

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH JUMLAH PERSENTASE SERAT HYBRID KOMPOSIT TERHADAP KEKUATAN IMPACT DENGAN MENGGUNAKAN SERAT IJUK DAN SEKAM PADI PADA GENTENG

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

M. AFRIANDI
1607230161



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : M.Ariandi

NPM : 1607230161

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Jumlah Persentase Serat Hybrid Komposit Terhadap Kekuatan Impact Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Pada Genteng

Bidang ilmu : Manufaktur

Medan, 17 September 2022

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Penguji I

Muharnif M, S.T., M.Sc

Dosen Penguji II

Chandra A Siregar, ST, M.T

Dosen Penguji III

M. Yani, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,

Chandra A Siregar, ST, M.T



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : M.Afriandi
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 08 April 1997
NPM : 1607230161
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Pengaruh Jumlah Persentase Serat Hybrid Komposit Terhadap Kekuatan Impact Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Pada Genteng”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 17 September 2022

Saya yang menyatakan,



M.Ariandi

ABSTRAK

Pada dasarnya material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda. Komposit ini terdiri dari matriks dari bahan poliyester dan penguat dari serat ijuk dan sekam padi. Dewasa ini Pemanfaatan sekam padi dan serat ijuk masih belum dilirik oleh masyarakat. Serat ijuk dan sekam padi ternyata dapat dimanfaatkan sebagai material pencampur komposit pembuatan genteng. Tujuan penelitian ini ialah untuk mendapatkan teknik pembuatan material komposit yang diperkuat oleh serat ijuk dan sekam padi. Pembuatan spesimen uji dilakukan dengan metode hand lay-up Hasil dari pengujian impack diambil kesimpulan bahwa serat kombinasi serat 1 dengan kombinasi 70% polyester resin dan 30% serat dengan persentase serat ijuk 50% dan sekam padi 50% memiliki nilai hasil impack paling tinggi dari ke 2 kombinasi serat, dengan nilai 42,91 joule dengan nilai rata-rata 92,82 ,sedangkan pada kombinasi serat 2 dengan kombinasi 80% polyester resin dan 20% serat dengan persentase serat ijuk 70% dan sekam padi 30% memiliki nilai hasil impack paling tinggi kombinasi serat, dengan nilai joule 45,82 joule Dengan nilai rata-rata 95,17 Joule. Dan hasil pembuatan genteng memiliki ukuran dimensi dengan berat total 655 gram, panjang 210 mm, lebar 210 mm, tebal 30 mm, tebal ring 10 mm.

Kata kunci : komposit, serat ijuk dan sekam padi, genteng serat.

ABSTRACT

Basically a composite material is a combination of two or more different materials. This composite consists of a matrix of polyester and a reinforcement of palm fiber and rice husks. Currently, the use of rice husks and fiber is still not regarded by the public. Palm fiber and rice husk can actually be used as a composite mixing material for roof tile. The purpose of this study was to obtain a technique for making composite materials reinforced by palm fiber and rice husks. The test specimens were made using the hand lay-up method. The results of the impact test concluded that the fiber combination of fiber 1 with a combination of 70% polyester resin and 30% fiber with a percentage of 50% palm fiber and 50% rice husk had the highest impact yield value of two fiber combinations, with a value of 42.91 joules with an average value of 92.82 while in fiber combination 2 with a combination of 80% polyester resin and 20% fiber with a percentage of 70% palm fiber and 30% rice husks, the highest impact yield value is the combination of fibers, with joule value 45.82 joules with an average value of 95.17 joule. And the results of in making roof tiles have dimensions with a total weight of 655 grams, length 210 mm, width 210 mm, thickness 30 mm, ring thickness 10 mm.

Keywords : Composite, palm fiber and rice husk, fiber tile

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Jumlah Persentase Serat Hybrid Komposit Terhadap Kekuatan Impack Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan sekam Padi Pada Genteng” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M.Yani, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing, yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif, ST, M.Sc selaku dosen penguji I
3. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T selaku Dosen penguji II Sekaligus Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis
7. Orang tua penulis: Sucipto dan Seniwati yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis. Dan terimakasih atas kasih sayang serta motivasi yang tidak pernah berhenti yang tidak bisa dibalas dengan apapun.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Terimakasih kepada sahabat-sahabat penulis : Gara prastianda, Muhammad akbar, Rizki Kurniawan, Rio Liswara, Fahri Kurniawan, Nurul Aini yang sama-sama membantu menyelesaikan.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesin.

Medan, 17 September 2022

M. Afriandi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Genteng	5
2.1.1. Bagian Yang Terdapat Pada Genteng	6
2.1.2. Spesifikasi Genteng Beton	7
2.2. Komposit	8
2.2.1. Pengertian Komposit	8
2.2.2. Unsur Penyusun Komposit	9
2.2.3. Klasifikasi Bahan Komposit	15
2.2.4. Pengisi (Filler)	17
2.3. Penurunan Tekanan Dan Faktor Gesekan	17
2.3.1. Proses Pembuatan Produk Komposit Matrik Polimer	18
2.4. Impact	19
2.5. Serat Ijuk dan Sekam Padi	24
BAB 3 METODOLOGI	
3.1. Tempat dan Waktu	26
3.1.1. Tempat Penelitian	26
3.1.2. Waktu Penelitian	26
3.2. Bahan Dan Alat	27
3.2.1. Alat Penelitian	27
3.2.2. Bahan Penelitian	32
3.3. Bagan Alir Penelitian	35
3.4. Rancangan Alat Penelitian	36
3.5. Prosedur Penelitian	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Proses Pembuatan Cetakan Spesimen	40
4.2. Perhitungan Spesimen	41

4.3. Proses Pembuatan Spesimen	42
4.4. Proses Pengujian Spesimen	44
4.5. Hasil Pengujian	46
4.5.1. Pengujian Spesimen Dengan Komposisi Serat	46
4.6. Analisa Berdasarkan Data Pengujian	56
4.7. Pembuatan Genteng Menggunakan silicon rubber	57
4.8. Pembuatan Genteng	59

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

SK PEMBIMBINGAN

BERITA ACARA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Waktu Dan Kegiatan Pembuatan	26
Tabel 4.1	Persentase Serat	41
Tabel 4.2	Hasil Uji Impack Komposisi 1	50
Tabel 4.3	Hasil Uji Impack Komposisi 1	51
Tabel 4.4	Hasil Uji Impack Komposisi 1	52
Tabel 4.5	Hasil Uji Impack Komposisi 2	53
Tabel 4.6	Hasil Uji Impack Komposisi 2	54
Tabel 4.7	Hasil Uji Impack Komposisi 2	55
Tabel 4.8	Pehitungan Pembuatan Genteng	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Struktur Atap	6
Gambar	2.2	Penutup Atap	7
Gambar	2.3	Pelengkap Atap	7
Gambar	2.4	Tipe discontinius fiber	11
Gambar	2.5	Tipe Komposit Serat	11
Gambar	2.6	Tiga Tipe orientasi pada Reinforcement	12
Gambar	2.7	Hand lay Up	18
Gambar	2.8	Uji Impack	19
Gambar	2.9	Bentuk Dan Ukuran Sampel Metode Chrappy Serangkaian Uji	20
Gambar	2.10	Permukaan Patahan(fatograsi) Benda Uji Impack	21
Gambar	2.11	Ukuran Benda Uji Izod	22
Gambar	2.12	Ilustrasi Pembebanan Impack Metode Izod	22
Gambar	2.13	Bentuk Dan Dimensi Benda Uji Impack Berdasarkan ASTM	23
Gambar	3.1	Alat Uji Impack	27
Gambar	3.2	Cetakan Spesimen Ui Impack	27
Gambar	3.3	Timbangan Digital	28
Gambar	3.4	Kamera Handphoe	28
Gambar	3.5	Amplas/Kertas Pasir	29
Gambar	3.6	Gelas Ukur	29
Gambar	3.7	Ember	30
Gambar	3.8	Mistar	30
Gambar	3.9	Pisau	31
Gambar	3.10	Kuas	31
Gambar	3.11	SarungTangan	32
Gambar	3.12	Resin Polyester Dan Katalis	32
Gambar	3.13	SeratIjuk	33
Gambar	3.14	Sekam Padi	33
Gambar	3.15	Larutan NAOH	34
Gambar	3.16	Air Mineral	34
Gambar	3.17	Diagram Alir Penelitian	35
Gambar	3.19	Rancangan Alat Genteng	36
Gambar	4.1	Proses Pembuatan Cetakan Spesimen	40
Gambar	4.2	Hasil Pembuatan Cetakan Spesimen	40
Gambar	4.3	Gambar Spesimen Uji Impack	42
Gambar	4.4	Proses Penimbangan Polyester Resin	42
Gambar	4.5	Mencampurkan Polyester Resin dan serat	43
Gambar	4.6	Proses Pengeringan Spesimen	43
Gambar	4.7	Alat Uji Impack	44
Gambar	4.8	Peletakan Spesimen Pada Penopang	44
Gambar	4.9	Proses Setting Spesimen	45
Gambar	4.10	Proses Pengangkatan Lengan Bandul	45
Gambar	4.11	Hasil Pengujian Impack Pada Spesimen 1	46
Gambar	4.12	Hasil Pengujian Impack Pada Spesimen 2	47
Gambar	4.13	Hasil Pengujian Impack Pada Spesimen 3	48

