average impact strength of 85%:15% at 0.044 J / mm². The average bending strength of 100%:0% by 16,92 MPa, the average bending strength of 95%:5% is 24,31 MPa, the average bending strength of 90%:10% is 16,46 MPa, the average bending strength of 85%:15% is 18,07 MPa The test results showed that the composite 95%:5% had an impact strength, and the bending strength was higher when compared to other composites, although the tensile testing was still higher 85%:15% composite.

Keywords: composite, plastic polypropylene, sago flour

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Produksi sampah di Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil sampah domestik yaitu sebesar 5,4 juta ton pertahun, berdasarkan data persampahan domestik insonesia, jumlah sampah plastic tersebut merupakan 14% dari total prosuksi sampah di Indonesia (Indonesia Solid Waste Asosiasion,2015).

Plastic yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi (non-revewable) yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan.Salah satu dari jenis plastik tersebut adalah polipropilen (PP).Salah satu menempati peringkat teratas berdasarkan jumlahnya adalah sampah jenis polipropilen. Polipropilen merupakan jenis plastik yang sering digunakan karena memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia (Sahwan,2005).

Polipropilen merupakan termoplastik yang terbuat dari monomer propilena yang memiliki sifat kaku, tidak berbau, dan tahan terhadap bahan kimia pelarut, asam, dan basa.Banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komponen otomotif, penguas suara, peralatan laboratorium, wadah atau kontener yang digunakan berulang kali, dan banyak banyak lagi produk yang menggunakan bahan polipropilen.

Polipropilen memiliki titik lebur 160 C (320 F).sebagaimana yang ditentukan oleh Diferential Scanning Calorimetry (DSC) meskipun memiliki sifat mekanik yang tinggi plastic ini tidak dapat didegradasi oleh lingkungan, untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuatan plastic biodegradable dengan mencampur plastik sintesis dengan polimer alam. Polimer alam memiliki beberapa kelemahan diantaranya sifat mekanik yang rendah, tidak tahan suhu tinggi, dan getas. Oleh karena itu pencampuran plastic sintesis dengan serat alam diharapkan menghasilkan sifat mekanik yang tinggi, dan mampu terurai oleh mikroorganisme (Iy Iwanggeni,2015)

Tepung sagu/tepung aren adalah pati dari pohon sagu yang memiliki kandungna selulosa sebesar 20% dan kandungan lignin sebesar 21% (kiat). Kandungan inilah yang merupakan bahan baku dari pembuatan plastic biodigredible atau plastic yang dapat terurai secara alami

oleh mikroorganisme dan terurai lebih cepat dari plastic sintetis biasa dan yang lebih penting lagi adalah menambah sifat mekanik menjadi lebih besar lagi.

Service Wedge Clamp (SWC) adalah salah satu alat kelistrikan yang berfungsi sebagai klem atau penarik kabel pusat yang terhubung kerumah-rumah warga atau juga sebagai klem pada tiang listrik yang berhubungan langsung dengan kabel tegangan tinggi. SWC tersebut banyak diproduksi di beberapa home industry yang ada di Desa Mangunsaren Kecamatan Tarub yang kebetulan berada di sekitar tempat penulis tinggal.

Maka dari itu penulis ingin membuat penelitian tentang pembuatan Service Wedge Clamp (SWC) dengan bahan baku komposit plastik polipropilen dengan tepung sagu, yang diharapkan dengan penambahan tepung sagu pada polypropylene sebagai bahan utama dari pembuatan service wedge clamp (SWC) bisa menambah nilai sifat mekanik dari bahan utama pembuatan service wedge clamp (SWC) tersebut.

Dari uraian diatas pada penelitian ini menggunakan bahan plastik polipropilen (PP) dan tepung sagu yang akan diuji dengan metode pengujian tarik, kekerasan, dan bending.

1.2. Batasan Masalah

Untuk mengurangi kompleksitas permasalahan serta menentukan arah penelitian yang lebih baik maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahan yang diuji adalah komposit dari tepung sagu sebagai pengisi, dan plastic polipropilen (PP) sebagai matrik.
2. Plastik PP yang digunakan adalah plastic PP bekas yang berasal dari ember plastik bekas.
3. Suhu yang digunakan adalah 170°C
4. Pemanfaatan tepung sagu sebagai bahan penguat/pengisi (reinforcement/filler) komposit.
5. Penyebaran tepung sagu dianggap merata atau homogen.
6. Fraksi berat plastik yang dipakai adalah 100%, 95%, 90%, dan 85%.
7. Pencampuran komposit dilakukan dengan pencampuran diluar mesin.
8. Pembuatan spesimen menggunakan mesin injection molding manual dengan mengandalkan tenaga manusia
9. Tekanan yang digunakan adalah dengan mengandalkan berat dari operator mesin
10. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik, kekerasan, dan bending.

1.3. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahannya dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan spesimen antara 100%:0%, 95%:5%, 90%:10%, dan 85%:15% dalam pengujian tarik, impact, dan bending ?.
2. Spesimen manakah yang paling baik digunakan untuk bahan baku SWC ?.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kekuatan pengujian tarik, pengujian impact, dan pengujian bending.
2. Untuk mengetahui spesimen yang lebih baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan SWC.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Bagi Peneliti
 - a. Untuk mengetahui kekeuatan tarik komposit dari plastik polopropilen (PP) yang dicampur dengan tepung sagu
 - b. Untuk mengetahui komposit terbaik untuk digunakan sebagi bahan baku pembuatan Service Wedge Clamp (SWC).
 - c. Sarana pengembangan pengetahuan dan kreatifitas mahasiswa.
2. Bagi Fakultas Teknik
 - a. Menjadi referensi atau masukan bagi mahasiwa dalam pengembangan ilmu teknik mesin.
 - b. Menambah kajian ilmu dalam bidang teknik mesin.

1.5.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat member manfaat antara lain :

- a. Memberi kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang permesinan.
- b. Dapat dijadikan referensi dalam pembuatan alat kelistrikan yang lain.

1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

Dalam penulisan skripsi ini, dibuat sistematika penulisan agar mudah untuk dipahami dan memberikan gambaran secara umum kepada pembaca mengenai skripsi ini. Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagian awal.

Bagian awal berisi halaman judul atau sampul, halaman persetujuan pembimbing, halaman pengesahan kelulusan, halaman pernyataan orisinalitas, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, *abstract* (Dalam Bahasa Inggris), daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar lampiran dan halaman lambing atau notasi. Bagian awal ini bermanfaat untuk memberikan kemudahan kepada pembaca dalam mencari bagian-bagian penting secara tepat.

2. Bagian Inti

Bagian isi terdiri dari 5 bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori, meliputi: bahan (material) Service Wedge Clamp (SWC), komposit, dan teori yang relevan dengan penelitian, serta tinjauan pustaka.

BAB III METODOLOGO PENELITIAN

Bab ini meliputi metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, instrument penelitian, dan desain pengujian, populasi, sampel, dan teknik pengambilan sampel, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan diagram alur penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis data dan pembahasan mengenai pembuatan plastik polipropilen (PP) dan tepung sagu.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini meliputi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan saran-saran yang diharapkan bermanfaat bagi yang berkepentingan.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir terdiri dari:

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi tentang buku-buku, literature-literatur, sumber-sumber berupa jurnal maupun artikel yang berkaitan dengan penelitian.

LAMPIRAN

Lampiran berisi tentang data-data dukung penelitian, seperti tabel, hasil perhitungan pengujian, dan dokumentasi penelitian lainnya.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Bahan (Material)

1. Definisi Bahan (Material)

Definisi bahan menurut Japrie (1985:605) adalah zat yang digunakan dalam produk teknik, termasuk di dalamnya: logam, keramik, polimer, semi konduktor, gelas, dan zat alamiah lainnya seperti kayu dan batu. Pada umumnya bahan tidak termasuk makanan, sandang, obat-obatan dan barang lain yang sejenisnya.

Definisi bahan secara umum yaitu segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Material teknik merupakan material yang digunakan dalam penyusunan sebuah benda yang dapat dimanfaatkan untuk perekayasaan maupun perancangan di bidang teknik.

2. Sifat-Sifat Material

Setiap material mempunyai ciri-ciri yang berbeda. Ciri-ciri tersebut biasa disebut dengan sifat material. Dalam pemilihan dan penggunaan material untuk sebuah produk, biasanya berdasarkan sifat material tersebut (Septiana, 2017). Sifat-sifat material tersebut meliputi:

a. Sifat Fisik

Sifat fisik yaitu kemampuan suatu material ditinjau dari sifat-sifat fisiknya. Sifat yang dapat dilihat atau tampak langsung dari suatu material. Sifat fisik ini relatif tidak dapat dirubah. Beberapa sifat fisik yang dimiliki suatu material, antara lain:

1) Warna

Semua material memiliki warna yang khas, misalnya: tembaga berwarna merah, besi berwarna hitam, besi cor kelabu berwarna abu-abu, aluminium berwarna keperakan, dan sebagainya.

2) Kepadatan

Kepadatan (*density*) merupakan berat bersatunya volume beban. Kebalikan dari densitas yaitu volume spesifik. Perkalian dari kedua besaran ini diperoleh dari volume atom. Contohnya: massa jenis, berat jenis, dan lain sebagainya.

3) Ukuran dan Bentuk (Dimensi)

Setiap material mempunyai bentuk dan ukurannya masing-masing sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan.

b. Sifat *Thermal*

Kenaikan temperatur pada saat akan menaikkan getaran atom yang mengakibatkan ekspansi *thermal* kisi, sehingga terjadi perubahan dimensi. Perubahan volume dengan adanya perubahan temperatur mempunyai peran penting dalam proses-proses metalurgi seperti pengecoran dan perlakuan panas. Contohnya: titik cair, dan titik lebur.

c. Sifat Listrik

Sifat listrik material meliputi: konduktivitas, koefisien temperatur dari tahanan, kekuatan dielektrik, resistivitas dan lain-lain.

- 1) Konduktivitas listrik, yaitu ukuran dari kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Apabila suatu beda potensial listrik ditempatkan pada ujung-ujung sebuah konduktor, muatan-muatan bergerak akan berpindah, menghasilkan arus listrik.
- 2) Koefisien temperature, yaitu perubahan kapasitansi dengan suhu dinyatakan linear sebagai bagian per juta derajat celcius, atau sebagai perubahan persen pada rentang suhu tertentu.
- 3) Kekuatan dielektrik, yaitu ukuran kemampuan suatu material untuk bisa tahan terhadap tegangan tinggi tanpa berakibat terjadinya kegagalan.
- 4) Resistivitas, yaitu kemampuan suatu bahan untuk mengantarkan arus listrik yang bergantung terhadap besarnya medan listrik dan kerapatan arus. Semakin besar resistivitas suatu bahan maka semakin besar pula medan listrik yang dibutuhkan untuk menimbulkan sebuah kerapatan arus.

d. Sifat Magnetik

Sifat magnetik material dibedakan menjadi dua tipe, yaitu:

- 1) Diamagnetik adalah tolak-menolak dengan daerah magnet.
- 2) Paramagnetik (feromagnetik) adalah tarik-menarik dengan daerah magnet.

e. Sifat Mekanis

Sifat mekanis merupakan kemampuan suatu material dalam menerima beban mekanis, baik beban statis maupun beban dinamis. Contoh: ketangguhan, kelelahan, kekerasan, ketahanan mulur, kekuatan tarik, dan lain sebagainya.

Ada beberapa acuan dan sifat mekanis yang menentukan spesifikasi standar suatu material. Data tersebut diperoleh dengan uji mekanis sesuai standar yang telah ditentukan. Data tersebut berlaku pada kondisi yang disebutkan, jika material telah mengalami perlakuan tertentu, maka sifat mekanisnya dapat berubah. Beberapa standar spesifikasi yang digunakan, antara lain: ISO, SAE, JIS, AISI, dan DIN.

Spesifikasi sifat mekanis suatu material meliputi:

1) Kekuatan

Kekuatan (*strength*) merupakan kemampuan material untuk menahan pengaruh gaya-gaya luar yang bekerja sampai pada batas kerusakan. Kekuatan logam dapat dibaca dalam materi pengujian sifat mekanis logam.

2) Kekakuan

Kekakuan (*stiffness*) merupakan kemampuan bahan untuk menahan perubahan bentuk (deformasi).

3) Elastisitas

Elastisitas (*elasticity*) merupakan sifat bahan yang dapat kembali (*regain*) ke bentuk semula setelah deformasi terjadi, pada saat gaya luar atau beban dihilangkan.

4) Plastisitas

Plastisitas (*plasticity*) merupakan sifat material yang tidak dapat kembali (*retain*) ke bentuk semula setelah deformasi di bawah beban pemanen. Sifat ini disebut dengan deformasi permanen.

5) Keliatan

Keliatan (*ductility*) merupakan kemampuan bahan untuk menahan beban patah dan mudah dibentuk atau diolah seperti pengerolan, penarikan, dan sebagainya. Semakin besar keliatan suatu bahan maka semakin aman terhadap kemungkinan patah. Keliatan pada umumnya dinyatakan oleh regangan teknis sampai titik patah (*break*) dari suatu pengujian tarik. Besarnya keliatan dinyatakan dalam persentase perpanjangan dan persentase pengecilan luas.

6) Energi yang diabsorpsi oleh bahan sampai titik patah merupakan luas bidang bawah kurva tegangan regangan.

7) Kelelahan

Patahan lelah disebabkan oleh tegangan berulang dan juga dapat terjadi pada tegangan kurang dari $\frac{1}{3}$ kekuatan tarik statik pada bahan struktur pada konsentrasi tegangan. Dalam keadaan dimana pemusatan tegangan diperhitungkan, mungkin bahan akan putus pada tegangan yang lebih rendah. Jadi kelelahan memegang utama dalam putusnya bahan secara mendadak pada penggunaan suatu struktur atau komponen.

Proses terjadinya patah lelah, yaitu: terjadinya retakan awal, perambatan retakan lelah, patahan static terhadap luas penampang sisa. Sedangkan untuk mencegahnya maka perlu dilakukan pengawasan pada setiap prosesnya.

8) Melar (*Creep*)

Beberapa bahan dapat berdeformasi secara kontinu dan perlahan-lahan dalam periode waktu yang lama jika dibebani secara tetap. Deformasi semacam ini, yang tergantung pada waktu disebut melar.

9) Keausan

Keausan terjadi karena adanya gesekan (*friction*) pada bidang kontak saat sebuah komponen bergerak dengan tahanan. Apabila terjadi secara terus-menerus maka abrasi (pengikisan) akan berlanjut dan merusak kelihatan komponen yang selanjutnya berkembang terus menjadi lebih parah sampai patah.

10) Kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan bahan untuk menahan beban yang tinggi termasuk kemampuan logam memotong logam yang lain.

f. Sifat Teknologi

Sifat teknologi adalah kemampuan suatu bahan/material untuk diproses lanjut atau dilakukan proses pengerjaan permesinan. Contoh: mampu mesin, mampu las, mampu cor, mampu dibentuk, mampu dikeraskan, dan lain sebagainya

g. Sifat Kimia

Sifat kimia merupakan ketahanan suatu material terhadap lingkungan terutama dari sifat asam dan basa. Contoh: ketahanan terhadap karat, ketahanan terhadap panas, beracun.

h. Sifat Logam

Sifat logam meliputi:

1) Tempa

Tempa (*malleability*) merupakan kemampuan logam untuk ditempa. Logam mempunyai sifat yang mampu dibentuk dengan suatu gaya, baik dalam keadaan dingin maupun panas tanpa terjadi retak pada permukaannya, misalnya dengannya *hammer* (palu).

2) *Machinability*

Machinability merupakan kemampuan suatu logam untuk dikerjakan dengan mesin, misalnya: dengan mesin bubut, milling, dan lain sebagainya.

3) *Strenght* (kekuatan) merupakan kemampuan suatu logam untuk dibengkokkan beberapa kali tanpa mengalami retak.

4) Ulet

Ulet (*toughness*) merupakan kemampuan suatu logam untuk menahan deformasi.

5) Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) merupakan ketahanan suatu logam terhadap penetrasi atau penusukan indentor yang berupa bola baja, intan piramida, dan lain-lain.

6) Las

Las (*weldability*) adalah kemampuan suatu logam untuk dapat dilas, baik dengan menggunakan las listrik maupun dengan las karbit (las).