Gambar	4.14 Hasil Pengujian Impack Pada Spesimen 4	49
Gambar	4.15 Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen	50
Gambar	4.16 Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen	51
Gambar	4.17 Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen	52
Gambar	4.18 Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen	53
Gambar	4.19 Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen	54
Gambar	4.20 Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen	55
Gambar	4.21 Penimbangan <i>Sillicon Rubber</i>	57
Gambar	4.22 Proses Pencampuran Hardener Dengan <i>Silicon Rubber</i>	57
Gambar	4.23 Proses Pengadukan <i>Silicon Rubber</i>	58
Gambar	4.24 Menuangkan Campuran <i>Silicon Rubber</i> Kedalam Cetakan	58
Gambar	4.25 Hasil Cetakan Genteng	59
Gambar	4.26 Menimbang Resin Polyester	59
Gambar	4.27 Menimbang Katalis	60
Gambar	4.28 Meletakkan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Kedalam Cetakan	60
Gambar	4.29 Hasil Akhir Cetakan	61

DAFTAR NOTASI

Nama	Lambang	Satuan
E	= Energiimpack	Joule
M	= Massa pendulum	kg
G	= Percepatangravitasi	9,8 (m/s)
R	= Panjanglengan pendulum	-
$\cos \alpha$	= Sudutawalbandul	-
$\cos \beta$	= Sudutakhirbandul	-

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang Masalah

Perkembangan rekayasa teknologi saat ini tidak hanya bertujuan untuk membantu umat manusia, tetapi harus mempertimbangkan aspek lingkungan. Bahkan banyak negara di dunia kini berupaya membuat produk yang ramah lingkungan tanpa melupakan tujuan awal produk tersebut diciptakan. Material yang ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta mampu dihancurkan sendiri oleh alam merupakan tuntutan teknologi sekarang ini. Perkembangan material komposit berpenguat serat alami kini mulai diperhitungkan. Hal ini disebabkan karena komposit memiliki beberapa keunggulan tersendiri dibandingkan bahan teknik alternatif lainnya seperti bahan komposit lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan sebagainya. Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak sama, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya tidak sama (Sriwita dan Astuti, 2014: 30).

Serat ijuk (*Arenga Pinnata*) adalah serat alam yang istimewa dibandingkan dengan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya tahan lama, tidak mudah terurai, serta tahan terhadap asam dan garam air laut. Salah satu bentuk pengolahan dari serat ijuk adalah tali ijuk yang telah digunakan yaitu untuk mengikat berbagai peralatan nelayan laut dan mencegah penembusan rayap tanah. Serat ijuk aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap (Samlawi, dkk. 2017: 2). Penelitian ini menggunakan serat ijuk yang dihasilkan dari pohon Aren (*Arenga Pinnata*) Ijuk merupakan serat alam yang memiliki sifat yang elastis, keras, tahan air, dan sulit dicerna oleh organisme perusak. Aren merupakan tumbuhan penghasil ijuk tumbuh di seluruh daratan Indonesia dengan sangat baik, terutama di ketinggian 400 sampai dengan 1000 meter di atas permukaan laut, namun demikian serat ijuk belum sepenuhnya di

manfaatkan, masih sangat banyak ijuk yang dibakar begitu saja. atau dibiarkan tanpa di manfaatkan.

Keadaan industri kecil sapu ijuk di Desa Medan Senembah ini di mulai sejak tahun 1990. Pada awalnya kegiatan industri sapu ijuk ini merupakan mata pencaharian tambahan namun seiring meningkatnya permintaan akan sapu ijuk kegiatan industri ini berkembang hingga menjadi mata pencaharian pokok. Sapu ijuk, terdiri dari ijuk aren sebagai bahan baku. Dalam pembuatan sapu ijuk dibutuhkan keterampilan khusus untuk bisa menghasilkan sapu yang memiliki nilai jual. Dengan adanya kegiatan industri sapu ijuk, pendapatan pengusaha juga menjadi bertambah. Seiring berlangsungnya kegiatan industri ini, sejak tahun 1990 industri kecil sapu ijuk ini terus mengalami peningkatan (wawancara dengan Mulyono, 2012). Namun Sejak tahun 2007 keadaan industri sapu ijuk mengalami penurunan unit industri dan tenaga kerja. Keadaan ini sudah lama berlangsung. Hal ini terlihat pada tahun 2007 industri ini berjumlah 73 unit dengan tenaga kerja 410 orang, tahun 2009 menurun menjadi 45 unit dengan tenaga kerja sebesar 368 orang dan tahun 2011 berjumlah 31 unit dengan tenaga kerja 181 orang.

Dimungkinkan besarnya modal dan bahan baku yang diperoleh (hasil wawancara dengan Hijrah, 2012). Selain itu juga disebabkan oleh persaingan dengan sapu plastik yang harga jualnya sama dengan harga jual sapu ijuk dan konsumen cenderung memilih sapu plastik karena sapu plastik jauh lebih kokoh (hasil wawancara dengan Budiono, 2012). Untuk itu perlu dicermati faktor-faktor industri mencakup energi, modal, bahan mentah/bahan baku, tenaga kerja, pengangkutan (transportasi) dan pemasaran yang akan mempengaruhi pendapatan pengusaha dan pendapatan pekerja.

Padi merupakan salah satu hasil utama pertanian, disamping mampu mencukupi kebutuhan pangan, produksi padi juga menghasilkan limbah berupa sekam padi. Pemanfaatan sekam padi tersebut terbilang cukup sedikit, sehingga sekam menjadi bahan limbah yang mengganggu lingkungan. Negara kita Indonesia Tercinta yang mayoritas penduduk nya menjadikan beras sebagai bahan Pokok, sekam padi berasal dari hasil penggilingan padi biasa nya sekam padi ini terpisah setelah proses penggilingan padi. Pemanfaatan sekam padi itu sendiri kurang optimal di kalangan masyarakat karena hanya di buat pupuk kompos.

Sekam padi merupakan limbah dari proses penggilingan padi yang memiliki berat 20-22% dari bobot padi (Linda Trivana, Sri Sugiarti, dan Eti Rohaeti, 2015). Oleh karena itu, salah satu limbah pertanian yang paling melimpah adalah sekam padi. Pemanfaatan sekam padi secara umum masih relatif rendah dan belum optimal. Hal ini karena karakteristik sekam padi yang bersifat kasar, bernilai gizi rendah, memiliki kerapatan yang rendah, dan kandungan abu yang cukup tinggi (Houston, 1972). Selama ini, sekam padi hanya digunakan sebagai alas pakan ternak, media bercocok tanam, bahan bakar pada proses pembakaran batu merah, campuran pembuatan batu bata, bahan baku pembuatan keramik, atau dibuang begitu saja.

Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan, melainkan datang secara tiba-tiba. Contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan.

Prinsip dasar dari pengujian impak adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk beban uji, sehingga beban uji mengalami deformasi maksimum hingga mengakibatkan perpatahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di jabarkan diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang terdapat dalam penelitian ini, antara lain :

1. Bagaimana cara pembuatan genteng menggunakan komposit berbahan serat ijuk dan sekam padi?
2. Bagaimana menganalisis uji impack pada genteng berbahan komposit?

1.3 Ruang Lingkup

Pada penulisan penelitian ini ada beberapa pembatasan masalah agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis, antara lain :

1. Pembuatan Spesimen Dengan 2 komposisi Serat
2. Kekuatan material komposit dengan menggunakan uji impact.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pembuatan genteng komposit dengan bahan serat.

1. Untuk membuat genteng berbahan serat
2. Untuk Mengetahui cara pembuatan genteng menggunakan metode hand lay up .

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir adalah.

1. Penelitian ini diharapkan menjadi bahan informasi dan referensi bagi peneliti selanjutnya terutama dalam penggunaan bahan komposit dalam pembuatan genteng.
2. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan nilai guna pengolahan serat ijuk dan sekam padi yang selama ini hanya dijadikan sampah dan limbah yang kurang memiliki nilai ekonomis. Sehingga penelitian ini dapat menjadi rujukan penggunaan seart alam dalam mengaplikasikan bahan komposit.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menambah aasan tentang kegunaan serat ijuk dan sekam padi sebagai material pencampur komposit kepada masyarakat luas bagi peneliti selanjutnya terutama di bidang sektor industri.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan material komposit dengan bahan-bahan serat alam merupakan kandidat sebagai bahan penguat untuk dapat menghasilkan bahan komposit yang kuat, ringan dan ramah lingkungan, mampu didaur ulang, serta mampu dihancurkan sendiri oleh alam. Ini sebagai upaya tuntutan teknologi sekarang yang lebih mengedepankan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan guna menekan terjadinya pemanasan global (global warming).

2.1 Definisi Genteng

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Fungsi utama genteng adalah menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Jenis genteng bermacam-macam, ada genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng dan genteng kayu (sirap). Keunggulan genteng tanah liat (lempung) selain murah, bahan ini tahan segala cuaca, dan lebih ringan dibanding genteng beton. Sedangkan kelemahannya, genteng ini bisa pecah karena kejatuhan benda atau menerima beban tekanan yang besar melebihi kapasitasnya. Kualitas genteng sangat ditentukan dari bahan dan suhu pembakaran, karena hal tersebut akan menentukan daya serap air dan daya tekan genteng (Aryadi, 2010). Genteng merupakan salah satu komponen penting pembangunan perumahan yang memiliki fungsi untuk melindungi rumah dari suhu, hujan maupun fungsi lainnya. Agar kualitas genteng optimal, maka daya serap air harus seminimal mungkin, agar tidak terjadi kebocoran. (Musabbikhah dan Sartono, 2007).

Genteng merupakan benda yang berfungsi untuk atap suatu bangunan. Dahulu genteng berasal dari tanah liat yang dicetak dan dipanaskan sampai kering. Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi dewasa ini genteng telah banyak memiliki macam dan bentuk dan tidak lagi berasal dari tanah liat semata, tetapi secara umum genteng dibuat dari semen, agregat (pasir) dan air yang dicampur dengan material lain dengan perbandingan tertentu. Selain itu, untuk menambah kekuatan genteng juga digunakan campuran seperti serat alam, serat

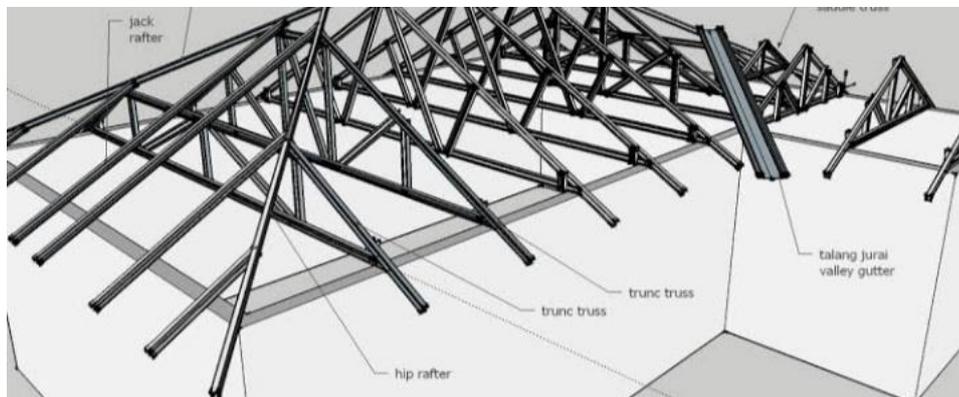
asbes, serat gelas, perekat aspal dan biji-biji logam yang memperkuat mutu genteng. Dengan mengingat fungsi genteng sebagai atap yang berperan penting dalam suatu bangunan untuk pelindung rumah dari terik matahari, hujan dan perubahan cuaca lainnya. Maka genteng harus mempunyai sifat mekanis yang baik, seperti kekuatan tekan, kekuatan pukul, kekerasan dan sifat lainnya (Saragih, 2007) Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen penggunaan bahan serat organik (Ijuk) sebagai bahan tambah dalam pembuatan genteng beton.

2.1.1 Bagian yang terdapat pada Genteng.

Adapun komponen yang digunakan pada genteng terdiri dari :

1. Bagian Atap.

Bagian satu ini mempunyai fungsi vital. Fungsi struktur atap adalah menahan atau mengalirkan beban dari atap, menuju kepondasi, yang kemudian diteruskan ke tanah. Pada struktur atap, terbagi menjadi dua bagian, yaitu rangka atap dan penopang rangka atap. Masing-masing membagi tugas untuk menahan beban dengan merata.



Gambar: 2.1 Struktur Atap

2. Penutup Atap

Komponen ini yang paling menarik secara visual dan tekstur. Ada banyak jenis penutup atap, mulai dari genteng yang berbahan tanah liat, kemudian ada atap semen (asbes), atap fiber, polikarbonat, atap metal, hingga bitumen (atap aspal). Masing-masing mempunyai keunggulan. Dari sisi teknologi, genteng dan asbes jauh tertinggal dibandingkan polikarbonat, atap metal, atau bitumen.



Gambar : 2.2 Penutup Atap

3. Pelengkap Atap

Mendengar kata pelengkap, yang terbayang oleh anda mungkin material komplementer. Bena sekali, selain struktur yang disebutkan diatas, ada juga material seperti listplang ataupun talang pun mutlak ada. Dia berfungsi ganda, yaitu struktur anjuga elastis. misal talang, dia bertugas mengarahkan air agar jatuh ke bidang tanah .



Gambar: 2.3 Pelengkap Atap

2.1.2 Spesifikasi Genteng.

Berikut spesifikasi genteng beton pada umumnya :

Berikut spesifikasi nya yaitu:

- a. Luas Nominal : 33 x 42 cm
- b. Luas permukaan Efektif : 25,5 x 39,1 cm
- c. Berat : 4,8 kg
- d. Pemakaian Genteng 10 buah/m²
- e. Ukuran ring : 3 / 4

- f. Ukuran kaso : 5 / 7
- g. Jarak reng : 25,5 cm
- h. Kemiringan Atap : Minimum 25 derajat
- i. Untuk kemiringan < 25 derajat atau curah hujan tinggi dianjurkan menggunakan Underlay
- j. Untuk kemiringan < 40 derajat atau curah hujan tinggi dianjurkan menggunakan sekrup

2.2 Komposit

2.2.1 Pengertian Komposit

Didalam dunia industri kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu. Menurut Kaw (1997) komposit adalah struktur material yang terdiri dari 2 kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk pada skala *makroskopik* dan menyatu secara fisika. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara *makroskopik*. Sedangkan menurut Triyono dan Diharjo (1999) mengemukakan bahwa kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan *polimer* yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang diutamakan untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat digunakan

bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

2.2.2 Unsur Penyusun Komposit

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut matrik.

1. Serat

Salah satu unsur penyusun bahan komposit adalah serat. Serat inilah yang terutama menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Serat inilah yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit.

Banyak jenis serat, baik serat alam maupun serat sintetik. Serat alam yang utama adalah kapas, wol, sutra dan rami (*hemp*). Sedangkan serat sintetik adalah rayon, *polyester*, akril, dan nilon. Masih banyak serat lainnya dibuat untuk memenuhi keperluan, sedangkan yang disebut di atas adalah jenis yang paling banyak dikenal.

Secara garis besar dapat disebutkan bahwa serat alam adalah kelompok serat yang dihasilkan dari tumbuhan, binatang dan mineral. Penggunaan serat alam di industri tekstil dan kertas secara luas tersedia dalam bentukserat sutera, kapas, kapuk, rami kasar (*flax*), goni, rami halus dan serat daun.

Komposit dengan penguat serat (*fibrous composite*) sangat efektif, karena bahan dalam bentuk serat jauh lebih kuat dan kaku dibanding bahan yang sama dalam bentuk padat (*bulk*). Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde mikron. Ukuran yang kecil tersebut menghilangkan cacat-cacat dan ketidaksempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar, sehingga serat menyerupai kristal tunggal yang tanpa cacat, dengan demikian kekuatannya sangat besar.

2. Matriks (Resin)

Matriks (resin) dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matriks harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat. Umumnya matriks terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. *Polymer* (plastik) merupakan bahan umum yang biasa digunakan. Matriks juga

umumnya dipilih dari kemampuannya menahan panas. *Polyester*, *vinilester* dan *epoksi* adalah bahan-bahan *polymer* yang sejak dahulu telah dipakai sebagai bahan matriks.

Persyaratan di bawah ini perlu dipenuhi sebagai bahan matriks untuk pencetakan bahan komposit:

- a. *Resin* yang dipakai perlu memiliki viskositas rendah, dapat sesuai dengan bahan penguat dan *permeable*.
- b. Dapat diukur pada temperatur kamar dalam waktu yang optimal.
- c. Mempunyai penyusutan yang kecil pada pengawetan.
- d. Memiliki kelengketan yang baik dengan bahan penguat.
- e. Mempunyai sifat baik dari bahan yang diawetkan.