7) Tahan Korosi

Tahan korosi (*corrosion resistance*) merupakan kemampuan suatu logam untuk menahan korosi atau karat akibat kelembaban udara, zat-zat kimia, dan lain-lain.

8) Tahan

Tahan (*impact*) merupakan sifat yang dimiliki oleh suatu logam untuk dapat tahan terhadap beban kejut.

9) Tarik

Tarik (*ductility*) merupakan kemampuan logam untuk membentuk dengan tarikan sejumlah gaya tertentu tanpa menunjukkan gejala-gejala putus. Contoh dari gejala putus yakni adanya pengecilan permukaan penampang pada salah satu sisi.

3. Klasifikasi Material

Berdasarkan sumbernya, material dibagi atas dua macam (Akbar, 2012), yaitu:

a. Material Organik

Material organik yaitu material yang bersumber dari alam yang berupa makhluk hidup yang dapat dimanfaatkan langsung tanpa melalui proses terlebih dahulu. Contohnya: kayu, batu bara, dan karet alam.

b. Material Anorganik

Material anorganik yaitu material yang bersumber dari alam, selain makhluk hidup dan untuk mendapatkannya harus melalui proses terlebih dahulu. Material anorganik terdiri dari:

1) Logam

Logam merupakan material yang memiliki daya hantar listrik yang tinggi, sifat konduktor yang baik, tahan terhadap temperatur tinggi, titik didih tinggi, keras, mengkilap, tidak tembus cahaya, dan dapat dideformasi.

2) Non Logam

Non logam merupakan material dengan titik didih rendah dan bersifat isolator, tidak tahan temperatur yang tinggi, dan sebagian tembus cahaya. Material non logam meliputi:

a) Polimer

Polimer (plastik) adalah material hasil rekayasa manusia, yaitu rantai molekul yang sangat panjang terdapat banyak molekul MER yang saling mengikat. Polimer merupakan gabungan dari monomer-monomer yang membentuk rantai hidrokarbon (C-H) yang panjang.

Polimer terdiri dari :

(1) Termoplastik

Termoplastik adalah polimer dengan rantai karbon lurus, tidak tahan temperatur tinggi, dan berkekuatan rendah. Contoh : plastik.

(2) Termosetting

Termosetting adalah polimer dengan rantai hidrokarbon bercabang, tahan terhadap temperatur tinggi, dan mempunyai stabilitas yang tinggi. Contoh : PVC (*Poly Vinyl Chloride*) dan melamin.

(3) Elastomer

Elastomer adalah polimer yang mempunyai tingkat elastisitas yang tinggi dan rantai karbon berbentuk jala. Contoh : karet alam.

a) Komposit

Komposit adalah jenis material baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih material dimana sifat masing-masing material berbeda satu sama lainnya, baik sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir material tersebut. Perpaduan dua unsur tersebut terdiri dari matriks dan fiber yang masih memiliki sifat aslinya. Fiber sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat.

Selain dibuat dari hasil rekayasa manusia, komposit dapat terjadi secara alamiah, misalnya kayu, yaitu terdiri dari serat selulose yang berada dalam matriks lignin.

Komposit memiliki banyak keunggulan, yaitu: berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut-baut penyambung. Penggunaan komposit ialah komponen pesawat terbang, komponen mesin, jembatan, kapal layar, dan lain-lain.

Berdasarkan matriksnya, komposit dibagi menjadi :

- (1) *Metal Matrics Composite* (MMC) dengan logam sebagai matriks.
Contoh : *body* pesawat terbang.
- (2) *Ceramic Matrics Composite* (CMC) dengan keramik sebagai matriks. Contoh : tiang bangunan beton.
- (3) *Polymer Matrics Composite* (PMC) dengan polimer sebagai matriks.
Contoh : ban.

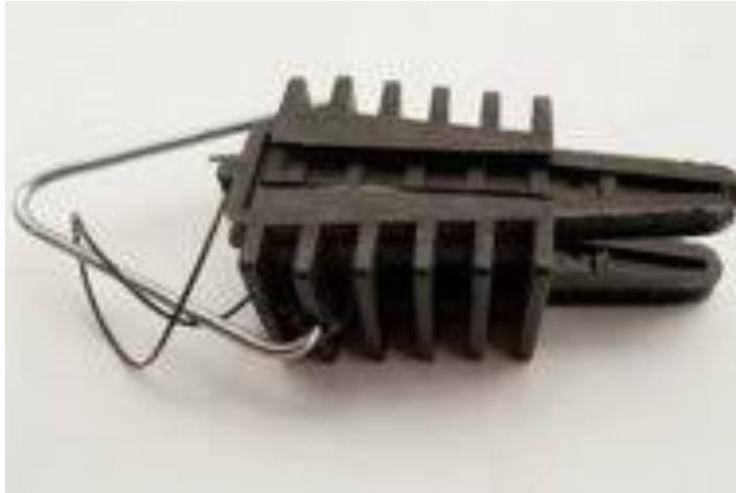
2.1.2 PLASTIK POLYPROPYLENE (PP)

Polypropylene (PP) adalah polimer adiasi termoplastik yang terbuat dari kombinasi monomer propylene, ini digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memasukan kemasan untuk produk konsumen, komponen plastic berbagai industry, termasuk industry otomotif.

Menurut beberapa laporan, permintaan global saat ini untuk bahan menghasilkan pasar sekitar 45 juta metric ton dan diperkirakan bahwa permintaan akan meningkat menjadi sekitar 62 juta metric ton pada tahun 2020. Penggunaan akhir utama polypropylene adalah industry pengemasan, yang mengkonsumsi sekitar 30% total, diikuti oleh manufaktur listrik dan peralatan, yang masing-masing menggunakan sekitar 13%. Peralatan rumah tangga dan industry otomotif keduanya mengonsumsi 10%. Dan bahan bangunan mengikuti dengan 5% dari pasar. Aplikasi lain bersama-sama membentuk sisa konsumsi PP global. Salah satu manfaat utama dari PP adalah dapat diproduksi (baik melalui CNC atau injection molding, thermoforming atau crimping) menjadi engsel hidup, engsel hidup adalah potongan plastic yang sangat tipis yang melengkung tanpa patah (bahkan pada rentang gerakan ekstrim yang mendekati 360 derajat), mereka tidak terlalu berguna untuk aplikasi struktural seperti pemegang pintu yang berat tetapi sangat berguna untuk aplikasi tanpa beban seperti pembuatan tutup botol dll.

- 1 Ketahanan terhadap kimia : basa dan asam encer tidak mudah bereaksi terhadap polypropylene, yang membuatnya menjadi pilihan yang sangat baik untuk wadah cairan seperti : bahan pembersih, produk pertolongan pertama dan banyak lagi yang lain.
- 2 Elastisitas dan ketangguhan : PP akan bertindak pada elastisitas pada rentang defleksi tertentu (seperti semua bahan), tetapi juga akan mengalami deformasi plastic sejak awal dalam proses deformasi, sehingga dianggap sebagai material yang keras. Ketangguhan adalah istilah teknik yang didefinisikan sebagai kemampuan material untuk merusak (secara plastis, bukan elastikal) tanpa merusak.
- 3 Ketahanan lelah : PP mempertahankan bentuk setelah mengalami banyak punter, membungkuk, dan meregangkan. Property ini sangat berfungsi sebagai engsel hidup.
- 4 Isolasi : PP memiliki daya tahan terhadap listrik dan sangat berguna untuk komponen elektronik.
- 5 Transmisiivitas : meskipun PP dapat dibuat transparan, biasanya diproduksi secara alami buram dan warna.

2.1.3 SERVICE WEDGE CLAMP (SWC)



Gambar 2.1. Service wedge clamp (SWC)

SWC adalah salah satu alat kelistrikan yang berfungsi sebagai clamp kabel dari pusat atau tiang listrik yang terhubung kerumah atau bangunan disekitarnya. Peralatan atau material yang dimaksud harus dapat dipergunakan sebagai lengkapan sambungan rumah sesuai dengan data teknik yang tertera dakam spesifikasi teknik ini.

FUNGSI : Pelatan listrik ini dirncanakan dan dibuat untuk dapat dipergunakan sesuai dengan sifat tertentu dan penampilannya yang dapat dipasang ditempat tertentu (pada L.Bracket atau strain hook) dan dapat dipergunakan sebagai pemegang (holder) kabel sambungan rumah. (Jaringan Listrik SUTR-SUTM-SUTT, 2020)

KONSTRUKSI BAHAN :

- Body clamp terbuat dari 15ontrol thermoplast
- Lidah penjepit terbuat dari 15ontrol thermoplast
- Kekuatan jepit terhadap kabel terpasang ukuran :
 - ✓ 2 x 6 = 170 kg
 - ✓ 2 x 10 = 182 kg
 - ✓ 2 x 16 = 195 kg
- Ring pemegang dari kawat baja tahan terhadap korosi dengan lapisan seng (cara lapis listrik) = 45 micro.

- Tahan terhadap perubahan cuaca yang buruk atau panas yang timbul sebagai akibat material tersebut dalam keadaan berfungsi atau tidak.
- Tahan terhadap pengaruh dari bahan–bahan yang dapat menimbulkan karat (korosi)

LAIN-LAIN

- Apabila dibutuhkan pengujian, material ini pasti dapat dan lulus uji dengan hasil baik pada lembaga resmi yang diakui sesuai dengan standar pengujian yang berlaku.
- Pengujian yang dimaksud tersebut adalah sesuai dengan karakteristik.

2.1.4 SAGU AREN

Sagu merupakan tanaman yang aslinya dari Indonesia. Diyakini bahwa pusat asal sagu adalah sekitar Danau Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua (Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, 2008). Di tempat tersebut dijumpai keragaman plasma nutfah sagu yang paling tinggi. Areal sagu di Indonesia merupakan areal sagu terbesar didunia, yaitu sekitar 1128 juta hektar atau 51,3% dari 2201 juta hektar areal dunia namun pemanfaatan sagu di Indonesia masih jauh tertinggal dibandingkan Malaysia dan Thailand yang masing-masing hanya memiliki areal sagu sebesar 1,5% dan 0,2% (Cristine Jose, 2003)

Batang sagu ditebang saat kandungan patinya paling tinggi, yaitu menjelang tanaman sagu berbunga, setelah pohon sagu ditebang, empulur batang diolah untuk mendapatkan tepung sagu.

Sagu merupakan sumber karbohidrat yang dapat digunakan sebagai makanan pengganti nasi, sagu mengandung karbohidrat sebesar 65,7%, lignin 21%, selulosa 20% (Kiat, 2006 dan M. Husain Latuconsina, 2014). Kandungan ini lah yang berfungsi sebagai penguat atau pengisi dari campuran yang digunakan.

2.1.5 BAHAN DASAR PLASTIK

Plastik adalah senyawa polimer alkena dengan bentuk molekul sangat besar. Istilah 16ontrol, menurut pengertian kimia, mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Molekul 16ontrol terbentuk dari kondensasi 16ontrol atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau nilai ekonominya.

Secara alamiah, terdapat beberapa polimer (pengulangan tidak terhingga dari monomer-monomer) yang digolongkan ke dalam kategori 17ontrol. Secara fisik, 17ontrol bisa dibentuk atau dicetak menjadi lembar film atau serat sintetik, yang disebabkan karena 17ontrol juga bersifat “malleable” alias memiliki sifat bisa dibentuk atau ditempa.

Dalam proses 17ontrol17 dan pabrikasi, 17ontrol dibuat dalam jenis yang sangat banyak. Sifat-sifat bisa menerima tekanan, panas, keras juga lentur, dan bisa digabung dengan partikel lain semisal karet, metal, dan keramik. Sehingga wajar jika 17ontrol bisa dipergunakan secara massa untuk banyak sekali keperluan. Bahkan keranjang belanja yang umum dibawa ibu-ibu ke pasar juga kini diganti 17ontrol kresek yang berubah menjadi sampah begitu sampai di rumah (Wikipedia,2018)

Jenis-jenis 17ontrol :

1. PET — Polyethylene Terephthalate

Biasanya, pada bagian bawah kemasan botol 17ontrol, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PETE atau PET (polyethylene terephthalate) di bawah segitiga

Biasa dipakai untuk botol 17ontrol yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan 17ontrol semua botol minuman lainnya.

Mayoritas bahan 17ontrol PET di dunia untuk serat sintetis (sekitar 60 %), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30 %) Botol Jenis PET/PETE ini direkomendasikan HANYA SEKALI PAKAI, Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker)

2. HDPE — High Density Polyethylene

Umumnya, pada bagian bawah kemasan botol 17ontrol, tertera logo daur ulang dengan angka 2 di tengahnya, serta tulisan HDPE (high density polyethylene) di bawah segitiga.

Biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, 17ontrol171717, 17ontrol air minum, kursi lipat, dan lain-lain. HDPE merupakan salah satu bahan 17ontrol yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan 17ontrol berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang

dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Sama seperti PET, HDPE juga direkomendasikan hanya untuk sekali pemakaian, karena pelepasan senyawa 18ontrol18 trioksida terus meningkat seiring waktu

3. V — Polyvinyl Chloride

Tertera logo daur ulang (terkadang berwarna merah) dengan angka 3 di tengahnya, serta tulisan V — V itu berarti PVC (polyvinyl chloride), yaitu jenis 18ontrol yang paling sulit didaur ulang. Plastik ini bisa ditemukan pada 18ontrol pembungkus (cling wrap), dan botol-botol. PVC mengandung DEHA yang dapat bereaksi dengan makanan yang dikemas dengan 18ontrol berbahan PVC ini saat bersentuhan langsung dengan makanan tersebut karena DEHA ini lumer pada suhu -15oC. Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang dikemas dengan 18ontrol ini berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan berat badan.

Sebaiknya kita mencari 18ontrol181818e pembungkus makanan lain yang tidak mengandung bahan pelembut, seperti 18ontrol yang terbuat dari polietilena atau bahan alami (daun pisang misalnya).

4. LDPE — Low Density Polyethylene

Tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE – LDPE (low density polyethylene) yaitu 18ontrol tipe cokelat (thermoplastic/dibuat dari minyak bumi), biasa dipakai untuk tempat makanan, 18ontrol kemasan, dan botol-botol yang lembek. Sifat mekanis jenis 18ontrol LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60oC sangat resisten terhadap senyawa kimia.

Daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, akan tetapi kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen. Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia.

Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini.

5. PP — Polypropylene

Tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP – PP (polypropylene) adalah pilihan terbaik untuk bahan 19ontrol, terutama untuk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi. Karakteristik adalah biasa botol transparan yang tidak jernih atau berawan. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Carilah dengan kode angka 5 bila membeli barang berbahan 19ontrol untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman.

6 . PS — Polystyrene

Tertera logo daur ulang dengan angka 6 di tengahnya, serta tulisan PS-PS biasa dipakai sebagai bahan tempat makan 19ontrol1919, tempat minum sekali pakai, dan lain-lain. Polystyrene merupakan polimer 19ontrol19 yang dapat mengeluarkan bahan styrene ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Selain tempat makanan, styrene juga bisa didapatkan dari asap rokok, asap kendaraan dan bahan konstruksi gedung. Bahan ini harus dihindari, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu 19ontrol estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, dan pertumbuhan dan sistem syaraf, juga karena bahan ini sulit didaur ulang. bila didaurulang, bahan ini memerlukan proses yang sangat panjang dan lama. Bahan ini dapat dikenal dengan kode angka 6, namun bila tidak tertera kode angka tersebut pada kemasan plastik, bahan ini dapat dikenal dengan cara dibakar (cara terakhir dan sebaiknya dihindari). Ketika dibakar, bahan ini akan mengeluarkan api berwarna kuning-jingga, dan meninggalkan jelaga.

7. Other

Tertera logo daur ulang dengan angka 7 di tengahnya, serta tulisan OTHER – Other (SAN – styrene acrylonitrile, ABS – acrylonitrile butadiene styrene, PC – polycarbonate, Nylon). Dapat ditemukan pada tempat makanan dan minuman seperti botol minum olahraga, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, 19ontrol19, alat-alat elektronik, dan 19ontrol kemasan.

PC – Polycarbonate dapat ditemukan pada botol susu bayi, gelas anak batita (sippy cup), botol minum polikarbonat, dan kaleng kemasan makanan dan minuman, termasuk kaleng susu formula. Dianjurkan untuk tidak dipergunakan untuk tempat makanan ataupun minuman karena Bisphenol-A dapat berpindah ke dalam minuman atau makanan jika suhunya dinaikkan karena pemanasan. SAN dan ABS memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu, kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan yang telah ditingkatkan.

Biasanya terdapat pada mangkuk mixer, pembungkus termos, piring, alat makan, penyaring kopi, dan sikat gigi, sedangkan ABS biasanya digunakan sebagai bahan mainan lego dan pipa. (Wikipedia, 2018)

Dalam proses produksi dan pabrikasi, plastik dibuat dalam jenis yang sangat banyak. Sifat-sifat bisa menerima tekanan, panas, keras juga lentur, dan bisa digabung dengan partikel lain semisal karet, metal, dan keramik. Sehingga wajar jika plastik bisa dipergunakan secara massal untuk banyak sekali keperluan. Bahkan keranjang belanja yang umum dibawa ibu-ibu ke pasar juga kini diganti plastik kresek yang berubah menjadi sampah begitu sampai di rumah.

Limbah plastik memang sudah menjadi permasalahan lama yang dihadapi oleh kota-kota besar di Indonesia. Limbah plastik selain berbahaya bagi lingkungan karena memerlukan waktu ratusan tahun untuk mengurai, juga beberapa jenis plastik yang belum menjadi sampah atau limbah pun telah dinyatakan berbahaya oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM).

Pada dasarnya manusia sering mengkonsumsi makanan-makanan diantaranya makanan pokok maupun makanan ringan yang dibungkus oleh plastik, dan bungkus plastik tersebut biasanya hanya untuk sekali pakai saja, lalu dibuang, tanpa kita sadari hal inilah yang akan berakibat buruk dimasa yang akan datang.

Kita tidak sadar sudah berapa banyak sampah plastik yang kita hasilkan setiap harinya, bahkan sampah plastik sudah kita anggap wajar saja jika berserakan dimana-mana, kita tidak tau akibat dari sampah plastik yang kita buang bagi kesehatan dan lingkungan kita.

Hampir disetiap tempat perbelanjaan kita mendapatkan 21ontrol dan terkadang kita dapatkan itu dengan Cuma-Cuma.mungkin karna kita mendapatkannya secara mudah pulalah kita juga membuangnya secara mudah.

Bahan dasar 21ontrol menggunakan minyak bumimentah yang baru diangkat ke kilang minyak melalui proses pemurnian bersamaan dengan gas alam. Etana dan 21ontrol adalah produk yang dihasilkan dari proses pemurnian, kemudian etana dan 21ontrol dipecah dengan tungku yang bersifat panas, kemudian etilana dan propilena akan terbentuk pada proses ini.Dalam sebuah 21ontrol, etilana dan propilena akan digabungkan dengan katalis untuk membentuk zat seperti tepung. Zat itu adalah polimer 21ontrol. Selanjutnya dilakukan proses ekstrusi yang mana 21ontrol berbentuk cair.Plastik dalam bentuk cair ini dibiarkan mendingin lalu *pelletizer* yaitu proses pembentukan polimer menjadi 21ontrol 21ontrol kecil (bijih 21ontrol).

Produk yang dibuat menggunakan bahan dasar dari limbah 21ontrol yang didaur ulang.Bahan dasar yang digunakan seperti limbah ember bekas, karung-karung berbahan 21ontrol dan lain sebagainya.

Bahan-bahan yang sering digunakan dalam produksi ini adalah:

1. Bahan Bekuan (terbuat dari karung bekas yang dilelehkan lalu dikeraskan kembali)
2. Bahan PP (terbuat dari ember 21ontrol bekas yang dihancurkan menjadi pecahan kecil)
3. Bahan HD (terbuat dari pecahan ember bekas tetapi memiliki kualitas lebih baik dari bahan PP)

2.1.6 PENGERTIAN INJECTION MOLDING

Mold dapat didefinisikan sebagai cetakan, atau proses yang dipergunakan dalam 21ontrol21 manufaktur untuk mencetak material. Sedangkan Injection Molding merupakan salah satu teknik pada 21ontrol21 manufaktur untuk mencetak material dari bahan thermoplastic. Material thermoplasctic yang biasa dicetak dengan teknik Injection Molding : Polystyrene, Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS), PMMA (Polymethyl Methacrylatic).

Ada 3 bagian utama dalam Mesin Injection Molding:

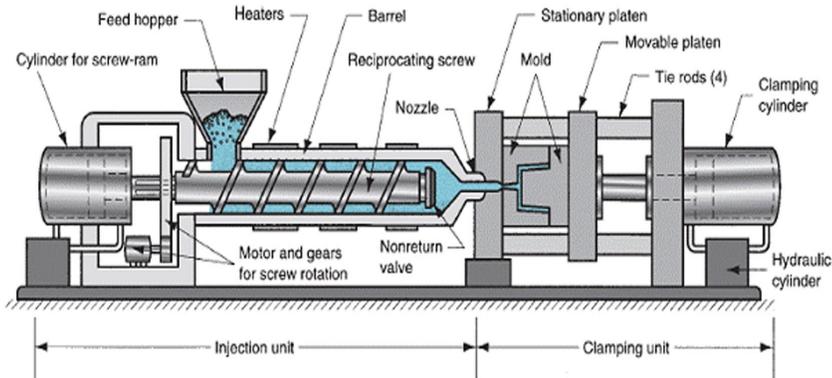
1. Clamping Unit Merupakan tempat untuk menyatukan molding. Clamping system sangat kompleks, dan di dalamnya terdapat mesin molding (cetakan), dwelling untuk

memastikan molding terisi penuh oleh resin, injection untuk memasukan resin melalui sprue pendingin, ejection untuk mengeluarkan hasil cetakan 22ontrol dari molding.

2. Plasticizing Unit Merupakan bagian untuk memasukan pellet 22ontrol (resin) dan pemanasan. Bagian dari Plasticizing unit : Hopper untuk memasukan resin; Screw untuk mencampurkan material supaya merata ,Barrel, Heater dan Nozzle.

3. Drive Unit Unit untuk melakukan 22ontrol kerja dari Injection Molding, terdiri dari Motor untuk menggerakan screw, Injection Piston menggunakan Hydraulic system (sistem pompa) untuk mengalirkan fluida dan menginjeksi resin cair ke molding (PT. Galih Sekar Sakti, 2018)

2.1.7 PROSES INJECTION MOLDING



Gambar 2.2. *injection molding*

Proses Injection molding diawali dengan pellet plastik kadang orang menamakan resin. Secara sederhana dapat dijelaskan resin dimasukan ke dalam Hopper (bagian dari mesin injection), memasuki ke bagian barrel sesuai dengan prinsip grafitasi. Pemanasan resin hingga tercapai titik melting oleh heater, resin mengalami proses plasticizing berbentuk cairan sehingga mudah untuk diinjeksikan ke dalam molding (cetakan). Di dalam Molding, resin dicetak sesuai dengan disain dari cetaknya, dan mengalami pendinginan untuk proses perubahan fase dari cair ke padatan (solidifikasi). Faktor yang mempengaruhi dalam Injection Molding adalah material plastik yang dipergunakan, mesin injection dan proses Injection Molding. Secara kuantitatif proses injection molding sangat dipengaruhi : Suhu Material, tekanan, kecepatan aliran material dalam

silinder dan molding, temperatur molding, kekentalan resin, laju pendinginan. Namun tidak semua faktor ini dapat terukur dalam ruangan Injection Molding yang terisolasi.

1. Plasticizing Process

Plasticizing merupakan salah satu proses dalam Injection Molding, proses ini terjadi dalam plasticizing unit. Resin yang masuk ke dalam plasticizing unit dengan adanya screw yang berputar menjadikan resin tercampur lebih homogen. Dibagian depan screw terjadi pemanasan resin hingga titik melting, resin mengalami proses plasticizing. Resin berubah bentuk dari padat ke cairan. Dengan bentuk cairan memudahkan untuk proses injeksi ke nozzle dan akhirnya molding. Skema Proses plasticizing di dalam screw.

2. Injection

Injection diawali dari resin cair dalam plasticizing unit, diinjeksikan ke nozzle (sambungan antara molding unit dengan tabung plasticizing unit). Melalui sprue material mengalir ke molding, tekanan dan kecepatannya aliran ditentukan oleh perputaran screw. Bagian dwelling akan bekerja untuk menentukan molding telah terisi penuh dengan memberikan tekanan. Colling dilakukan dengan menentukan laju pendinginan untuk proses solidifikasi plastik, hal ini sangat penting untuk menghasilkan plastik sesuai disain. Molding dapat dibuka dengan memisahkan satu bagian dengan bagian lain molding. Selanjutnya plastik hasil injeksi dikeluarkan melalui ejector.

3. Runner dan Gate system

Bagian hasil cetakan yang dipergunakan konsumen adalah part, sedangkan sprue dan runner merupakan jalannya resin untuk sampai ke part, dan mengalami pendinginan, yang berubah menjadi padatan. Selanjutnya sprue dan runner akan dibuang atau didaur ulang. Material resin dapat dicampur dengan sisa-sisa material runner dan sprue untuk menghasilkan plastik, namun ada juga material resin yang tidak dapat dicampur dengan sisa sprue dan runner.

2.1.8 KELEBIHAN DAN KEKURANGA PADA INJECTION MOLDING

Kelebihan utama proses metal injection molding dibandingkan dengan teknik kompaksi lainnya terletak pada kemampuan membuat produk dengan kompleksitas geometri yang tinggi,

kapasitas produk tinggi, serta efisiensi produksi tinggi. Kemampuan proses metal injection molding dalam mencapai akurasi geometri yang tinggi dapat mengurangi pemesinan sekunder. Proses ini juga mampu membuat ulir eksternal secara langsung tanpa tambahan. Keuntungan lainnya adalah bahwa optimasi desain komponen dan cetakan dapat dilakukan dengan perangkat lunak yang diadopsi dari perangkat lunak yang biasa digunakan untuk injection molding.

Disamping berbagai kelebihan, proses injection molding juga mempunyai beberapa kekurangan. Tidak semua jenis serbuk tersedia di pasaran. Proses ini hanya cocok untuk produk berdasarkan timbangan cetakan, kemungkinan cacat pada produk, kapasitas mesin injection, dan waktu pemrosesan. Panjang maksimum komponen yang diijinkan umumnya adalah 100 mm dengan volume kurang dari 100 cm³.

2.1.9 CARA DAUR ULANG PLASTIK

Cara daur ulang sampah plastik juga ditentukan oleh jenis sampah plastik itu sendiri. Cara daur ulang sampah plastik dengan membedakan jenis-jenisnya akan menghasilkan biji plastik yang lebih bagus dan bersih. Ada 3 jenis plastik yang bisa didaur ulang, yaitu jenis *polypropylene* (PP), *low density polyethylene* (LDPE) dan *polyethylene terephthalate* (PET). Masing-masing jenis plastik ini terdapat di beberapa produk yang berbeda, antara lain: PP yang bisa didapatkan di kemasan cup plastik. Sedangkan untuk LDPE dan PET bisa ditemukan di plastik dan botol infus. Untuk Anda yang ingin memulai usaha ini, Anda bisa mengumpulkan sendiri atau bisa juga membelinya dari para pemasok sampah. Plastik yang sudah terkumpul kemudian dibersihkan sampai tidak ada sisa bahan lain lagi. Kemudian setelah plastik benar-benar bersih, baru dipisahkan berdasarkan jenisnya untuk kemudian dicacah. Dalam proses penggilingan itu sendiri juga ada 2 cara yang dilakukan, antara lain penggilingan basah dan kering. Untuk penggilingan kering, pencuciannya dilakukan setelah selesai proses giling. Sedangkan untuk penggilingan basah, caranya adalah dengan mencampurkan plastik dengan air dingin maupun panas. Yang perlu Anda ketahui adalah air dingin dan air panas mempunyai tingkat kebersihan dan kejernihan yang berbeda. Untuk hasil yang lebih bersih, sebaiknya Anda memilih penggilingan menggunakan air dingin.

Cara daur ulang sampah plastik dengan cara di atas bisa Anda lakukan sendiri sebelum mempunyai banyak pegawai. Asalkan Anda teliti dan fokus untuk mendaur ulang sesuai dengan langkah-langkahnya, maka tidak menutup kemungkinan usaha Anda akan semakin melebar.

Setelah Anda mendaur ulang sampah-sampah plastik yang ada, Anda bisa mencari pangsa pasar baik di dalam maupun di luar negeri. Para pengrajin setempat juga bisa Anda sasar untuk menjual hasil daur ulang plastik Anda.

Cara daur ulang sampah plastik sebenarnya cukup sederhana karena bisa dengan berkembangnya usaha Anda, Anda bisa menambah mesin giling lagi. Sebagai informasi, Anda bisa mendapatkan satu mesin giling dengan harga sekitar Rp 30 juta – Rp 35 juta. Anda bisa mendapatkan mesin penggerak secara terpisah (Wikipedia, 2018).

2.1.10 Material Komposit

1 Definisi Material Komposit

Material komposit adalah kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya (Smith, 1993). Material komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang membentuk suatu kesatuan (Van Vlack, 1991). Material komposit merupakan satu kesatuan dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya.

Komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang dikenal dengan *matriks*. Bahan serat digunakan bahan-bahan yang kuat, kaku, dan getas, sedangkan bahan matriksnya dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia. Komposit pada umumnya terdiri dari dua fasa yaitu: matriks /penguat pada pembuatan komposit, dan *reinforcement* atau filler / fiber.

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya. Matriks

(penyusun dengan fraksi volume terbesar), penguat (penahan beban utama), *Interphase* adalah pelekatan antar dua penyusun, *interface* adalah permukaan fasa yang berbatasan dengan fasa lain. (Surdia, 2005).

2.2 Perilaku Mekanik Material

A. Uji Tarik

Uji tarik rekayasa biasa digunakan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Pada uji tarik benda uji diberi gaya tarik ke sumbu yang bertambah besar secara kontinyu. Bersamaan dengan itu, dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji (Dieter, 1986:277).

Menurut Djaprie (2000) pada uji tarik, kedua ujung benda dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukuran beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan ke perangkat peregangan. Regangan diterapkan melalui kepala silang yang digerakkan motor dan elongasi benda uji. Beban yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tersebut ditentukan dari defleksi elastis suatu balok atau *proving ring*, yang diukur dengan menggunakan metode hidrolis, optik, atau elektromekanik. Cara terakhir ini, dimana kemungkinan terjadi perubahan tahanan pada pengukur regangan yang ditempelkan pada balok, dengan sendirinya, mudah disesuaikan dengan sistem untuk mencatat otografik dari kurva beban elongasi.

Menurut Dieter (1996:305), dalam uji tarik dikenal dua jenis mesin tarik umum, yaitu mesin dengan kendali beban dan mesin dengan kendali pergerakan. Operator dapat mengatur pergerakan sehingga pergerakan terkontrol dan beban dapat menyesuaikan diri. Contoh mesin dengan kendali pergerakan yaitu mesin uji servohidraulik.

Untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu benda dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots (2.1)$$

Keterangan:

σ = Kekuatan tarik (kgf/mm²)

P = Beban maksimum (kgf)

A₀ = Luas penampang (mm²)

B. Uji Impak (Uji Tekan)

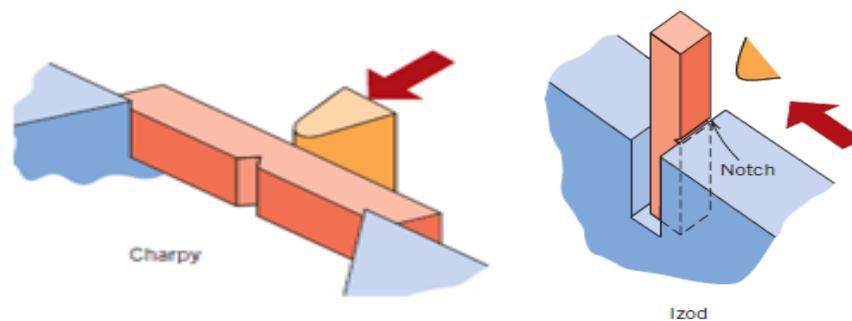
Uji impak merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui ketangguhan, kekerasan, serta keuletan suatu material. Uji impak dapat digunakan untuk mengetahui ketangguhan dari komposit. Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi (Wardany, 2010).