Tidak ada bahan yang dapat memenuhi semua persyaratan di atas, tetapi pada saat ini paling banyak dipakai adalah *polyester* tak jenuh (Surdia, 2000).

3. *Tipe Komposit Serat*

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

1) *Continuous Fiber Composite*

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

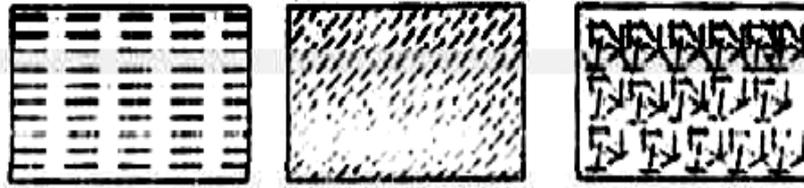
2) *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

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

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

- a) *Aligned discontinuous fiber*
- b) *Off-axis aligned discontinuous fiber*

c) *Randomly oriented discontinuous fiber*

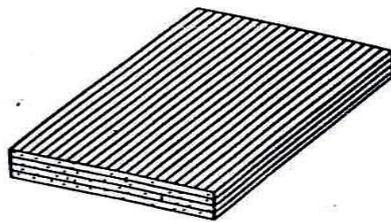


(a) *Aligned* (b) *off-axis* (c) *randomly*

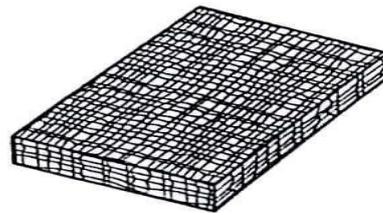
Gambar 2.4 Tipe *discontinuous fiber*

4) *Hybrid Fiber Composite*

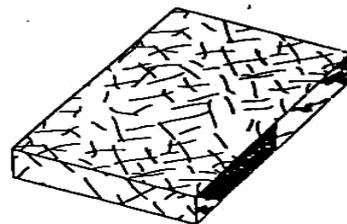
Hybrid Fiber Composite merupakan composite gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan agar dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



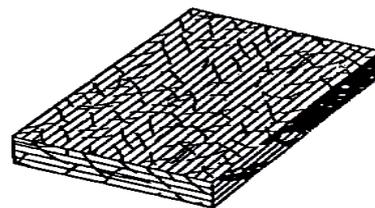
Continuous Fiber composite



Woven Fiber Composite



Randomly Oriented Discontinuous Fiber



Hybrid Fiber Composite

Gambar 2.5 Tipe Komposit Serat

4. Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit

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

1. Faktor Serat

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

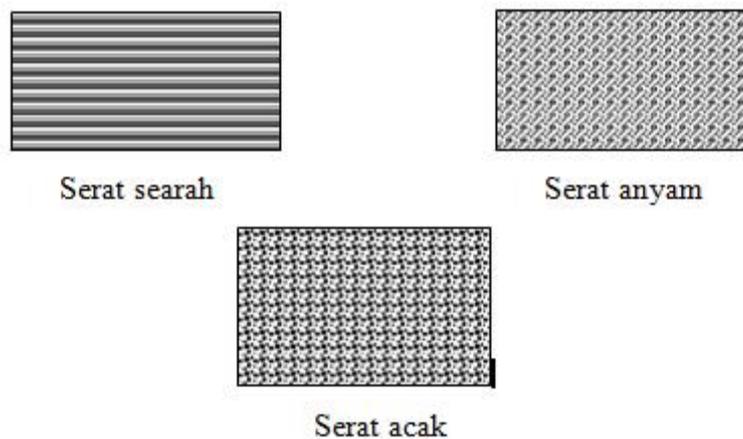
2. Letak Serat

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

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

- a. *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan dan modulus maksimum pada arah axis serat.
- b. *Two dimensional reinforcement* (planar), mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- c. *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat *isotropic* kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar kesegala arah maka kekuatan akan meningkat.



Gambar 2.6 Tiga Tipe Orientasi Pada *Reinforcement*

3. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat berpengaruh terhadap kekuatan. Ada 2 penggunaan serat dalam campuran komposit yaitu serat pendek dan serat panjang. Serat panjang lebih kuat dibandingkan serat pendek.

4. Bentuk Serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit tidak begitu mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Pada umumnya, semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan. Komposit yang paling tinggi. Selain bentuknya, kandungan seratnya juga mempengaruhi.

5. Faktor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan yang mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik. Selain itu matrik juga harus mempunyai kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk memilih matrik harus diperhatikan sifat-sifatnya, antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk, dan tahan terhadap guncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik. Bahan *polymer* yang sering digunakan sebagai material matrik dalam komposit ada dua macam, yaitu *thermoplastik* dan *thermoset*. *Thermoplastik* dan *thermoset* ada banyak macam jenisnya, antarlain:

a. *Thermoplastik*

- Polyamide (PI),
- Polysulfone (PS),
- Poluetheretherketone (PEEK),
- Polyhenylene Sulfide (PPS),
- Polypropylene (PP),
- Polyethylene (PE) dll.

b. Thermosetting

- Epoksi,
- Polyester,
- Phenolic,
- Plenol,
- Resin Amino,
- Resin Furan, dll.

6. Faktor Ikatan Fiber-Matrik

Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang memudahkan terjadinya pertemuan antara dua fase. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi *pendistribusian* tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan *interfacial* antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwartz, 1984).

7. Katalis

Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan *resin* dan serat dalam komposit. *Waktu* yang dibutuhkan *resin* untuk berubah menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan. Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka makin cepat pula proses *curingnya*, akan tetapi apabila pemberian katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun *resin* bisa terbakar. Penambahan katalis yang baik 1% dari volume *resin*. Bila terjadi reaksi akan timbul panas antara 60° C - 90° C. Panas ini cukup untuk mereaksikan resin sehingga diperoleh kekuatan dan bentuk plastik yang maksimal sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan (Justus Sakti Raya, 2001).

2.2.3 Klasifikasi Bahan Komposit

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

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal organic* atau *metal anorganic*.
 2. Klasifikasi menurut karakteristik *bulk-form*, seperti sistem matrik atau *Laminate*.
 3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continous* dan *Discontinuous*.
- A. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau struktural (Schwartz, 1984).

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

- Fiber composites (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik.
 - Flake composites adalah gabungan serpih rata dengan matrik.
 - Particulate composites adalah gabungan partikel dengan matrik.
 - Filled composites adalah gabungan matrik *continous skeletal* dengan matrik yang kedua.
 - Laminar composites adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina (Schwartz, 1984 : 16).
1. Material Komposit Resin Casting
- Acrylic- Ada beberapa jenis resin akrilik. Sebagai contoh, jenis metakrilat metal dari resin sintetis yang digunakan untuk memproduksi kaca akrilik seperti plexi glass, yang lebih dari polimer plastik bukan kaca. Resin ini ideal untuk embedding objek.
 - Epoxy – Resin epoxy memiliki viskositas rendah dari pada resin poliuretan. Ini adalah resin polyester yang mengandung lebih dari satu kelompok epoxy. Mereka mampu diubah menjadi bentuk thermoset.
 - Polyester - Resin polyester tak jenuh yang diproduksi oleh reaksi kondensasi antara asam seperti anhidra ftalat, anhidra maleat, asam isoftalat,

dan glikol(propilen glikol, di-etilena glikol, mono-etilena glikol). Umumnya digunakan untuk aplikasi plastik yang diperkuat.

2. Bahan Komposit Polymer

1) Polyester Resin

Menurut M.Yani, bahan ini tergolong polimer thermoset dan memiliki sifat yang dapat mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa pemberian tekanan ketika proses pencetakannya menjadi suatu peralatan tertentu. Resin polyester tak jenuh merupakan hasil reaksi antara asam basa tak jenuh seperti anhidrid ftalat dengan alcohol dihidrat seperti etilen glikol. Struktur material yang digunakan dalam penelitian ini ialah jenis struktur crosslink dengan keunggulan pada daya tahan yang lebih baik terhadap pembebanan tertentu. Hal ini disebabkan molekul yang dimiliki bahan ini adalah dalam bentuk rantai molekul raksasa atom-atom karbon yang saling berhubungan satu dengan lainnya. dengan menggunakan dwi fungsi asam dan dwi fungsi alkohol (glikol) dihasilkan suatu polyester linier.

3. Kegunaan Bahan Komposit

Kegunaan bahan komposit sangat luas, yaitu :

- Angkasa luar, seperti komponen kapal terbang, komponen helikopter, komponen satelit dan lain-lain.
- *Aoutomobile*, seperti komponen mesin, badan kereta dan lain-lain.
- Olah raga dan rekreasi seperti sepeda, *stick* golf, raket tenis, sepatu olahraga dan lain-lain.
- Industri pertahanan, seperti komponen jet tempur, peluru, komponen kapal selam dan lain-lain.
- Bidang kesehatan, seperti kaki palsu, sambungan sendi pada pinggangan dan lain-lain.