Pada uji impak, ketika beban menumbuk spesimen maka akan terjadi proses penyerapan energi yang besar. Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan prinsip perbedaan energi potensial. Dalam uji impak ada dua metode standar pengujian yang dapat dilakukan, yaitu Metode *Charpy* dan Metode *Izod*.

Metode *Charpy* merupakan pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal/mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. Sedangkan Metode *Izod* merupakan pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah takikan (Wardany, 2010).

Perbedaan Metode *Charpy* dan Metode *Izod* yaitu pada peletakkan spesimen. Pengujian dengan menggunakan Metode *Charpy* lebih akurat jika dibandingkan dengan Metode *Izod*. Karena pada Metode *Charpy* pemegang spesimen tidak menyerap energi. Sedangkan pada Metode *Izod* pemegang spesimen ikut menyerap energi sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang mampu diserap material seutuhnya (Aziz, 2011).

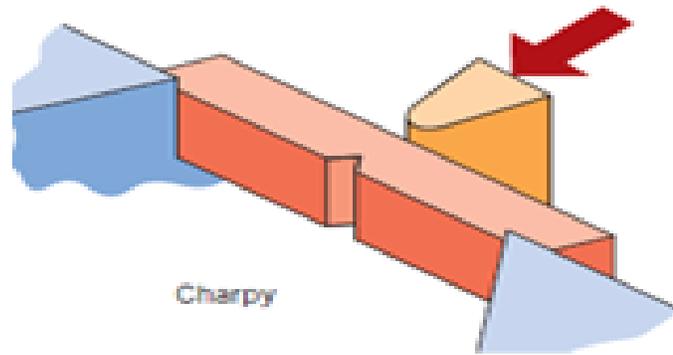
Perbedaan kedua metode tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Perbedaan Metode *Charpy* dan Metode *Izod*
Sumber : Aziz, 2011

Spesimen uji impak berbentuk batang dengan penampang lintang bujur sangkar. Beban didapatkan dari tumbukan oleh palu pendulum yang dilepas dari posisi ketinggian h . Spesimen diposisikan pada dasar. Ketika dilepas, ujung pisau pada palu pendulum akan menabrak dan mematahkan spesimen pada titik konsentrasi tegangan untuk pukulan impak kecepatan tinggi. Palu pendulum akan melanjutkan ayunan untuk mencapai ketinggian maksimum h' yang lebih rendah dari h (Sukarja, 2013).

Skema pengujian impak *Charpy* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.4. Skema Pengujian Impak *Charpy*
 Sumber : Sukarja, 2013

Energi yang diserap dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$W = G.R (\cos \beta - \cos \alpha) \dots (2.2)$$

Keterangan:

- W = Energi yang diserap (J)
- G = Berat pendulum (N)
- R = Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)
- β = Sudut pendulum setelah tabrak benda uji ($^{\circ}$)
- α = Sudut pendulum tanpa benda uji ($^{\circ}$)

Sedangkan kekuatan impact benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Ech = \frac{W}{bi - hi} \dots (2.3)$$

Keterangan:

- Ech = Kekuatan impact (J/mm^2)
- W = Energi serap benda uji (J)

b_i = Lebar benda uji impact (mm)

h_i = Panjang benda uji impact (mm)

menurut Aziz (2011), faktor yang mempengaruhi kegagalan material pada pengujian impact adalah sebagai berikut.

a. *Notch*

Notch pada material akan menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan pada daerah yang lancip sehingga material lebih mudah patah. Selain itu, *Notch* juga akan menimbulkan *triaxial stress*. *Triaxial stress* ini sangat berbahaya karena tidak akan terjadi deformasi plastis dan menyebabkan material menjadi getas. Sehingga tidak ada tanda-tanda material akan mengalami kegagalan.

b. *Temperatur*

Pada temperatur tinggi material akan getas karena pengaruh vibrasi elektronnya yang semakin rendah, begitu juga sebaliknya.

c. *Strainrate*

Jika pembebanan diberikan pada *Strainrate* yang biasa-biasa saja maka material akan sempat mengalami deformasi plastis karena pergerakan atomnya (dislokasi). Dislokasi akan bergerak menuju ke batas butir kemudian patah. Namun pada uji impact, *Strainrate* yang diberikan sangat tinggi sehingga dislokasi tidak sempat bergerak apalagi terjadi deformasi plastis sehingga material akan mengalami patah transgranular, perpatahan terjadi pada bagian tengah atom, bukan di bagian butir karena dislokasi tidak sempat bergerak ke batas butir.

C. Uji *Bending*

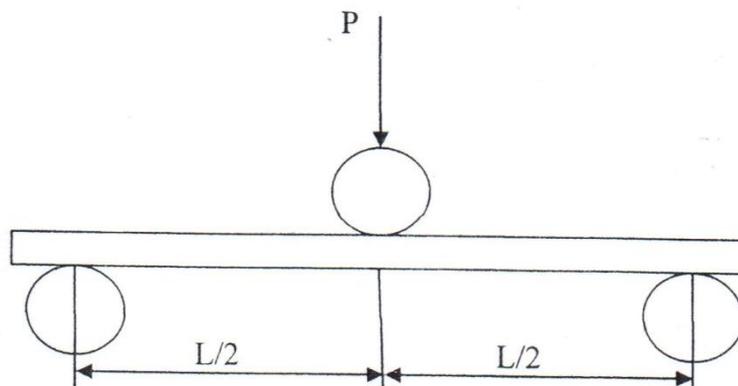
Uji *bending* merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu, uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan dan kekenyalan hasil sambungan las, baik di *weld* metal maupun HAZ (Sanjaya, 2013).

Dalam pemberian beban dan penentuan dimensi mandrel ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. Kekuatan tarik (*tensile strength*).
- b. Komposisi kimia dan struktur mikro terutama pada kandungan Mn dan C.
- c. Tegangan luluh (*yield*)

Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan *bending* komposit dengan mengacu pada standar ASTM D 790-02. Dalam pengujian *bending*, spesimen yang berbentuk batang ditempatkan pada dua tumpuan lalu diterapkan beban di tengah tumpuan tersebut dengan laju pembebanan konstan. Pembebanan ini disebut dengan metode *3 pointbending* (ASTM D 790).

Skema uji *bending* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.5. Skema Uji *Bending* (Standar ASTM D 790)

Sumber : Sukarja, 2013

Kekuatan *bending* atau *modulus of rupture* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad \dots (2.4)$$

Keterangan:

σ_b = Kekuatan *bending* (kgf/mm²)

P = Pembebanan *bending* maksimum (kgf)

L = Panjang span (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

d = Panjang spesimen (mm)

2.3 Teori yang Relevan

Teori kekuatan bahan, terutama yang berkaitan dengan sifat mekanik bahan (material) yaitu sifat yang menyatakan kemampuan suatu material untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material tersebut. Sifat mekanik meliputi: kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), kekenyalan (*elasticity*), plastisitas (*plasticity*), keuletan (*ductility*), ketangguhan (*toughness*), kegetasan (*brittleness*), kelelahan (*fatigue*), melar (*creep*), dan kekerasan (*hardness*).

Mekanika bahan, juga disebut kekuatan bahan, adalah topik yang berkaitan dengan perilaku benda padat akibat [tegangan](#) dan [regangan](#). Teori lengkap dimulai dengan pertimbangan perilaku satu dan dua anggota dimensi struktur, yang menyatakan keadaan tegangan dapat diperkirakan sebagai dua dimensi, dan kemudian digeneralisasikan ke tiga

dimensi untuk membangun teori yang lebih lengkap dari perilaku elastis dan plastik bahan. Pelopor penting dalam mekanika bahan adalah [Stephen Timoshenko](#).

Studi tentang kekuatan bahan sering merujuk pada berbagai metode perhitungan ketegangan dan tekanan pada elemen struktural, seperti balok, kolom, dan poros. Metode yang digunakan untuk memprediksi respon struktur akibat beban dan kerentanannya terhadap berbagai mode kegagalan memperhitungkan sifat bahan seperti yang [yield strength](#), [kekuatan maksimum](#), [Modulus Young](#), dan [rasio Poisson](#).

2.4 Tinjauan Pustaka

Hidayani, T. R. (2015) melakukan penelitian tentang karakteristik mekanik plastic biodigredible dari komposit plastik polipropilena (PP) dan pati biji durian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik plastic biodigredible yang dibuat dari campuran plastic PP dan pati biji durian, pada penelitian ini menggunakan perbandingan variasi komposisi massa antara limbah plastic PP dan pati biji durian yaitu 94:6, 92:8, 90:10 (%). Plastik biodigredible dari limbah plastic PP dan pati biji duian dengan perbandingan 94:6 merupakan perbandingan yang sesuai dan memenuhi karakterisasi uji yang diharapkan. Hal tersebut berdasarkan uji yang telah dilaksanakan yaitu dari hasil uji kekuatan tarik diperoleh 25,722 N/m² dan kemuluran 5,292%. Nilai perbandingan ini sesuai dengan yang diharapkan dimana plastic biodigredible memiliki kekuatan tarik yang baik dan pesentasi kemuluran yang tidak terlalu besar sehingga sifat polipropilena masih terlihat jelas.

Asni, N. (2015) melakukan penelitian tentang plastic biodigredible berbahan ampas singkong dan polovinil asetat bertujuan untuk mengetahui karakteristik plastic biodigredible yang dihasilkan. Variasi perbandingan ampas singkong dan polivinil asetat (wt%) yaitu 9:1, 8:2, 7:3 dan 6:4. Hasil pengujian kekuatan tarik plastic dengan perbandingan 6:4 yaitu $0,1019 \pm 0,339$ MPa dan regangan maksimum 26,178%. Sedangkan plastic 9:1 mempunyai kekuatan tarik $0,1659 \pm 0,035$ MPa dan regangan maksimum 22,386%.

Husseinsyah, S. (2016) dalam penelitiannya efek dari ecodegradant PD 04 pada sifat dari polyethylene (RPE) daur ulang/ Chitosan Biocomposites. RPE disiapkan menggunakan mixer Z-blade pada suhu 180°C dan kecepatan rotor 50 rpm. Sifatnya dari biocomposites hasil menunjukkan bahwa **kenaikan beban pengisi meningkatkan kekuatan tarik, Young's Modulus** dan penyerapan air namun mengurangi Elongation at Break. Kehadiran eco-degradant menunjukkan bahwa break. Penyerapan air biokomposit dengan ecodegradant PD 04 memiliki ketahanan air yang lebih baik dibandingkan dengan biokomposit tanpa ecodegradant PD 04 yang mengalami degradasi lingkungan.

Juniarto, Ardi. (2018) melakukan penelitian tentang plastic biodegradable berbahan dasar plastic PP (Polipropilen) dan campuran serbuk ampas aren/sagu yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik plastic biodegradable yang dihasilkan. Variasi perbandingan yang digunakan adalah 100:0, 90:10, 80:20 dan 70:30 (%), serta pengujian serapan air selama 1,7 dan 14 hari. Dari hasil pengujian didapatkan pengujian sifat mekanis terbaik pada perbandingan komposisi fraksi berat 90:10(%) dengan perlakuan perendaman air masing-masing selama 0,1,7,14 hari didapatkan tegangan tarik sebesar 21,36 MPa, 20,87 MPa, 19,26 MPa, 19,20 MPa. Regangan sebesar 1,57%, 1,74%, 1,28%, 1,28%. Modulus elastisitas sebesar 1368,09 MPa, 1490,55 MPa, 1510,95 MPa, 1597,52 MPa. Daya serap air komposit plastik biodegradable selama 1,7,14 hari sebesar 0,862%, 2,907%, 3,185%. Komposit plastic biodegradable dengan perbandingan 90:10 (%) memiliki karakteristik yang sesuai dengan plastic komersial dan dapat didegradasi lebih mudah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Instrument Penelitian dan Desain Pengujian

3.1.1 Instrument Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan instrument penelitian antara lain sebagai berikut.

1. Alat

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan spesimen antara lain sebagai berikut.

- a. Mistar dan meteran, digunakan untuk mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi material.



Gambar 3.1. Mistar

- b. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur ketebalan material.



Gambar 3.2. Jangka Sorong

c. Timbangan, digunakan untuk mengukur berat material.



Gambar 3.3. Timbangan Digital

d. Gerinda, digunakan untuk memotong dan menghaluskan spesimen.



Gambar 3.4. Gerinda

e. Cetakan, digunakan sebagai cetakan awal untuk membuat spesimen



Gambar 3.5. Cetakan

f. Wadah, digunakan untuk tempat mencampur bahan polipropilena dengan tepung sagu



Gambar 3.6. Wadah

- g. Sendok, digunakan untuk mengaduk pada saat proses pencampuran epoksi dengan serat.



Gambar 3.7. Sendok

- h. Masker, digunakan untuk pelindung hidung dari debu pada saat pembuatanspesimen



Gambar 3.8. Masker

- i. Kacamata digunakan untuk pelindung mata dari debu dan percikan partikel-partikel pada saat pembuatanspesimen



Gambar 3.9. Kacamata

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan spesimen antara lain sebagai berikut.

- a. Plastik polipropilen (PP)

- b. Serbuk/tepung sagu

3.1.2 Proses Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen dalam penelitian ini yaitu menyiapkan bahan-bahan seperti:

- a. Cetakan
- b. Plastic polypropylene
- c. Tepung sagu
- d. Kompor
- e. Wadah untuk tempat pemasakan
- f. Sendok/besi untuk mengaduk
- g. Mesin press atau mesin cetak plastic (injection molding)
- h. Mesin cacah plastic

Langkah awal yang harus dilakukan adalah membuat cetakan, dalam hal ini penulis menggunakan jasa pembuatan cetakan yang mengacu pada Standar uji tarik mengacu pada standar ASTM D638, standar uji mengacu pada standar ASTM D790 02. Setelah pembuatan cetakan selanjutnya adalah pembuatan spesimen diawali proses pencampuran plastic PP dengan Tepung sagu. Pertama siapkan plastic PP dalam hal ini penulis membeli bahan baku dari produsen plastic tersebut dengan harga Rp 6000/kg dan tepung sagu aren dengan harga Rp 16000/kg selanjutnya adalah proses penimbangan dengan variasi timbangan :

- a. 1000g PP : 0g tepung sagu
- b. 950g PP : 50g tepung sagu
- c. 90g PP : 100g tepung sagu
- d. 850g PP : 150g tepung sagu

Masukan pada wadah yang terpisah antara plastik PP dengan tepung sagu yang sudah ditimbang tersebut, untuk menghindari terjadinya kesalahan maka dilakukan pencatatan pada masing-masing wadah.

Setelah sudah siapkan alat-alat untuk proses pencampuran dengan cara di masak/ dilelehkan. Plastic PP yang sudah ditimbang tadi kemudian di masak diatas kompor selama ± 30 menit, penambahan tepung sagu dilakukan setiap 15 menit kemudian diaduk dan dimasak kembali selama 15 menit yang berikutnya.

Setelah dianggap merata (homogen) maka bahan tersebut diangkat kemudian dibiarkan dingin dan mengeras. Setelah itu penulis mencacah kembali bahan tersebut ke mesin cacah plastic sehingga menjadi bahan kecil-kecil kembali.

Pasang cetakan pada mesin injection molding, panaskan tabung menggunakan kompor lalu tunggu ± 10 menit agar tabung tersebut panas dan bahan yang masih tersisa didalamnya meleleh, setelah itu kuras bahan yang tersisa tersebut dengan cara masukan bahan campuran yang sudah dibuat tadi lalu gunakan handle untuk mendorong as agar bahan yang dimasukan tadi mendorong bahan sisa yang ada didalam tabung tanpa menutup cetakan agar bahan sisa lebih cepat keluar dan untuk mempersingkat waktu proses pengurasan bahan sisa.

Jika bahan sisa sudah dianggap keluar semua kini saatnya proses pembuatan. Pada mesin terdapat dua handle, handle 1 berfungsi sebagai pengunci cetakan agar

tidak bergerak saat proses penekanan. Handle ke-2 berfungsi sebagai alat tekan yang mendorong As memasukan bahan ketabung pemanas. Langkah pertama yang dilakukan adalah buka pendingin mesin kemudian masukan bahan pada lubang tabung lalu tutup handle 1 kemudian tekan handle 2 dengan cara menaikinya agar bahan yang ada didalam tabung terdorong dan masuk ke cetakan yang sudah tersedia. Tunggu beberapa saat, angkat handle 2 dan buka handle 1. Ambil produk yang sudah jadi. Berhati-hatilah karena produk masih panas. Ulangi hal tersebut sesuai dengan berapa banyak produk yang akan kita buat.



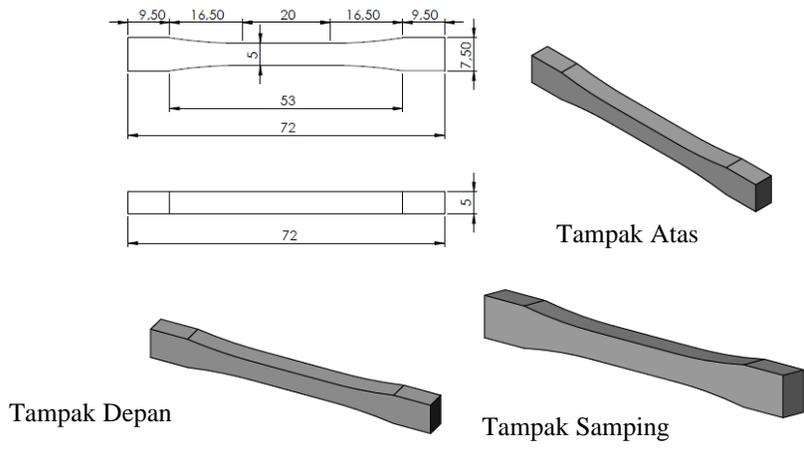
Gambar 3.10. Mesin cetak plastic (injection molding)

3.2 Sampel Pengujian

Sampel pengujian dalam penelitian ini terdiri dari 3 sampel pengujian, yaitu: uji tarik, uji impak, dan uji *bending*.

1. Sampel Uji Tarik

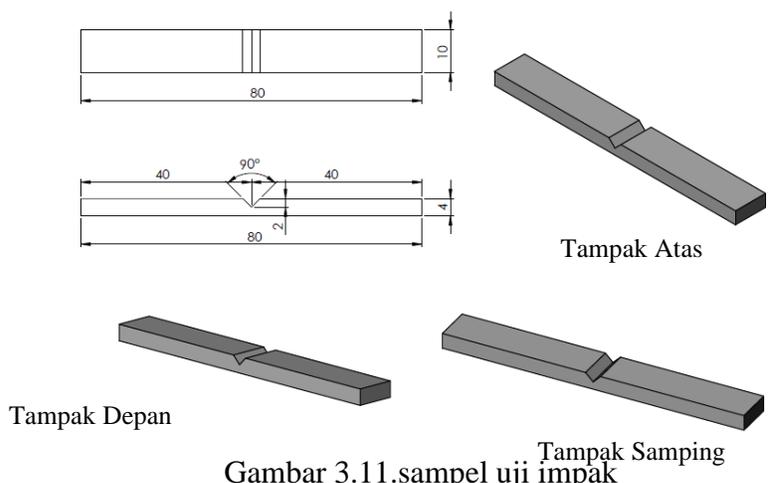
Ukuran spesimen dalam uji tarik mengacu pada standar ASTM D638.



Gambar 3.11.sampel uji tarik

2. Sampel Uji Impak

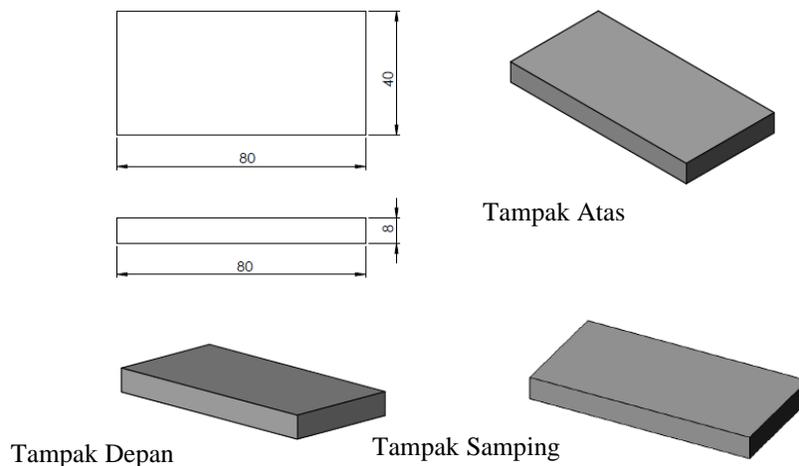
Ukuran spesimen dalam uji impak mengacu pada standar ISO 179.



Gambar 3.11.sampel uji impak

3. Sampel Uji *Bending*

Ukuran spesimen dalam uji *bending* mengacu pada standar ASTM D790 02.



Gambar 3.13. Sampel Uji *Bending*

3.3 Variabel Penelitian

Variabel menurut Arikunto (2006:118) adalah objek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian. variabel dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Adapun variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas (*independent*) adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel terikat (*dependent*). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan campuran fraksi berat dari plastik polipropilena (PP) dengan serbuk/tepung sagu :

- a. Polipropilena 100% : tepung sagu 0%
- b. Polipropilena 95% : tepung sagu 5%
- c. Polipropilena 90% : tepung sagu 10%
- d. Polipropilena 85% : tepung sagu 15%

2. Variabel Terikat

Variabel terikat (*dependent*), merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah analisa terhadap sifat mekanik material yaitu pengujian tarik, dan kekuatan impak dan pengujian *bending*.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan antara lain:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari referensi-referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dibahas untuk memperoleh konsep dan teori dasar mengenai komposit.

2. Wawancara (*Interview*)

Metode wawancara (*interview*) yaitu suatu kegiatan untuk mendapatkan informasi secara langsung dengan melakukan pertanyaan-pertanyaan kepada responden. Wawancara merupakan salah satu bagian terpenting dari setiap survei. Tanpa wawancara, penelitian akan kehilangan informasi yang penting dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada dosen pembimbing atau kepada petugas laboratorium fakultas untuk lebih mendalami hasil observasi untuk melakukan penelitian tersebut.

3. Observasi

Pengamatan secara langsung diperlukan untuk mendapatkan data-data berdasarkan fakta di lapangan yang nantinya diolah menjadi suatu laporan penelitian.

4. Metode Eksperimen

Metode eksperimen yaitu suatu metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap kondisi tersebut.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan pengujian yang terdiri dari:

1. Uji Tarik

Pengujian ini merupakan proses pengujian yang biasa dilakukan karena pengujian tarik dapat menunjukkan perilaku bahan selama proses pembebanan. Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik, yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji.

Dengan menarik suatu material secara perlahan-lahan, kita akan mengetahui reaksi dari material tersebut terhadap pembebanan yang diberikan dan seberapa panjang material tersebut bertahan sampai akhirnya putus. Untuk hampir semua bahan, pada tahap sangat awal dari uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke sebagai berikut: *rasio tegangan (stress) dan regangan (strain) adalah konstan*.

Untuk mengetahui kekuatan tarik dari suatu benda dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots (3.1)$$

Keterangan:

σ = Kekuatan tarik (kgf/mm²)

P = Beban maksimum (kgf)

A = Luas penampang (mm²)

Contoh tabel pengamatan uji tarik dapat dilihat seperti tabel di bawah ini

Tabel 3.1. Pengamatan Uji Tarik

Spec. Code	Panjang (mm)	Lebar (mm)	A ₀ (mm ²)	Panjang (mm)		Pmaks (%)	Beban Mesin (Kg)	Beban Max (N)	Tensile Strength (MPa) $\sigma = \frac{P}{A_0}$	Strain (%)
				I ₀	I _i					
<i>Komposit 100%+0%</i>										
<i>komposit 95%+5%</i>										
<i>Komposit 90%+10%</i>										

komposit 85%+15%										

2. Uji Impak

Pada pengujian ini beban diayunkan dari ketinggian tertentu mengenai benda uji, kemudian diukur energi disipasi atau patahan. Pengujian ini bermanfaat untuk memperlihatkan penurunan keuletan dan kekuatan impak material berstruktur pada temperatur rendah.

Energi yang diserap dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$W = G.R (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Keterangan:

W = Energi yang diserap (J)

G = Berat pendulum (N)

R = Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)

β = Sudut pendulum setelah tabrak benda uji ($^{\circ}$)

α = Sudut pendulum tanpa benda uji ($^{\circ}$)

Sedangkan kekuatan impak benda uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Ech = \frac{W}{b_i - h_i} \dots (3.3)$$

Keterangan:

Ech = Kekuatan impak (J/mm^2)

W = Energi serap benda uji (J)

b_i = Lebar benda uji impak (mm)

h_i = Panjang benda uji impak (mm)

Contoh tabel pengamatan uji impact dapat dilihat seperti tabel di bawah ini

Tabel 3.2. Pengamatan Uji Impact

Spesimen		(G) Berat Pendulum (N)	(R) Panjang Pendulum (m)	(α) Sudut Awal ($^{\circ}$)	(β) Sudut Akhir ($^{\circ}$)	(b_i) Lebar Penampang (mm)	(h_i) Panjang Penampang	A_0 (mm^2)	(W) Energi Impact (J) $G \times R$	Kuat Impact (J/mm^2) $E_{ch} = \frac{G}{L}$
Fraksi Berat Serat	Ke									
<i>Komposit 100%+0%</i>	1									
	2									
	3									
Rata-Rata Kekuatan Impact (J/mm^2)										
<i>Komposit 95%+5%</i>	1									
	2									
	3									
Rata-Rata Kekuatan Impact (J/mm^2)										
<i>Komposit 90%+10%</i>	1									
	2									
	3									
Rata-Rata Kekuatan Impact (J/mm^2)										
<i>Komposit 85%+15%</i>	1									
	2									
	3									
Rata-Rata Kekuatan Impact (J/mm^2)										

3. Uji Bending

Pengujian *bending* dilakukan untuk mengetahui kekuatan *bending* komposit dengan mengacu pada standar ASTM D 790-02. Dalam pengujian *bending*, spesimen yang berbentuk batang ditempatkan pada dua tumpuan lalu diterapkan beban di tengah tumpuan tersebut dengan laju pembebanan konstan. Pembebanan ini disebut dengan metode *3 point bending* (ASTM D 790).

Kekuatan *bending* atau *modulus of rupture* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \dots (3.4)$$

Keterangan:

σ_b = Kekuatan *bending* (kgf/mm²)

P = Pembebanan *bending* maksimum (kgf)

L = Panjang span (mm)

b = Lebar spesimen (mm)

d = Panjang spesimen (mm)

Contoh tabel pengamatan uji *bending* dapat dilihat seperti tabel di bawah ini

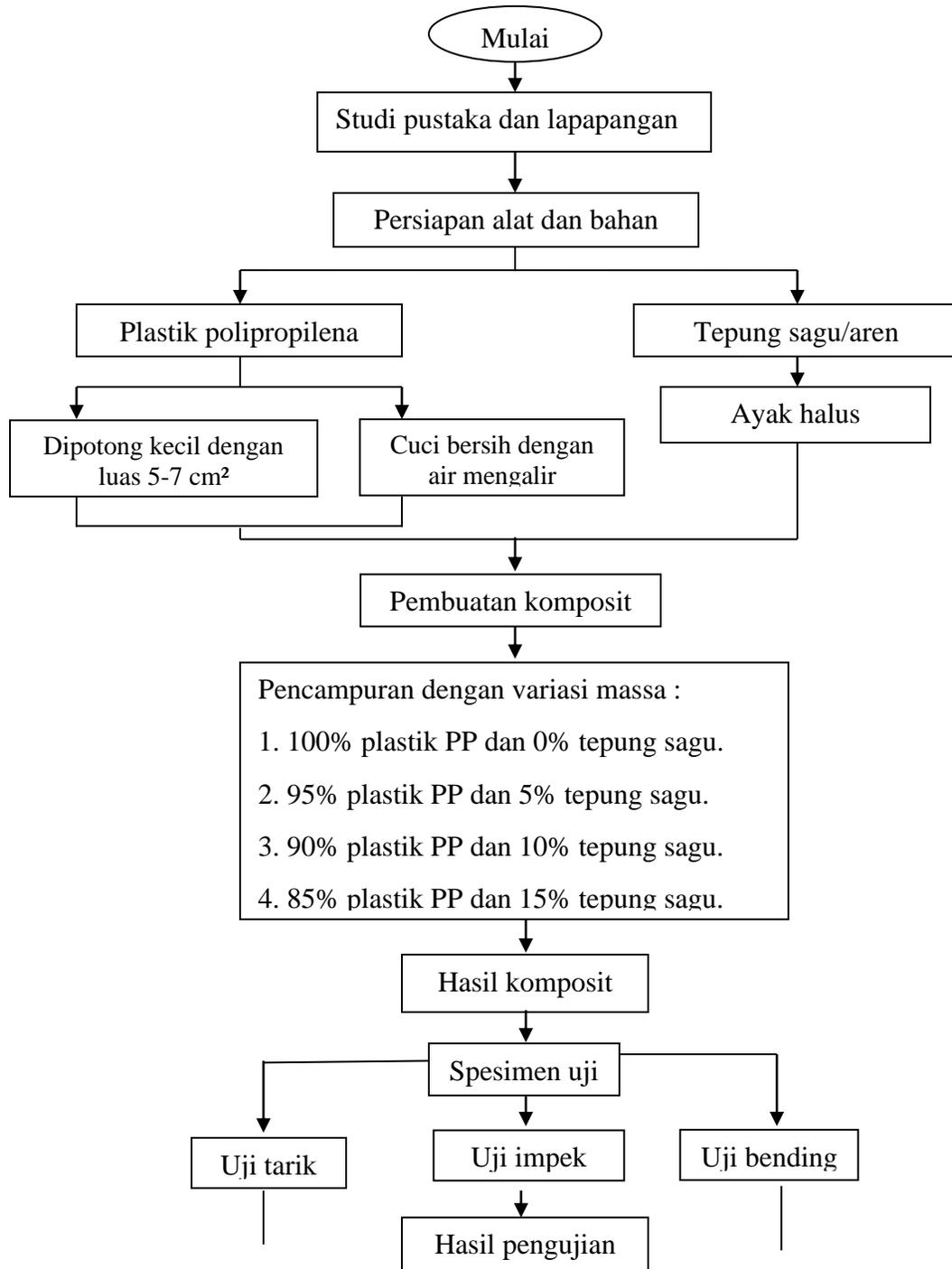
Tabel 3.3. Pengamatan Uji *Bending*

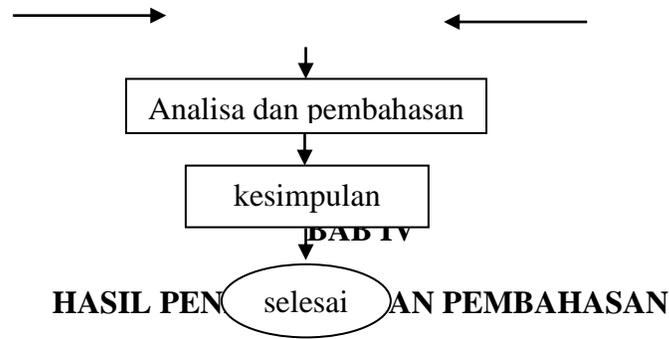
Spesimen		(d) Panjang Spesimen (mm)	(b) Lebar Spesimen (mm)	(L) Jarak Tumpuan (mm)	(P) Beban (N)	(σ _b) Kekuatan Bending (MPa) $\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$	Rata-Rata Kekuatan Bending (MPa)
Fraksi Berat Serat	Ke						
<i>Komposit</i> 100%+0%	1						
	2						
	3						
<i>Komposit</i> 95%+5%	1						
	2						
	3						
<i>Komposit</i> 90%+10%	1						
	2						
	3						
	1						

<i>Komposit</i> 85%+15%	2						
	3						

3.6 Diagram Alur Penelitian

Berikut ini adalah diagram alur dalam penelitian ini.





4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang beralamat di jalan Grafika Nomor 2, Senolowo, Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 18 juli 2020. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pengujian komposit plastik polipropilena dengan tepung sago dengan variasi fraksi berat tepung sago sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Selanjutnya membandingkan hasil komposit tersebut dengan spesimen yang terbaik yang dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan service wedge clamp (SWC).