2.2.4 Pengisi (Filler)

Pengisi adalah bahan yang banyak digunakan untuk ditambahkan pada bahan polimer untuk meningkatkan sifat - sifatnya dan pemerosesan untuk mengurangi ongkos produksi (Surdia, 2000: 246) *Filler* dalam komposit digunakan sebagai penguat matrik resin polimer. Mekanisme *filler* dalam meningkatkan kekuatan adalah dengan membatasi pergerakan rantai polimer. Beberapa jenis *filler* ditambahkan dengan alasan meningkatkan stabilitas dimensi, anti oksidan, penyerap UV dan pewarna.

2.3 Material pengikat komposit (matrik)

Material pengikat disebut juga matrik. Jenis matrik yang digunakan beupa polimer, keramik atau metalik. Jenis matrik yang digunakan dalam sistem komposit menunjukkan nama dari komposit tersebut. Contoh: Komposit Matrik Polimer (KMP), Komposit Matrik Keramik (KMK), Komposit Matrik Logam (KML).Material pengikat ini pada sistem komposit berfungsi sebagai penerus beban kepada material penguat (*fiber*), untuk memisahkan *fiber* yang satu dengan yang lainnya serta menghambat penjalaran retak yang timbul dari perpatahan *fiber*. Berdasarkan jenis material pengikat, pada sistem komposit dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

- a. Komposit Matrik Polimer (KMP)
- b. Pada komposit matrik polimer ini, jenis pengikat yang digunakan adalah polimer. Contoh : Resin *fenol*, Resin *urea*, resin *melamin*, resin *thermoset*, dan lain-lain.
- c. Komposit Matrik Keramik (KMK)
- d. Pada komposit matrik keramik ini, jenis pengikat yang digunakan adalah keramik. Contoh : SiO₂ (kuarsa), MgO (*periklas*), MgAl₂O₄, (*spinel*), dan lain-lain.
- e. Komposit Matrik Logam (KML)
- f. Pada komposit matrik logam ini, jenis pengikat yang digunakan adalah logam. Contoh : Al (aluminium), Mg (magnesium), Co (coper), Ni (nikel).

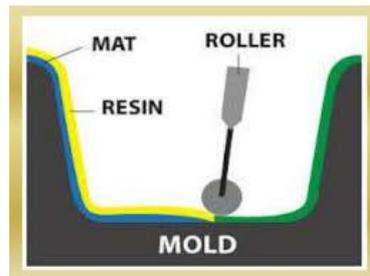
Dua hal yang perlu diperhatikan dalam pembentukan sistem komposit agar didapat produk yang efektif, yaitu : komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriknya dan harus ada ikatan permukaan yang kuat antara ikatan komponen penguat dengan matriknya.

2.3.1 Proses Pembuatan Produk Komposit Matriks Polimer

Bahan polymer memiliki keunggulan dari pada bahan logam dan keramik yakni lebih liat juga lebih murah tetapi juga memiliki kekurangan antara lain kurang kuat, kurang baik terhadap suhu tinggi juga kurang sesuai digunakan untuk menanggung beban tinggi. Oleh sebab itu sifat bahan polymer ini harus diperbaiki lagi. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan mencampurkan bahan serat kedalamnya, yaitu dengan menjadikannya komposit. Berbagai macam proses pembuatan produk komposit matriks polymer.

1. Cara Hand Lay-Up

Cara ini merupakan metode yang paling mudah dan murah namun lambat dan membutuhkan tenaga kerja yang berpengalaman dan mahir. Prosesnya dilakukan dengan tangan dan peralatan yang sederhana yakni roller dan kuas saja. Bahan yang digunakan serat kaca sebagai tulangan dan polyester resin sebagai matriksnya. Kebanyakan produk yang dihasilkan adalah badan boat, sampan, tangki air, dan sebagainya.



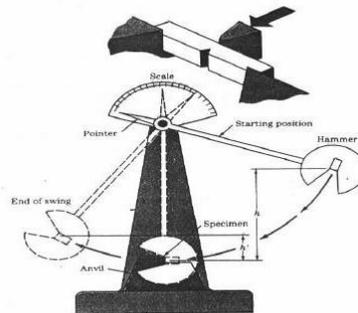
Gambar 2.7 Hand Lay-Up

Cara ini merupakan metode yang paling mudah dan murah namun lambat dan membutuhkan tenaga kerja yang berpengalaman dan mahir. Prosesnya dilakukan dengan tangan dan peralatan yang sederhana yakni roller dan kuas saja. Bahan yang digunakan serat kaca sebagai tulangan dan polyester resin sebagai matriksnya. Kebanyakan produk yang dihasilkan adalah badan boat, sampan, tangki air, dan sebagainya.

2.4 Pengujian Impack

Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan dimana pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan. Pengujian impak merupakan suatu upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering ditemui dalam perlengkapan transportasi atau konstruksi dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan, melainkan datang secara tiba-tiba. Contoh deformasi pada bumper mobil pada saat terjadinya tumbukan kecelakaan.

Prinsip dasar dari pengujian impak adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk beban uji, sehingga beban uji mengalami deformasi maksimum hingga mengakibatkan perpatahan.



Gambar 2.8 Uji Impack

Energi yang diserap oleh benda uji pada pengujian impak dinyatakan dalam satuan *Joule* dan langsung dibaca pada skala (dial) penunjuk yang telah dikalibrasi yang terdapat pada mesin penguji. Harga impak suatu bahan yang diuji dengan metode Charpy diberikan oleh.

$$HI = \frac{E}{A}$$

Dimana:

E = Energi yang diserap (joule)

A = Luas area penampang dibawah takik (mm²) sedangkan

$$E = P (H_0 - H_1)$$

Dimana:

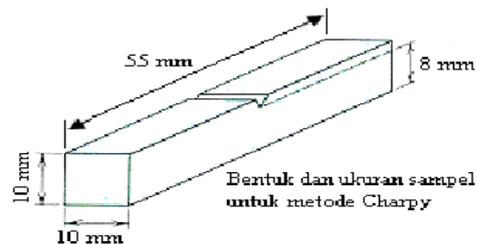
P = Beban yang diberikan (joule) H0: ketinggian awal bandul (mm)

H1 = Ketinggian akhir setelah terjadi perpatahan benda uji (mm)

Berdasarkan benda uji impact, pengujian dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

A. Metode Charpy

Batang uji Charpy sebagaimana telah ditunjukkan pada Gambar 2.15 banyak digunakan di Amerika Serikat. Sampel uji memiliki dimensi ukuran yaitu 10 x 10 x 55 mm (tinggi x lebar x panjang). Posisi takik berada di tengah, kedalaman takik 2mm dari permukaan benda uji dan sudut takik 45°. Bentuk takik berupa U, V, key hole (seperti lubang kunci).



Gambar 2.9 Bentuk dan ukuran sampel metode Charpy Serangkaian uji

Charpy pada satu material umumnya dilakukan pada berbagai temperatur sebagai upaya untuk mengetahui temperatur transisi. Pengukuran lain yang biasa dilakukan dalam pengujian impact Charpy adalah penelaahan permukaan perpatahan untuk menentukan jenis perpatahan (fracografi) yang terjadi. Secara umum sebagaimana analisis perpatahan pada benda hasil uji tarik maka perpatahan impact digolongkan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Perpatahan berserat (fibrous fracture)

Melibatkan mekanisme pergeseran bidang-bidang kristal di dalam material atau logam yang ulet (ductile). Ditandai dengan permukaan patahan yang berserat yang berbentuk dimpel yang menyerap cahaya dan buram. Perpatahan dimple ditandai oleh adanya cekungan-cekungan yang berbentuk sama sumbu, parabola atau elips, tergantung pada keadaan beban.

2. Perpatahan granular/kristalin

Dihasilkan oleh mekanisme pembelahan (cleavage) pada butir-butir dari material atau logam yang rapuh (brittle). Ditandai dengan permukaan yang datar. Selain itu, faset datar menampilkan “cirisungai” (river marking). Ciri sungai disebabkan oleh perambatan retak melalui Kristal sepanjang sejumlah bidang sejajar membentuk lembah dan tepi tajam sehingga memberikan daya pantul cahaya yang tinggi (mengkilap).

3. Perpatahan campuran

Merupakan kombinasi kedua jenis perpatahan di atas

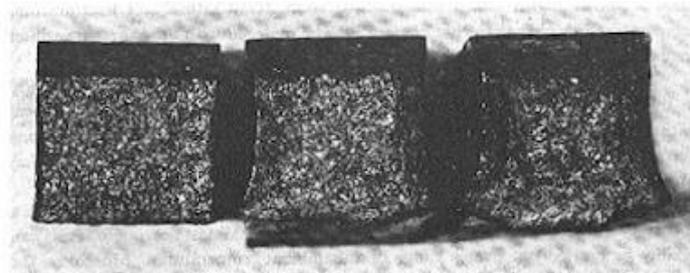


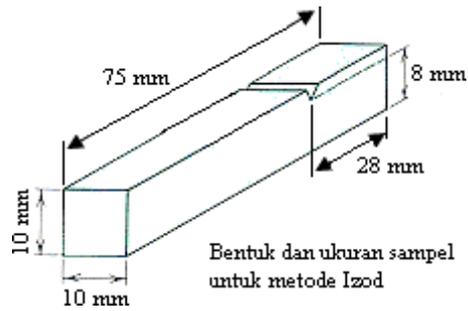
Fig. 14-2 Fracture surfaces of Charpy specimens tested at different temperatures. Left, 40°F center, 100°F; right, 212°F. Note gradual decrease in the granular region and increase in lateral contraction at the notch with increasing temperature.

Gambar 2.10 Permukaan Patahan (*Factografi*) benda uji impact

Dengan adanya pengaruh kecepatan, maka bentuk suatu benda mempengaruhi kemampuannya dalam menahan beban impact. Pada temperatur ruang, sebuah batang logam ulet tidak akan mengalami perpatahan di bawah pembebanan impact. Untuk itu, spesimen tersebut harus diberi notch (takik). Penggunaan notch tersebut menyebabkan besarnya konsentrasi tegangan yang terlokalisasi, yang membuat energi perpatahan paling banyak diserap pada bagian yang terlokalisasi tersebut, dan cenderung menyebabkan tipe perpatahan getas. Kecenderungan material ulet untuk berlaku seperti material getas ketika rusak pada benda yang terdapat takik di dalamnya sering disebut notch sensitivity.

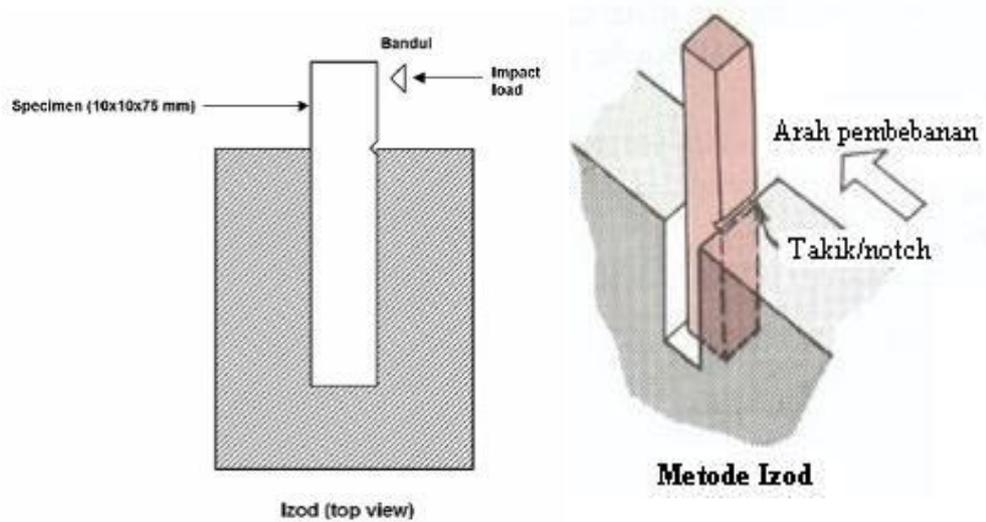
B. Metode izod

Metode Izod lazim digunakan di Inggris dan Eropa. Sampel uji memiliki dimensi ukuran yaitu 10 x 10 x 75 mm (tinggi x lebar x panjang). Posisi takik berada pada jarak 28 mm dari ujung benda uji, kedalaman takik 2 mm dari permukaan benda uji dan sudut takik 45°. Bentuk takik berupa

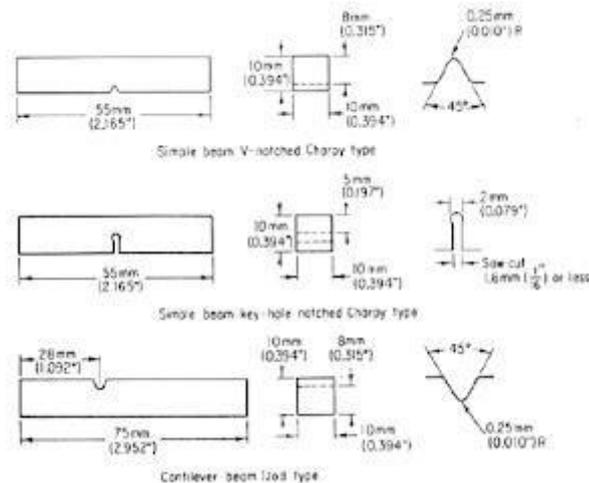


Gambar 2.11 dan ukuran benda uji *Izod*

Benda diletakkan pada tumpuan dengan posisi vertikal dan dijepit. Sampel yang dijepit menyebabkan pengujian berlangsung lama, sehingga tidak cocok untuk digunakan pada pengujian dengan temperatur bervariasi. Sedangkan ayunan bandul dari arah depan takik dengan pembebanan dilakukan dari arah muka takik.



Gambar 2.12 Ilustrasi pembebanan impact metode *Izod*



Gambar 2.13 Bentuk dan dimensi benda uji impact berdasarkan ASTM E23-56T

Informasi lain yang dapat dihasilkan dari pengujian impact adalah temperatur transisi bahan. Temperatur transisi adalah temperatur yang menunjukkan transisi perubahan jenis perputahan suatu bahan bila diuji pada temperatur yang berbeda-beda. Faktor yang mempengaruhi temperatur transisi adalah struktur Kristal, ukuran butir atom interstisi heat treatment, specimen orientation dan ketebalan specimen.

Pada pengujian dengan temperature yang berbeda-beda maka akan terlihat bahwa pada temperature tinggi material akan bersifat ulet sedangkan pada temperature rendah material akan bersifat rapuh atau getas. Fenomena ini berkaitan dengan vibrasi atom-atom bahan pada temperature yang berbeda dimana pada temperature kamar vibrasi itu berada dalam kondisi kesetimbangan dan selanjutnya akan menjadi tinggi bila temperature dinaikkan.

Vibrasi atom ini berperan sebagai suatu penghalang terhadap pergerakan dislokasi pada saat terjadi deformasi kejut/impact dari luar. Dengan semakin tinggi vibrasi itu maka pergerakan dislokasi menjadi relative sulit sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk mematahkan benda uji. Sebaliknya pada temperature di bawah nol derajat Celcius, vibrasi atom relatif sedikit sehingga pada saat bahan dideformasi pergerakan dislokasi menjadi relative lebih mudah dan benda uji menjadi lebih mudah dipatahkan dengan energi yang relatif rendah. Informasi mengenai temperature transisi menjadi demikian penting bila suatu material akan didesain untuk aplikasi yang melibatkan rentang temperature yang

besar, misalnya dari temperature di bawah nol derajat Celcius hingga temperature tinggi di atas 100 derajat celcius.

Hampir semua logam berkekuatan rendah dengan struktur kristal FCC seperti tembaga dan aluminium bersifat ulet pada semua temperature sementara bahan dengan kekuatan luluh yang tinggi bersifat rapuh. Bahan keramik, polimer dan logam-logam BCC dengan kekuatan luluh yang rendah dan sedang memiliki transisi rapuh-ulet bila temperature dinaikkan. Hampir semua baja karbon yang dipakai pada jembatan, kapal, jaringan pipa dan sebagainya bersifat rapuh pada temperature rendah.

2.5 Serat Ijuk dan Sekam Padi

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangat lah istimewa di banding dengan serat lainnya, serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan. Ijuk seperti yang kita ketahui merupakan tanaman yang banyak tumbuh di dataran tinggi. Meskipun banyak ditemukan di dataran tinggi, ijuk dapat tumbuh pula di dataran rendah. Pohonyang menghasilkan ijuk memiliki bentuk mirip pohon kelapa. Ijuk tumbuh di antara sela-selabatang dengan pohon. Pohon ijuk disebut juga pohon aren. Ijuk bisa tumbuh dengan lebat waktu musim penghujan. Ijuk yang siap di panen adalah ijuk yang menjulang keluar dari pohon arendan ijuk yang sudah kering. Untuk mendapatkan ijuk yang baik, tanaman harus dirawat dengan baik dan di butuhkan teknik khusus, dalam ijuk dari pohon. Ijuk yang sudah dipanen harus dijemur di terik matahari selama 3 – 4 hari, setelah kering ijuk harus di simpan di tempat kering dengan cara menggulung secara rapi dan diikat.