Adapun hasil penelitian mengenai uji tarik, uji impact, dan uji bending adalah sebagai berikut:

4.1.1. Uji Tarik

Uji tarik dilakukan dengan mesin uji Shimadzu Servo Pulser tahun 1987 No. 86839 type EHF-EB20 dengan kapasitas ± 20 ton. Ukuran spesimen dalam uji tarik mengacu pada standar ASTM D638.



Gambar 4.1. Mesin Uji Tarik
 Sumber: Lab. Bahan Teknik Dept. Teknik Mesin dan Industri Fak. Teknik UGM
 Yogyakarta, 2020

Berikut ini adalah hasil uji tarik komposit plastik polipropilena dengan tepung sagu.

Tabel 4.1. Hasil Uji Tarik Komposit plastik polipropilena dengan tepung sagu
 Pengamatan Uji Tarik

Spec. Code	Lebar (mm)	Tebal (mm)	ΔL (mm)	Pmaks (KN)	Beban Mesin (KN)	Tegangan (MPa) $\sigma = \frac{P}{A_0}$	Regangan (%)
<i>Komposit 100%+0%</i>	5,39	5,06	0,38	0,39	200	14,30	1,52
	5,64	5,10	0,39	0,33	200	11,47	1,56
	5,40	5,05	0,38	0,31	200	11,37	1,52
<i>komposit 95%+5%</i>	5,56	5,05	0,29	0,41	200	14,60	1,16
	5,54	5,00	0,36	0,34	200	12,27	1,44
	5,64	5,07	0,34	0,34	200	11,89	1,36
<i>Komposit 90%+10%</i>	5,58	5,00	0,36	0,46	200	16,49	1,44
	5,64	5,06	0,35	0,31	200	10,86	1,40
	5,63	5,01	0,39	0,31	200	10,99	1,96
<i>komposit 85%+15%</i>	5,67	5,01	0,79	0,52	200	18,31	3,16
	5,62	5,04	0,33	0,58	200	20,48	1,32
	5,68	5,06	0,32	0,29	200	10,09	1,28

Catatan: Sudah dikalibrasikan
 Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan tabel di atas, hasil uji tarik komposit plastik polipropilena dengan tepung sagu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma \text{ maks} = \frac{P_{maks}}{A_0} \text{ atau } \sigma = \frac{P}{A_0} \dots (1)$$

1. Komposit plastik polipropilena 100% : 0% tepung sagu

Spesimen 1

$$\text{Tebal} = 5,06 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,39 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,06 \text{ mm} \times 5,39 \text{ mm} \\ &= 27,27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pada sampel 1 diketahui P_{maks} sebesar 0,39 KN . Maka besarnya P_{maks} yaitu 0,39 KN dari 200 KN (beban yang terpasang pada mesin uji saat pelaksanaan pengujian tarik) adalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,39 \text{ KN} \\ &= 390 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{390 \text{ N}}{27,27 \text{ mm}^2} \\ &= 14,30 \text{ N/mm}^2 = 14,30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Komposit polipropilena 95% : 5 % tepung sagu

Spesimen 1

$$\text{Tebal} = 5,05 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,56 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,05 \text{ mm} \times 5,56 \text{ mm} \\ &= 28,075 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pada sampel 1 diketahui P_{maks} sebesar 0,41 KN. Maka besarnya P_{maks} yaitu 0,41 KN dari 200 KN (beban yang terpasang pada mesin uji saat pelaksanaan pengujian tarik) adalah:

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,41 \text{ KN} \\ &= 410 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{410 \text{ N}}{28,075 \text{ mm}^2} \\ &= 14,60 \text{ N/mm}^2 = 14,60 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4.1.2. Uji Impak

Uji impak dilakukan dengan mesin uji KARL FRANK GMBH type 53580 Werk-Nr 14373. Ukuran spesimen dalam uji impak mengacu pada standar ISO 179.



Gambar 4.2. Mesin Uji Impak

Sumber: Lab. Bahan Teknik Dept. teknik Mesin dan Industri Fak. Teknik UGM Yogyakarta, 2020

Berikut ini adalah hasil uji impak komposit serat plastik polipropilena dengan tepung sagu

Tabel 4.2. Hasil Uji Impak Komposit plastik polipropilena dengan tepung sagu

Spesimen		(G)	(R)	(α)	(β)				(W)	
Fraksi Berat Serat	Ke	Berat Pendulum (N)	Panjang Pendulum (m)	Sudut Awal ($^{\circ}$)	Sudut Akhir ($^{\circ}$)	lebar Penampang (mm)	tebal Penampang (mm)	A_0 (mm^2)	Energi Impak (J)	Harga Impak (J/mm^2)

<i>Komposit 100%+0%</i>	1	196	0,8	30	29,00	5,30	9,72	51,52	1,4	0,027
	2	196	0,8	30	28,50	5,35	9,49	50,77	2,0	0,040
	3	196	0,8	30	28,50	5,56	9,57	53,21	2,0	0,038
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm ²)										
<i>Komposit 95%+5%</i>	1	196	0,8	30	28,50	5,34	9,03	48,22	2,0	0,042
	2	196	0,8	30	28,00	5,24	9,01	47,21	2,7	0,057
	3	196	0,8	30	28,50	5,33	9,26	49,36	2,0	0,041
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm ²)										
<i>Komposit 90%+10%</i>	1	196	0,8	30	28,50	5,18	9,24	47,86	2,0	0,043
	2	196	0,8	30	28,00	5,19	9,46	49,10	2,7	0,055
	3	196	0,8	30	28,50	5,39	9,31	50,18	2,0	0,041
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm ²)										
<i>Komposit 85%+15%</i>	1	196	0,8	30	28,50	5,26	9,68	50,92	2,0	0,040
	2	196	0,8	30	28,00	5,16	9,85	50,83	2,7	0,053
	3	196	0,8	30	28,50	5,26	9,86	51,86	2,0	0,039
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm ²)										

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan tabel hasil uji impact komposit plastik polipropilena dengan tepung sagu di atas dapat diketahui data sebagai berikut.

Berdasarkan data di atas, harga impact (keuletan) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{harga impact} = \frac{\text{Energi impact}}{\text{Luas Penampang Patah}} \dots (2)$$

1. Komposit plastic polipropilena 100% : 0% tepung sagu

a. Spesimen 1

Diketahui : W : 1,4 joule

Luas Penampang Patah (setelah diuji) yaitu:

L = tebal x lebar

= 9,73 mm x 5,30 mm

$$= 51,52 \text{ mm}^2$$

Sehingga besarnya harga impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Ech} &= \frac{1,4 \text{ J}}{51,52 \text{ mm}^2} \\ &= 0,027 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

2. Komposit plastic polipropilena 95%:5% tepung sagu

a. Spesimen 1

Diketahui : W : 2,0 joule

Luas Penampang Patah (setelah diuji) yaitu:

$$\begin{aligned} L &= \text{Tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,03 \text{ mm} \times 5,34 \text{ mm} \\ &= 48,22 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Ech} &= \frac{2,0 \text{ J}}{48,22 \text{ mm}^2} \\ &= 0,042 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

4.1.3. Uji *Bending*

Uji *bending* dilakukan dengan mesin uji Torsee's Universal Testing Machine tahun 1987 MFG No. 20647 type AMU-5-DE dengan kapasitas ± 5 tonf. Ukuran spesimen dalam uji *bending* mengacu pada standar ASTM D790 02.



Gambar 4.3. Mesin Uji *Bending*

Sumber: Lab. Bahan Teknik Dept. Teknik Mesin dan Industri Fak. Teknik UGM Yogyakarta, 2020

Berikut ini adalah hasil uji *bending* komposit plastik polipropilena dengan tepungsagu

Tabel 4.3. Hasil Uji *Bending* Komposit plastic polipropilena dengan tepung sagu

Spesimen		(d) Tebal Spesimen (mm)	(b) Lebar Spesimen (mm)	(L) Jarak Tumpuan (mm)	(P) Beban (KN)	(σ_b) Kekuatan Bending (MPa) $\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$	Rata-Rata Kekuatan Bending (MPa)
Fraksi Berat Serat	Ke						
<i>Komposit 100%+0%</i>	1	8,36	40,24	80	0,61	16,27	16,92
	2	8,19	40,33	80	0,60	16,63	
	3	8,11	40,20	80	0,63	17,87	
<i>Komposit 95%+5%</i>	1	8,00	40,25	80	0,86	25,04	24,31
	2	8,10	40,50	80	0,87	24,56	
	3	7,92	40,47	80	0,79	23,34	
<i>Komposit 90%+10%</i>	1	8,08	40,18	80	0,55	15,73	16,46
	2	8,00	40,38	80	0,55	15,96	
	3	8,03	40,09	80	0,61	17,70	

<i>Komposit</i> 85%+15%	1	8,20	40,37	80	0,64	17,68	18,07
	2	8,13	40,23	80	0,68	19,18	
	3	8,07	40,47	80	0,61	17,36	

Sumber: Data diolah, 2020

Berdasarkan tabel hasil uji *bending* komposit plastik polipropilena dengan tepung sagu di atas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad \dots (3)$$

1. Komposit plastic polipropilena 100% : 0% tepung sagu

Spesimen 1

Beban Maksimum(P) = 0,61KN = 610 N

Jarak Tumpuan (L) = 80 mm

Lebar Spesimen (b) = 40,24 mm

Tebal Spesimen (d) = 8,36 mm, jadi (d)² = 69,8896 mm²

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \cdot 610 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,24 \text{ mm} \cdot 69,8896 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{146400 \text{ N}}{5624,7150088 \text{ mm}^2} \\ &= 16,027 \text{ N/mm}^2 = 16,027 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Komposit plastik polipropilena 95% : 5% tepung sagu

Spesimen 1

Beban Maksimum(P) = 0,86 KN = 860 N

Jarak Tumpuan (L) = 80 mm

Lebar Spesimen (b) = 40,25 mm

Tebal Spesimen (d) = 8,00 mm, jadi (d)² = 64 mm²

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \cdot 860 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,25 \text{ mm} \cdot 64 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{206400 \text{ N}}{5152 \text{ mm}^2} \\ &= 25,04 \text{ N/mm}^2 = 25,04 \text{ MPa}\end{aligned}$$

4.2. Pembahasan

Berdasarkan pengujian mengenai uji tarik, uji impak, dan uji *bending* pada plastik polipropilena dengan tepung sagu diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Uji Tarik

Pengujian plastik polipropilena 100% : 0% tepung sagemenghasilkan kekuatan tarik yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan tarik masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 14,30 MPa, spesimen 2 sebesar 11,47 MPa, dan spesimen 3 sebesar 11,37MPa. Kekuatan tarik terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 11,37 MPa, sedangkan kekuatan tarik terbesar adalah hasil pengujian spesimen 1 yaitu sebesar 14,30MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 12,38 MPa.

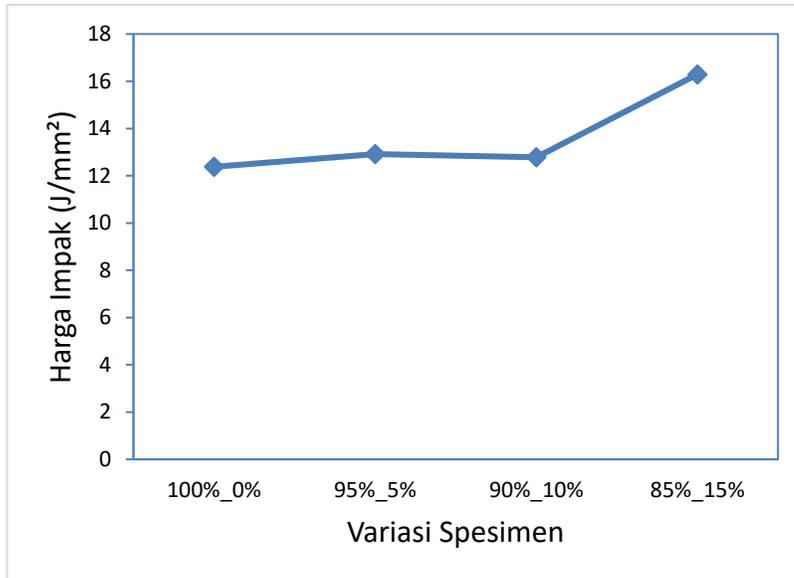
Pengujian plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan tarik masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 14,60 MPa, spesimen 2 sebesar 12,27 MPa, dan spesimen 3 sebesar 11,89 MPa. Kekuatan tarik terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 11,89 MPa, sedangkan kekuatan tarik terbesar adalah hasil pengujian spesimen 1 yaitu sebesar 14,60MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 12,92 MPa.

Pengujian plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan tarik masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 16,49 MPa, spesimen 2 sebesar 10,86 MPa, dan spesimen 3 sebesar 10,99 MPa. Kekuatan tarik terkecil adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 10,86 MPa, sedangkan kekuatan tarik terbesar adalah hasil pengujian spesimen 1

yaitu sebesar 16,49 MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 12,78 MPa.

Pengujian plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu menghasilkan kekuatan tarik yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan tarik masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 18,31 MPa, spesimen 2 sebesar 20,48 MPa, dan spesimen 3 sebesar 10,09 MPa. Kekuatan tarik terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 10,09 MPa, sedangkan kekuatan tarik terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 20,48 MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 16,29 MPa.

Sehingga perbandingan rata-rata uji tarik tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Sumber: Data diolah, 2020

Gambar 4.4. Grafik Rata-Rata Kekuatan Tarik

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa rata-rata kekuatan tarik plastik polipropilena 100%:0% tepung sague sebesar 12,38 MPa, rata-rata kekuatan tarik plastik polipropilena 95%:5% tepung sugu sebesar 12,92 MPa, rata-rata kekuatan tarik plastik polipropilena 90%:10% tepung sague sebesar 12,78 MPa., rata-rata kekuatan tarik plastik polipropilena 85%:15% tepung sague sebesar 16,29 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa plastik polipropilena 85%:15% tepung sugu memiliki kekuatan tarik paling besar di antara komposit yang lain, ternyata penambahan tepung sugu pada komposit ini memberikan pengaruh yang sangat signifikan. Komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sugu memiliki kekuatan tarik lebih besar jika dibandingkan dengan komposit lainnya bahkan lebih besar dari raw materialnya. Oleh karena itu, spesimen terbaik untuk bahan dasar dari pembuatan service wedge clamp (SWC) adalah komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sugu

2. Uji Impak

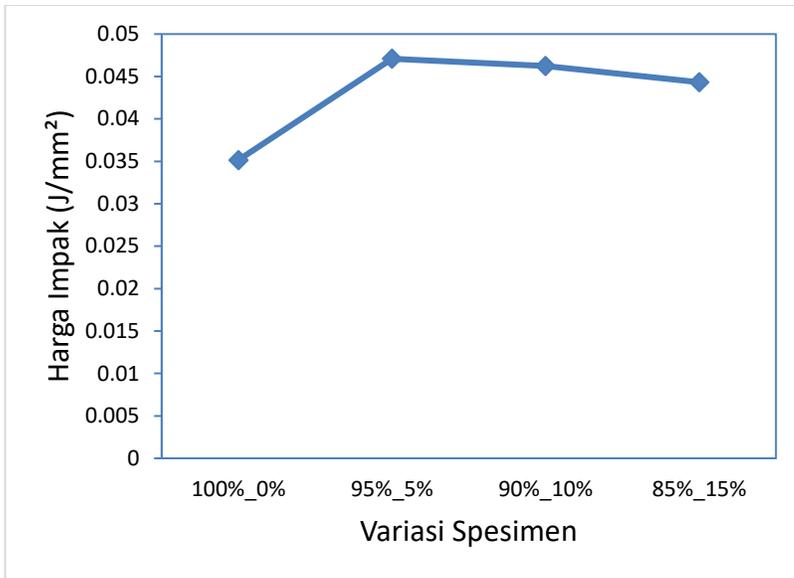
Pengujian plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu menghasilkan kekuatan impact yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan impact masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 0,027 J/mm², spesimen 2 sebesar 0,040J/mm², dan spesimen 3 sebesar 0,038 J/mm². Kekuatan impact terkecil adalah hasil pengujian spesimen 1 yaitu sebesar 0,027J/mm², sedangkan kekuatan impact terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 0,040 J/mm². Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 0,035J/mm².

Pengujian plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu menghasilkan kekuatan impact yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan impact masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 0,042J/mm², spesimen 2 sebesar 0,057J/mm², dan spesimen 3 sebesar 0,041J/mm². Kekuatan impact terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 0,041J/mm², sedangkan kekuatan impact terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 0,057 J/mm². Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 0,00,47J/mm².

Pengujian plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu menghasilkan kekuatan impact yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan impact masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 0,043J/mm², spesimen 2 sebesar 0,055J/mm², dan spesimen 3 sebesar 0,041J/mm². Kekuatan impact terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 0,041J/mm², sedangkan kekuatan impact terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 0,055 J/mm². Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 0,046J/mm².

Pengujian plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu menghasilkan kekuatan impact yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan impact masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 0,040J/mm², spesimen 2 sebesar 0,053J/mm², dan spesimen 3 sebesar 0,041J/mm². Kekuatan impact terkecil adalah hasil pengujian spesimen 1 yaitu sebesar 0,040J/mm², sedangkan kekuatan impact terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 0,053 J/mm². Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 0,044J/mm².

Sehingga perbandingan rata-rata uji impact tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Sumber: Data diolah, 2020

Gambar 4.5. Grafik Rata-Rata Kekuatan Impak

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa rata-rata kekuatan impack plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu sebesar 0,035J/mm², rata-rata kekuatan impak plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu sebesar 0,047J/mm², rata-rata kekuatan impak plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu sebesar 0,046J/mm². Rata-rata kekuatan impak plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu sebesar 0,044J/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung sagu sebagai pengisi plastic polipropilena berpengaruh terhadap kekuatan impak. plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu memiliki kekuatan impak lebih besar dari komposit yang lain bahkan lebih besar dari raw materialnya. Oleh karena itu, spesimen terbaik untuk bahan dasar pembuatan service wedge clamp (SWC) adalah komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu

3. Uji *Bending*

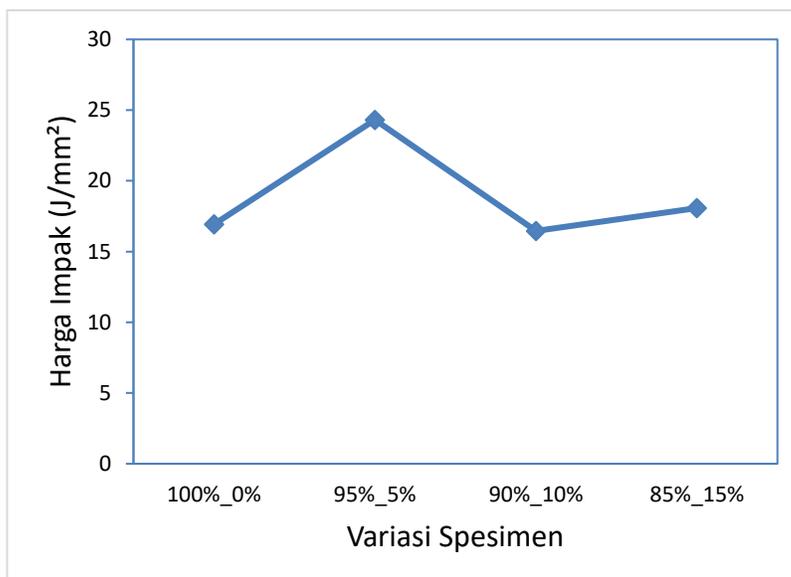
Pengujian plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu menghasilkan kekuatan *bending* yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan *bending* masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 16,27MPa, spesimen 2 sebesar 16,63MPa, dan spesimen 3 sebesar 17,87MPa. Kekuatan *bending* terkecil adalah hasil pengujian

spesimen 1 yaitu sebesar 16,27MPa, sedangkan kekuatan *bending* terbesar adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 17,87MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 16,92MPa.

Pengujian plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu menghasilkan kekuatan *bending* yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan *bending* masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 25,04MPa, spesimen 2 sebesar 24,56MPa, dan spesimen 3 sebesar 23,34MPa. Kekuatan *bending* terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 23,34MPa, sedangkan kekuatan *bending* terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 25,04MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 24,31MPa.

Pengujian plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu menghasilkan kekuatan *bending* yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan *bending* masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 15,73MPa, spesimen 2 sebesar 15,96MPa, dan spesimen 3 sebesar 17,70MPa. Kekuatan *bending* terkecil adalah hasil pengujian spesimen 1 yaitu sebesar 15,73MPa, sedangkan kekuatan *bending* terbesar adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 17,70MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 16,46MPa.

Pengujian plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu menghasilkan kekuatan *bending* yang berbeda dari ketiga spesimen. Besarnya kekuatan *bending* masing-masing spesimen antara lain: spesimen 1 sebesar 17,68MPa, spesimen 2 sebesar 19,18MPa, dan spesimen 3 sebesar 17,36MPa. Kekuatan *bending* terkecil adalah hasil pengujian spesimen 3 yaitu sebesar 17,36MPa, sedangkan kekuatan *bending* terbesar adalah hasil pengujian spesimen 2 yaitu sebesar 19,18MPa. Rata-rata dari ketiga pengujian spesimen tersebut adalah sebesar 18,07MPa.



Sehingga perbandingan rata-rata uji *bending* tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Sumber: Data diolah, 2020

Gambar 4.6. Grafik Rata-Rata Kekuatan *Bending*

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa rata-rata kekuatan plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu sebesar 16,92 MPa, rata-rata kekuatan *bending* plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu sebesar 24,31 MPa, rata-rata kekuatan *bending* plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu sebesar 16,46 MPa., rata-rata kekuatan *bending* plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu sebesar 18,07 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung sagu sebagai pengisi plastic polipropilena berpengaruh terhadap kekuatan *bending*. plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu memiliki kekuatan *bending* lebih besar diantara komposit yang lain bahkan lebih besar dari raw materialnya. Oleh karena itu, spesimen terbaik untuk bahan dasar pembuatan service wedge clamp (SWC) adalah komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian mengenai uji tarik, uji impak, dan uji *bending* pada :

1. Komposit plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu
2. Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu
3. Komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu
4. Komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu

Maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Berdasarkan hasil uji tarik diperoleh rata-rata kekuatan tarik Komposit plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu sebesar 12,38 MPa, rata-rata kekuatan tarik Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu sebesar 12,92 MPa, rata-rata kekuatan tarik Komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu sebesar 12,78 MPa. rata-rata kekuatan tarik Komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu sebesar 16,29 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung sagu sebagai pengisi plastik polipropilena memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik.
- b. Berdasarkan hasil uji impak diperoleh rata-rata kekuatan impak Komposit plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu sebesar 0,035J/mm², rata-rata kekuatan impak Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu sebesar 0,047J/mm², rata-rata kekuatan impak serat Komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu sebesar 0,046J/mm². rata-rata kekuatan impak serat Komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu sebesar 0,044J/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung sagu sebagai pengisi dari plastik polipropilena menambah kekuatan impak yang signifikan.
- c. Berdasarkan hasil uji *bending* diperoleh rata-rata kekuatan *bending* Komposit plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu sebesar 16,92MPa, rata-rata kekuatan *bending* Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu sebesar 24,31 MPa, rata-rata kekuatan *bending* Komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu sebesar 16,46 MPa. rata-rata kekuatan *bending* Komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu

sebesar 18,04 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung sagu sebagai pengisi plastic polipropilena menambah kekuatan bending yang signifikan.

Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu merupakan komposit yang terbaik untuk bahan pembuatan service wedge clamp (SWC). Karena memiliki sifat mekanik yang paling baik diantara komposit yang lain bahkan dari raw materialnya.

5.2. Saran

Adapun saran yang bisa penulis berikan antara lain sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis sebaiknya untuk lebih berhati-hati lagi dalam pencampuran plastik polipropelena dengan tepung agar tercampur lebih merata.
2. Proses pencampuran komposit dilakukan lebih lama lagi agar tercampur sempurna.
3. Cetakan sebaiknya ditambah pendingin lagi agar proses pendinginan saat pembuatan spesimen lebih menyingkat waktu.
4. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis mungkin bisa menggunakan jenis tepung yang lain seperti tepung tapioca yang lebih mudah didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar.2012.*MaterialTeknik*.Diaksesdari:<https://tajilapak.wordpress.com/2012/12/14/material-teknik/> pada tanggal 24 April 2020.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian: Suatu PendekatanPraktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- ASTM International.1994. *Standard Test Method for Tensile Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials, D 790-02 Annual Book of ASTM Standars*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, United States of America.
- ASTM International.2002. *Standard Test Method for Flexural Properties of Plastics. D 638 Annual Book of ASTM Standars*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, United States of America.
- Azwar, dkk.2016. *Penguatan Kayu dan Plywood Melalui Proses Sandwich dengan Komposit Polyester Serat Gelas untuk Bahan Pembuatan Perahu*. Jurnal Polimesin. ISSN 1693-5462 Vol. 14 No. 1. Politeknik Negeri Lhokseumawe. Aceh.
- Djaprie, Sriati. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material. Edisi Keenam*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dieter, George E. 1987.*Mechanical Metalurgy*.Diterjemahkan oleh Sriati Djaprie dari *Metalurgi Mekanik (1996)*. Jakarta: Erlangga.
- Etherios. 2015. *Klasifikasi Materials*. Diakses dari: <http://akatsuki234.blogspot.co.id/2015/11/klasifikasi-materials.html>. Pada tanggal 24 April 2020.
- Harsi.2015. *Karakteristik Kekuatan Bending dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas sebagai Pengganti Produk Kayu*.Dinamika Teknik Mesin Vol. 5 No. 2 Fakultas Teknik. Universitas Mataram.
- Ramadhani Jaya. 2015. *Material Composite – Fiber Reinforced Plastic (FRP)*. Diakses dari: <http://www.ramdhanijaya.com/news/material-composite-fiberglass-frp>. Pada tanggal 24 April 2020.
- Sekaran, Uma. 2006. *Metodologi Penelitian untuk Bisnis, Edisi 4, Buku 2*. Jakarta: Salemba Empat.
- Septiana, Ryan. 2017. *Klasifikasi Material dan Sifat-Sifatnya*. Diakses dari: <http://ryanseptiana45.blogspot.co.id/2017/03/klasifikasi-material-teknik-dan-sifat.html>. Pada tanggal 24 April 2020.

- Setiyanto, Indradi dan Agus Hartoko. 2006. *Uji Daya Apung Bahan Polyurethane dan Styrofoam*. Jurnal Sanitek Perikanan Vol. 2 No. 1. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Siregar, Adella Hotnyda. 2016. *Komposit Fiber Reinforced Plastic sebagai Material Bodi Kapal Berbasis Fiberglass Tahan Api*. Bina Teknika Vol. 12 No. 2. UPN Veteran Jakarta.
- Smith W.F., 1993. *Foundation of Materials Science and Engineering*. Mc Graw Hill, Toronto.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- Surdia T dan Saito S. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Swasana, Anggara Alih. 2014. *Analisa Pengaruh Penambahan Fraksi Berat Serat Gelas terhadap Sifat Mekanis Komposit Matrik Epoxy*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
- Van Vlack. 1991. *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Jakarta: Erlangga.
- Velasco Indonesia. 2015. *Beberapa Jenis Alat Pelampung di Kapal*. Diakses dari: <http://velascoindonesia.com/beberapa-jenis-alat-pelampung-di-kapal/>. Pada tanggal 24 April 2020.
- Wanda Saputra. 2014. *Klasifikasi dan Sifat-Sifat Material*. Diakses dari: <https://wandasaputra93.wordpress.com/2014/10/15/klasifikasi-dan-sifat-sifat-material/>. Pada tanggal 24 April 2020.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Uji Tarik

$$\sigma \text{ maks} = \frac{P_{\text{maks}}}{A_0} \text{ atau } \sigma = \frac{P}{A_0}$$

1. Komposit plastik polipropelena 100%:0% tepung sagu

a. Spesimen 1

$$\text{Tebal} = 5,06 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,39 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,06 \text{ mm} \times 5,39 \text{ mm} \\ &= 27,27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,39 \text{ KN} \\ &= 390 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{390 \text{ N}}{27,27 \text{ mm}^2} \\ &= 14,39 \text{ N/mm}^2 = 14,30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\text{Tebal} = 5,10 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,64 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,10 \text{ mm} \times 5,64 \text{ mm} \\ &= 28,76 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,33 \text{ KN} \\ &= 330 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{330 \text{ N}}{28,76 \text{ mm}^2} \\ &= 11,47 \text{ N/mm}^2 = 11,47 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\text{Tebal} = 5,05 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,40 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,05 \text{ mm} \times 5,40 \text{ mm} \\ &= 27,27 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,38 \text{ KN} \\ &= 380 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{380 \text{ N}}{27,27 \text{ mm}^2} \\ &= 13,39 \text{ N/mm}^2 = 13,39 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Komposit plastik polipropilena 95%:5%

a. Spesimen 1

$$\text{Tebal} = 5,05 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,56 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,05 \text{ mm} \times 5,56 \text{ mm} \\ &= 28,078 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,41 \text{ KN} \\ &= 410 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{410 \text{ N}}{28,078 \text{ mm}^2} \\ &= 14,60 \text{ N/mm}^2 = 14,60 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\text{Tebal} = 5,00 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,54 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned}A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,00\text{mm} \times 5,54 \text{ mm} \\ &= 27,7\text{mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{maks}} &= 0,34\text{KN} \\ &= 340\text{N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga } \sigma &= \frac{340 \text{ N}}{27,7 \text{ mm}^2} \\ &= 12,27 \text{ N/mm}^2 = 12,27 \text{ MPa}\end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\begin{aligned}\text{Tebal} &= 5,07 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 5,64 \text{ mm}\end{aligned}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned}A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,07\text{mm} \times 5,64 \text{ mm} \\ &= 28,59\text{mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{maks}} &= 0,34\text{KN} \\ &= 340\text{N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga } \sigma &= \frac{340 \text{ N}}{28,59 \text{ mm}^2} \\ &= 11,89 \text{ N/mm}^2 = 11,89 \text{ MPa}\end{aligned}$$

3. Komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu

a. Spesimen 1

$$\begin{aligned}\text{Tebal} &= 5,00 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 5,58 \text{ mm}\end{aligned}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned}A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,00\text{mm} \times 5,58 \text{ mm} \\ &= 27,9\text{mm}^2\end{aligned}$$

$$P_{maks} = 0,46 \text{ KN}$$

$$= 460 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{460 \text{ N}}{27,9 \text{ mm}^2} \\ &= 16,48 \text{ N/mm}^2 = 16,48 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\text{Tebal} = 5,06 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,64 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,06 \text{ mm} \times 5,64 \text{ mm} \\ &= 28,53 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$P_{maks} = 0,35 \text{ KN}$$

$$= 350 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{350 \text{ N}}{28,53 \text{ mm}^2} \\ &= 12,26 \text{ N/mm}^2 = 12,26 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\text{Tebal} = 5,01 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,63 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,01 \text{ mm} \times 5,63 \text{ mm} \\ &= 28,20 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$P_{maks} = 0,49 \text{ KN}$$

$$= 490 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{490 \text{ N}}{28,20 \text{ mm}^2} \\ &= 17,37 \text{ N/mm}^2 = 17,37 \text{ MPa} \end{aligned}$$

4. Komposit plastik polipropilena 85%:15% tepung sagu

a. Spesimen 1

$$\text{Tebal} = 5,01 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,67 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,01\text{mm} \times 5,67\text{mm} \\ &= 28,40\text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,52\text{KN} \\ &= 520\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{520 \text{ N}}{28,40\text{mm}^2} \\ &= 18,30 \text{ N/mm}^2 = 18,30 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\text{Tebal} = 5,04 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,62 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,04\text{mm} \times 5,62\text{mm} \\ &= 28,32\text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{maks}} &= 0,58\text{KN} \\ &= 580\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } \sigma &= \frac{580 \text{ N}}{28,32\text{mm}^2} \\ &= 20,48 \text{ N/mm}^2 = 20,48 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\text{Tebal} = 5,04 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 5,68 \text{ mm}$$