Tanaman padi yang sering dijumpai di kehidupan memiliki limbah yang cukup banyak yaitu dedak padi dan sekam padi. Dari proses penggilingan padi menghasilkan sekam, dedak, dan beras giling (Purboputro, 2012). Dedak padi mengandung berbagai senyawa yang memiliki manfaat, di antaranya minyak dan atsiri. Selain itu, dedak padi dapat diekstrak minyaknya untuk dapat diolah menjadi berbagai penggunaan, seperti minyak goreng, bahan baku oleokimia seperti metil ester, epoksi minyak dedak padi untuk berbagai keperluan, seperti

inhibitor korosi, pelapisan logam (Nugrahani,et al.,2017a , Nugrahani,et al, 2017b , dan Utomo, et al., 2017).

Sekam padi merupakan limbah penggilingan yang lainnya, yaitu lapisan keras kariopsis yang tersusun dari lemma dan palea yang berikatan. Jika sekam padi diperhalus maka kadar selulosa yang tinggi membuat sekam padi memiliki serat – serat yang kuat sebagai biofiber bagi biokomposit. Selain itu, jika kulit sekam dibakar pada tungku pembakar, akan dihasilkan Rice Husk Ash (RHA). (Prasetyoko, 2001).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu

3.1.1 Tempat

Penelitian dilaksanakan di laboratorium proses produksi, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara, Jl Kapten Muctar Basri.

3.1.2 Waktu

Adapun waktu kegiatan pelaksanaan pembuatan genteng pada cetakan ini setelah 6 bulan proposal judul tugas akhir disetujui dan dilihat pada table 3.1 dan langkah-langkah pada gambar 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal Waktu dan Kegiatan

No	Kegiatan	Waktu/Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Pengajuan judul	■					
2.	Study literatur		■				
3.	Menentukan bahan Komposit			■			
4.	Desain			■	■		
5.	Pembuatan Genteng				■	■	
6.	Pelaksanaan Pengujian					■	■
7.	Penyelesaian Skripsi	■	■	■	■	■	■
8.	Sidang Sarjana						■

3.2 Alat dan bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat uji Impack

Alat ini berfungsi untuk melakukan uji



Gambar 3.2 Uji Impack

2. Cetakan spesimen

Cetakan digunakan untuk membentuk spesimen uji impact



Gambar 3.3 Cetakan spesimen uji impact

3. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur suatu berat atau beban maupun masa pada zat.



Gambar 3.4 Timbangan digital

4. Kamera handphone/hp

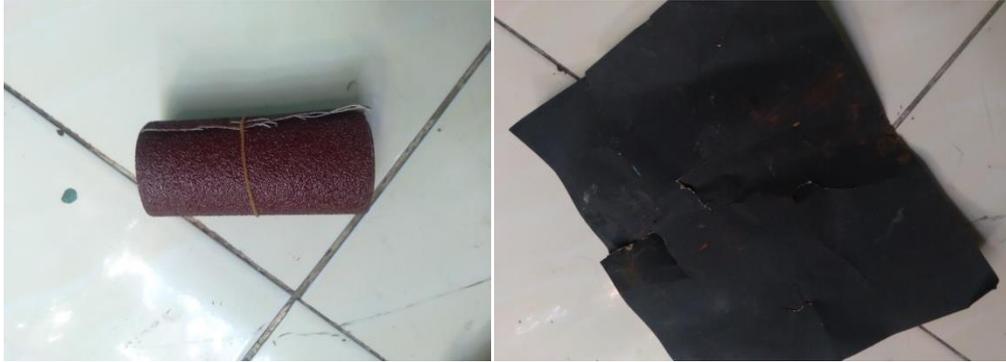
Kamera hp digunakan untuk merekam dan memfoto suatu objek



Gambar : 3.5 Kamera handphone/hp

5. Amplas/kertas pasir

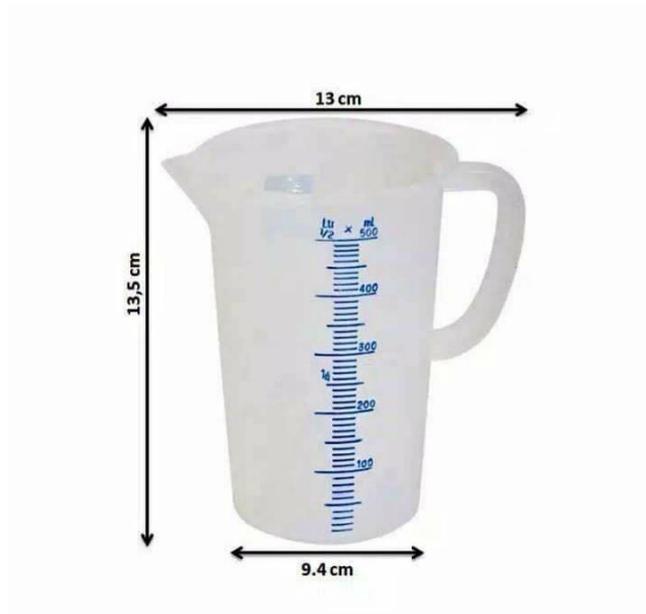
Amplas digunakan untuk menghaluskan objek pada suatu permukaan



Gambar : 3.6 Amplas/kertas pasir kasar dan halus

6. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume cairan resin dan katalis



Gambar 3.7 Gelas ukur

7. Tempat pencampuran dan alat aduk

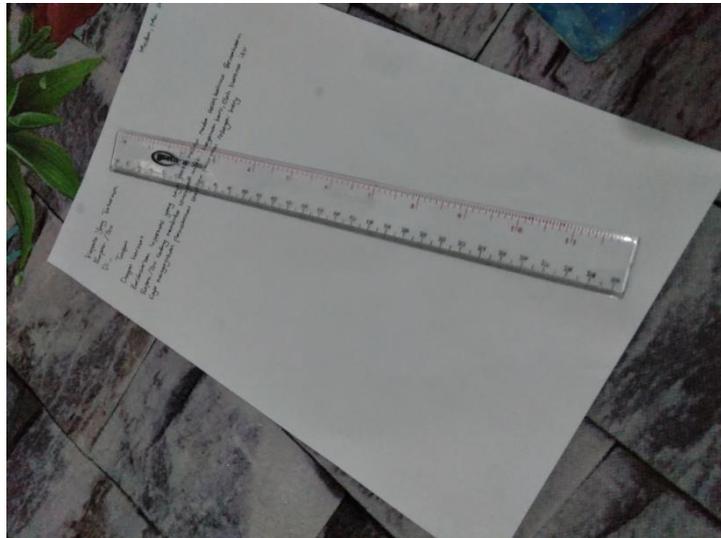
Digunakan sebagai wadah untuk mencampur serat dan resin



Gambar . 3.8 Ember

8. Mistar

Mistar adalah sebuah alat pengukur daan alat bantu gambar untuk menggambar lurus.



Gambar 3.9 Mistar

9. Silet kate/pisau

Silet/pisau digunakan untuk memotong sebuah benda.



Gambar 3.10 Silet/pisau potong

10. Kuas

Kuas digunakan untuk meratakan atau menempelkan bahan resin pada cetakan.



Gambar 3.11 Kuas

11. Sarung tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dari sekitar pengaruh lingkungan.



Gambar 3.12 Sarung tangan

3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang di gunakan dalam pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Resin Polyester dan Katalis

Digunakan untuk pencampuran bertujuan merekatkan dan mengeraskan serat



Gambar 3.13 Resin Polyester dan Katalis

2. Serat Ijuk

Digunakan sebagai bahan utama dalam pencampuran pembuatan genteng komposit.



Gambar 3.14 Serat Ijuk

3. Sekam Padi

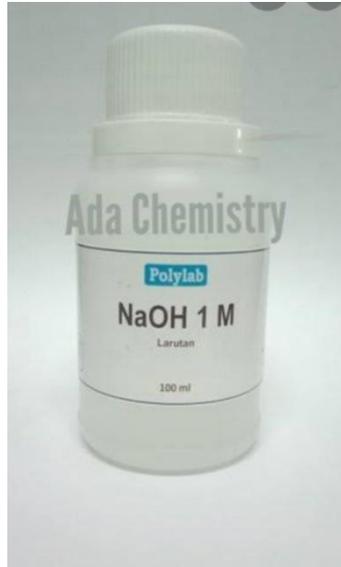
Digunakan sebagai bahan utama dalam pencampuran pembuatan genteng komposit.



Gambar 3.15 Sekam Padi

4. Larutan NaOH

Larutan ini digunakan untuk membersihkan/menghilangkan zat-zat yang tidak diinginkan pada serat.