Sehingga Luas Penampang sebesar:

$$\begin{aligned} A_0 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5,04\text{mm} \times 5,68\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 28,62\text{mm}^2 \\
P_{\text{maks}} &= 0,29\text{KN} \\
&= 290\text{N} \\
\text{Sehingga } \sigma &= \frac{290\text{ N}}{28.62\text{mm}^2} \\
&= 10,13\text{ N/mm}^2 = 10,13\text{ MPa}
\end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan Uji Impak

$$\text{Kuat impak (Ech)} = \frac{\text{energi terserap}}{\text{Luas Penampang Patah}}$$

3. Komposit plastik polipropilena 100%:0% tepung sagu

b. Spesimen 1

Luas Penampang Patah (setelah diuji) yaitu:

$$\begin{aligned}
L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\
&= 9,72\text{ mm} \times 5,30\text{ mm} \\
&= 51,516\text{mm}^2
\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}
Ech &= \frac{1,4\text{ J}}{51,516\text{ mm}^2} \\
&= 0,027\text{ J/mm}^2
\end{aligned}$$

c. Spesimen 2

$$\begin{aligned}
L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\
&= 9,49\text{ mm} \times 5,35\text{ mm} \\
&= 50,77\text{mm}^2
\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}
Ech &= \frac{2,0\text{ J}}{50,77\text{ mm}^2} \\
&= 0,040\text{ J/mm}^2
\end{aligned}$$

d. Spesimen 3

$$\begin{aligned}L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,57 \text{ mm} \times 5,56 \text{ mm} \\ &= 53,21 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Ech} &= \frac{2,0 \text{ J}}{53,21 \text{ mm}^2} \\ &= 0,038 \text{ J/mm}^2\end{aligned}$$

4. Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu

b. Spesimen 1

$$\begin{aligned}L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,03 \text{ mm} \times 5,34 \text{ mm} \\ &= 48,22 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Ech} &= \frac{2,0 \text{ J}}{48,22 \text{ mm}^2} \\ &= 0,042 \text{ J/mm}^2\end{aligned}$$

c. Spesimen 2

$$\begin{aligned}L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,01 \text{ mm} \times 5,24 \text{ mm} \\ &= 47,21 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Ech} &= \frac{2,7 \text{ J}}{47,21 \text{ mm}^2} \\ &= 0,057 \text{ J/mm}^2\end{aligned}$$

d. Spesimen 3

$$\begin{aligned}L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,26\text{mm} \times 5,33 \text{ mm} \\ &= 49,36\text{mm}^2\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Ech} &= \frac{2,0 \text{ J}}{49,36 \text{ mm}^2} \\ &= 0,041 \text{ J/mm}^2\end{aligned}$$

5. Komposit plastik polipropilena 90%:10% tepung sagu

a. Spesimen 1

$$\begin{aligned}L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,24 \text{ mm} \times 5,18 \text{ mm} \\ &= 47,86\text{mm}^2\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Ech} &= \frac{2,0 \text{ J}}{47,86 \text{ mm}^2} \\ &= 0,043 \text{ J/mm}^2\end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\begin{aligned}L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,46 \text{ mm} \times 5,19 \text{ mm} \\ &= 49,10\text{mm}^2\end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Ech} &= \frac{2,7 \text{ J}}{49,10 \text{ mm}^2} \\ &= 0,055 \text{ J/mm}^2\end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\begin{aligned} L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,31 \text{ mm} \times 5,39 \text{ mm} \\ &= 50,18 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned} Ech &= \frac{2,0 \text{ J}}{50,18 \text{ mm}^2} \\ &= 0,041 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

4. Komposit plastik polipropelena 85%:15% tepung sagu

a) Spesimen 1

$$\begin{aligned} L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,68 \text{ mm} \times 5,26 \text{ mm} \\ &= 50,92 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned} Ech &= \frac{2,0 \text{ J}}{50,92 \text{ mm}^2} \\ &= 0,040 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

b) Spesimen 2

$$\begin{aligned} L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,85 \text{ mm} \times 5,16 \text{ mm} \\ &= 50,83 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned} Ech &= \frac{2,7 \text{ J}}{50,83 \text{ mm}^2} \\ &= 0,053 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

c) Spesimen 3

$$\begin{aligned} L &= \text{tebal} \times \text{lebar} \\ &= 9,86 \text{ mm} \times 5,26 \text{ mm} \\ &= 51,86 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Sehingga besarnya kuat impak (keuletan) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Ech} &= \frac{2,0 \text{ J}}{51,86 \text{ mm}^2} \\ &= 0,039 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Perhitungan Uji *Bending*

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad \dots (3)$$

1 Komposit plastik polipropelena 100%:0% tepung sagu

a. Spesimen 1

$$\text{Beban Maksimum(P)} = 0,61 \text{ KN} = 610 \text{ N}$$

$$\text{Jarak Tumpuan (L)} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Spesimen (b)} = 40,24 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Spesimen (d)} = 8,36 \text{ mm, jadi } (d)^2 = 69,88 \text{ mm}^2$$

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \cdot 610 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,24 \text{ mm} \cdot 69,88 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{146400 \text{ N}}{5623,94 \text{ mm}^2} \\ &= 16,27 \text{ N/mm}^2 = 16,27 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

$$\text{Beban Maksimum(P)} = 0,60 \text{ KN} = 600 \text{ N}$$

$$\text{Jarak Tumpuan (L)} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Spesimen (b)} = 40,33 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Spesimen (d)} = 8,19 \text{ mm, jadi } (d)^2 = 67,07 \text{ mm}^2$$

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \cdot 600 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,33 \text{ mm} \cdot 67,07 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$= \frac{144000 \text{ N}}{5409,86 \text{ mm}^2}$$

$$= 16,63 \text{ N/mm}^2 = 16,63 \text{ MPa}$$

c. Spesimen 3

Beban Maksimum(P) = 0,63 KN = 630 N
 Jarak Tumpuan (L) = 80 mm
 Lebar Spesimen (b) = 40,20 mm
 Tebal Spesimen (d) = 8,11 mm, jadi $(d)^2 = 65,77 \text{ mm}^2$
 Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot 630 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,20 \text{ mm} \cdot 65,77 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{151200 \text{ N}}{5287,90 \text{ mm}^2}$$

$$= 17,87 \text{ N/mm}^2 = 17,87 \text{ MPa}$$

2 Komposit plastik polipropilena 95%:5% tepung sagu

a. Spesimen 1

Beban Maksimum(P) = 0,86 KN = 860 N
 Jarak Tumpuan (L) = 80 mm
 Lebar Spesimen (b) = 40,25 mm
 Tebal Spesimen (d) = 8,00 mm, jadi $(d)^2 = 64,00 \text{ mm}^2$
 Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot 860 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,25 \text{ mm} \cdot 64 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{206400 \text{ N}}{5184 \text{ mm}^2}$$

$$= 25,04 \text{ N/mm}^2 = 25,04 \text{ MPa}$$

b. Spesimen 2

$$\text{Beban Maksimum}(P) = 0,87 \text{ KN} = 870 \text{ N}$$

$$\text{Jarak Tumpuan (L)} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Spesimen (b)} = 40,24 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Spesimen (d)} = 8,10 \text{ mm, jadi } (d)^2 = 65,61 \text{ mm}^2$$

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \cdot 870 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,50 \text{ mm} \cdot 65,61 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{208800 \text{ N}}{5314,41 \text{ mm}^2} \\ &= 24,56 \text{ N/mm}^2 = 24,56 \text{ MPa}\end{aligned}$$

c. Spesimen 3

$$\text{Beban Maksimum}(P) = 0,79 \text{ KN} = 790 \text{ N}$$

$$\text{Jarak Tumpuan (L)} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Spesimen (b)} = 40,47 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Spesimen (d)} = 7,92 \text{ mm, jadi } (d)^2 = 62,72 \text{ mm}^2$$

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \cdot 790 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,47 \text{ mm} \cdot 62,72 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{189600 \text{ N}}{5074,93 \text{ mm}^2} \\ &= 23,34 \text{ N/mm}^2 = 23,34 \text{ MPa}\end{aligned}$$

3 Komposit plastik polipropelena 90%:10 tepung sagu

a. Spesimen 1

$$\text{Beban Maksimum}(P) = 0,55 \text{ KN} = 550 \text{ N}$$

$$\text{Jarak Tumpuan (L)} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar Spesimen (b)} = 40,18 \text{ mm}$$

Tebal Spesimen (d) = 8,08 mm, jadi $(d)^2 = 65,28 \text{ mm}^2$
Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \cdot 550 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,18 \text{ mm} \cdot 65,28 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{132000 \text{ N}}{5245,90 \text{ mm}^2} \\ &= 15,73 \text{ N/mm}^2 = 15,73 \text{ MPa}\end{aligned}$$

b Spesimen 2

Beban Maksimum(P) = 0,61 KN = 610 N
Jarak Tumpuan (L) = 80 mm
Lebar Spesimen (b) = 40,24 mm
Tebal Spesimen (d) = 8,36 mm, jadi $(d)^2 = 69,88 \text{ mm}^2$
Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \cdot 610 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,24 \text{ mm} \cdot 69,88 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{146400 \text{ N}}{5245,90 \text{ mm}^2} \\ &= 15,96 \text{ N/mm}^2 = 15,96 \text{ MPa}\end{aligned}$$

c Spesimen 3

Beban Maksimum(P) = 0,61 KN = 610 N
Jarak Tumpuan (L) = 80 mm
Lebar Spesimen (b) = 40,24 mm
Tebal Spesimen (d) = 8,36 mm, jadi $(d)^2 = 69,88 \text{ mm}^2$
Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3 \cdot 610 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,24 \text{ mm} \cdot 69,88 \text{ mm}^2}\end{aligned}$$

$$= \frac{146400 \text{ N}}{5623,94 \text{ mm}^2}$$

$$= 17,70 \text{ N/mm}^2 = 17,70 \text{ MPa}$$

4 Komposit plastik polipropelena 85%:15% tepung sagu

a Spesimen 1

Beban Maksimum(P) = 0,64 KN = 640 N

Jarak Tumpuan (L) = 80 mm

Lebar Spesimen (*b*) = 40,37 mm

Tebal Spesimen (*d*) = 8,20 mm, jadi (*d*)² = 67,24 mm²

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot 640 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,37 \text{ mm} \cdot 67,24 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{153600 \text{ N}}{5428,95 \text{ mm}^2}$$

$$= 17,68 \text{ N/mm}^2 = 17,68 \text{ MPa}$$

b Spesimen 2

Beban Maksimum(P) = 0,68 KN = 680 N

Jarak Tumpuan (L) = 80 mm

Lebar Spesimen (*b*) = 40,23 mm

Tebal Spesimen (*d*) = 8,07 mm, jadi (*d*)² = 65,12 mm²

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot 680 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,23 \text{ mm} \cdot 65,12 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{163200 \text{ N}}{5239,55 \text{ mm}^2}$$

$$= 19,18 \text{ N/mm}^2 = 19,18 \text{ MPa}$$

c Spesimen 3

Beban Maksimum(P) = 0,61 KN = 610 N

Jarak Tumpuan (L) = 80 mm

Lebar Spesimen (b) = 40,47 mm

Tebal Spesimen (d) = 8,07 mm, jadi $(d)^2 = 65,12 \text{ mm}^2$

Sehingga Kekuatan *Bending* (σ_b) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3 \cdot 610 \text{ N} \cdot 80 \text{ mm}}{2 \cdot 40,47 \text{ mm} \cdot 65,12 \text{ mm}^2} \\ &= \frac{146400 \text{ N}}{5270,81 \text{ mm}^2} \\ &= 17,36 \text{ N/mm}^2 = 17,36 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Tabel Hasil Uji Tarik

Tabel Hasil Uji Tarik Komposit plastic polipropelena dengan tepung sagu

Spec. Code	Lebar (mm)	Tebal (mm)	ΔL (mm)	Pmaks (KN)	Beban Mesin (Kg)	Tegangan (MPa) $\sigma = \frac{P}{A_0}$	Regangan (%)
<i>Komposit 100%+0%</i>	5,39	5,06	0,38	0,39	20000	14,30	1,52
	5,64	5,10	0,39	0,33	20000	11,47	1,56
	5,40	5,05	0,38	0,31	20000	11,37	1,52
<i>komposit 95%+5%</i>	5,56	5,05	0,29	0,41	20000	14,60	1,16
	5,54	5,00	0,36	0,34	20000	12,27	1,44
	5,64	5,07	0,34	0,34	20000	11,89	1,36
<i>Komposit 90%+10%</i>	5,58	5,00	0,36	0,46	20000	16,49	1,44
	5,64	5,06	0,35	0,31	20000	10,86	1,40
	5,63	5,01	0,39	0,31	20000	10,99	1,96
<i>komposit 85%+15%</i>	5,67	5,01	0,79	0,52	20000	18,31	3,16
	5,62	5,04	0,33	0,58	20000	20,48	1,32
	5,68	5,06	0,32	0,29	20000	10,09	1,28

Catatan: Sudah dikalibrasikan
 Sumber: Data diolah, 2020

Lampiran 5. Tabel Hasil Uji Impak

Tabel Hasil Uji Impak Komposit plastik polipropelena dengan tepung sagu

Spesimen		(G) Berat Pendulum (N)	(R) Panjang Pendulum (m)	(α) Sudut Awal ($^{\circ}$)	(β) Sudut Akhir ($^{\circ}$)	lebar Penampang (mm)	tebal Penampang (mm)	A_0 (mm^2)	(W) Energi Impak (J)	Harga Impak (J/mm^2)
Fraksi Berat Serat	Ke									
<i>Komposit 100%+0%</i>	1	196	0,8	30	29,00	5,30	9,72	51,52	1,4	0,027
	2	196	0,8	30	28,50	5,35	9,49	50,77	2,0	0,040
	3	196	0,8	30	28,50	5,56	9,57	53,21	2,0	0,038
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm^2)										0,035
<i>Komposit 95%+5%</i>	1	196	0,8	30	28,50	5,34	9,03	48,22	2,0	0,042
	2	196	0,8	30	28,00	5,24	9,01	47,21	2,7	0,057
	3	196	0,8	30	28,50	5,33	9,26	49,36	2,0	0,041
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm^2)										0,047
<i>Komposit 90%+10%</i>	1	196	0,8	30	28,50	5,18	9,24	47,86	2,0	0,043
	2	196	0,8	30	28,00	5,19	9,46	49,10	2,7	0,055
	3	196	0,8	30	28,50	5,39	9,31	50,18	2,0	0,041
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm^2)										0,046
<i>Komposit 85%+15%</i>	1	196	0,8	30	28,50	5,26	9,68	50,92	2,0	0,040
	2	196	0,8	30	28,00	5,16	9,85	50,83	2,7	0,053
	3	196	0,8	30	28,50	5,26	9,86	51,86	2,0	0,039
Rata-Rata Kekuatan Impak (J/mm^2)										0,044

Sumber: Data diolah, 2020

Lampiran 6. Tabel Hasil Uji *Bending*

Tabel Hasil Uji *Bending* Komposit Serat Gelas dan Serat Aramid (Kevlar)

Spesimen		(d) Tebal Spesimen (mm)	(b) Lebar Spesimen (mm)	(L) Jarak Tumpuan (mm)	(P) Beban (KN)	(σ_b) Kekuatan Bending (MPa) $\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$	Rata-Rata Kekuatan Bending (MPa)
Fraksi Berat Serat	Ke						
<i>Komposit 100%+0%</i>	1	8,36	40,24	80	0,61	16,27	16,92
	2	8,19	40,33	80	0,60	16,63	
	3	8,11	40,20	80	0,63	17,87	
<i>Komposit 95%+5%</i>	1	8,00	40,25	80	0,86	25,04	24,31
	2	8,10	40,50	80	0,87	24,56	
	3	7,92	40,47	80	0,79	23,34	
<i>Komposit 90%+10%</i>	1	8,08	40,18	80	0,55	15,73	16,46
	2	8,00	40,38	80	0,55	15,96	
	3	8,03	40,09	80	0,61	17,70	
<i>Komposit 85%+15%</i>	1	8,20	40,37	80	0,64	17,68	18,07
	2	8,13	40,23	80	0,68	19,18	
	3	8,07	40,47	80	0,61	17,36	

Sumber: Data diolah, 2020

LAMPIRAN 7. FOTO PROSES PEMBUATAN SPESIMEN