Gambar 3.16 Larutan NaOH

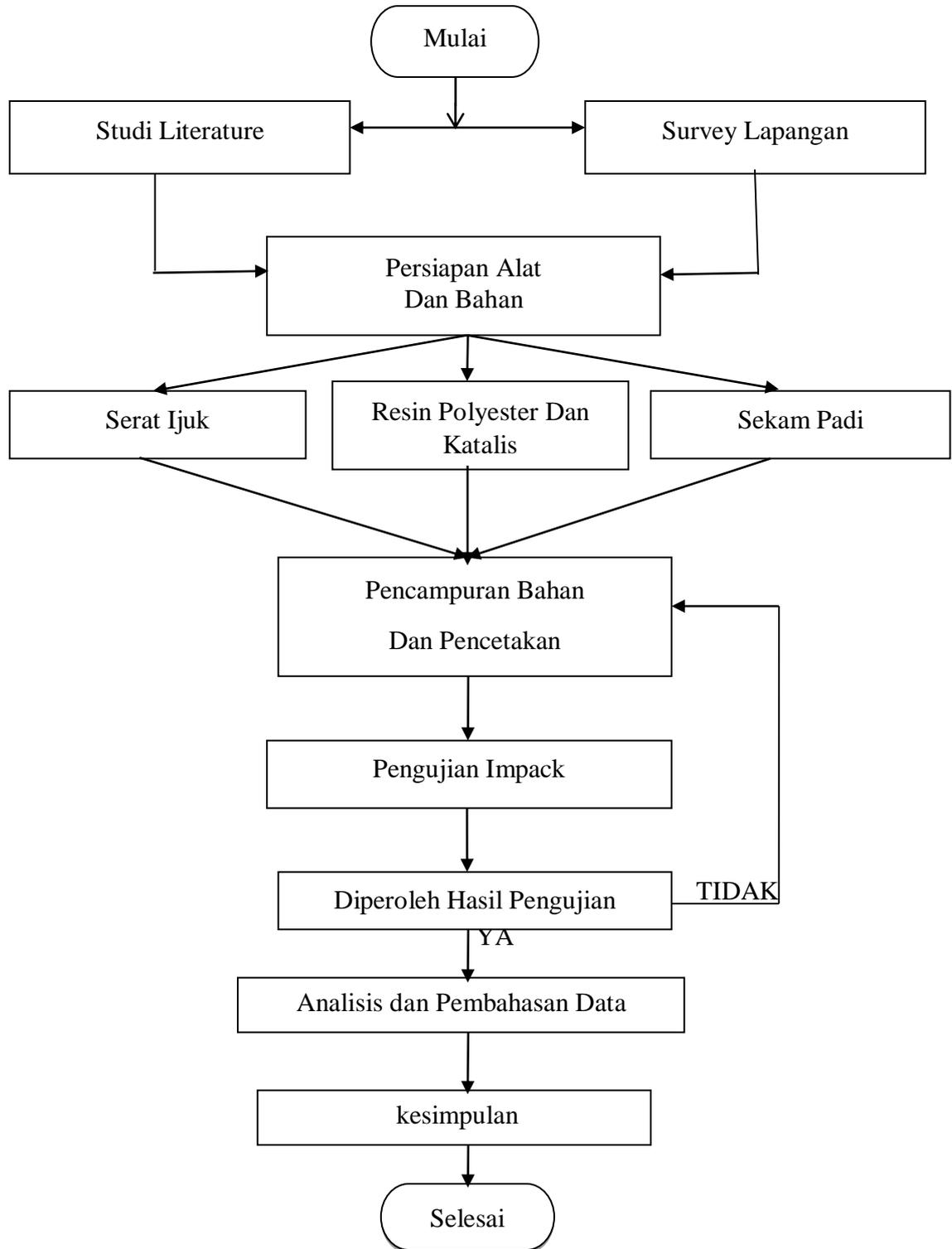
5. Air Mineral

Air mineral/air bersih digunakan untuk pencucian serat



Gambar 3.17 Air mineral/air bersih

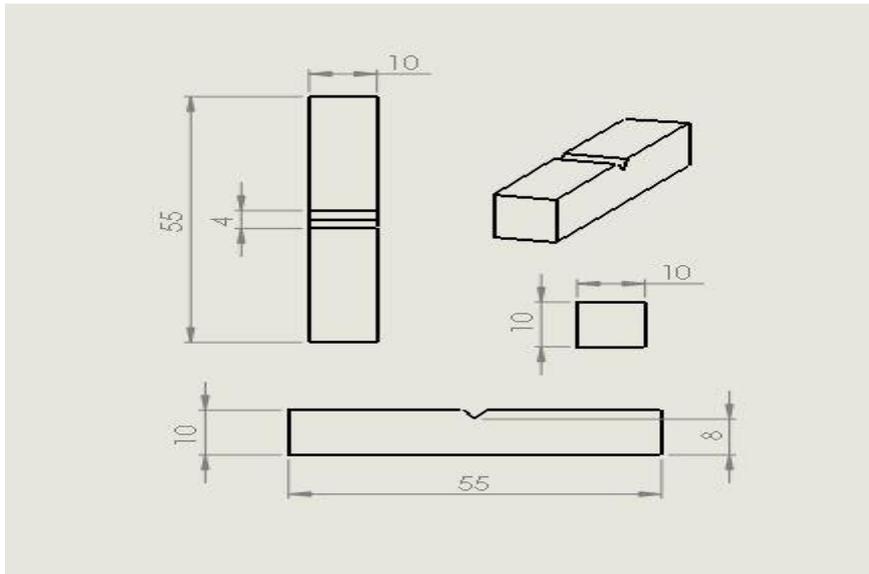
3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.18. Diagram Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian

Pembuatan Spesimen Komposit Bahan serat ijuk dan sekam padi, komposit bahan serat ijuk dan sekam padi berfungsi sebagai benda yang akan di uji untuk mengetahui kekuatan uji impack, Bentuk dan ukuran spesimen uji impack, menggunakan standart ASTM E23-56T.



Gambar 3.19. Rancangan alat genteng

Keterangan ukuran spesimen Uji Tarik sebagai berikut:

Panjang : 50 mm

Lebar : 10 mm

Tinggi : 10 mm

Lebar bagian tengah : 4 mm

Kedalaman sesudah dikikir : 8 mm

3.5 Prosedur penelitian

1. Proses pengambilan kulit padi dan Serat Ijuk
 - a. Pengambilan serat ijuk dan sekam padi
 - b. Pencucian serat ijuk dan sekam padi dengan air bersih
 - c. Pengeringan menggunakan sinar matahari
2. Proses pemberian alkali (NaOH) pada serat ijuk dan Sekam padi
 - a. Pencampuran larutan alkali dengan air dengan perbandingan 1% terhadap volume air
 - b. Perendaman serat ijuk dan sekam padi pada larutan campuran air dan NaOH selama 1 jam
 - c. Pencucian serat yang telah di rendam pada larutan NaOH menggunakan air bersih
 - d. Pengeringan sekam padi selama 24 jam
3. Persiapan serat pembuatan spesimen
 - a. Pemotongan dan pengalusan serat ijuk dan sekam padi yang telah direndam dalam larutan naoh dengan konstrasi 1% selama 1 jam dengan dimensi ukuran yaitu 10 x 10 x 55mm (tinggi x lebar x panjang) posisi takik berada pada tengah spesimen, kedalaman takik 2 mm dan sudut takik 45⁰.
4. Pembuatan cetakan
 - a. Untuk pengujian impack cetakan di buat menggunakan silicon rubber dengan ketebalan 10 mm dengan ukuran menggacu pada standart spesimen uji impack ASTM E23-56T
5. Pembuatan genteng menggunakan resin polyester
 - a. Menimbang bahan komposit antara *polyester resin* dengan *katalis* agar sesuai dengan komposisi yang dibutuhkan.
 - b. Menimbang serat ijuk/sekam padi sebagai bahan penguat agar sesuai yang dibutuhkan.
 - c. Mengoleskan mirror glaze/wax kedalam cetakan agar bahan komposit tidak melekat didalam cetakan.
 - d. Mencampur *polyester resin* dengan *katalis* yang sudah ditimbang sesuai yang dibutuhkan.

- e. Menuangkan campuran antara *polyester resin* dengan *katalis* kedalam cetakan sampai batas yang disesuaikan.. Meletakkan serat ijuk/sekam padi diatas campuran *polyester resin* dengan *katalis* pada cetakan hingga merata.
- f. Menuangkan kembali campuran cairan *polyester resin* dengan *katalis* sampai volume cetakan penuh.
- g. Tutup cetakan menggunakan kaca tunggu 1x24 jam agar cetakan benar-benar mengering
- h. Kemudian angkat bahan komposit yang sudah terbentuk Genteng dari cetakan.

6. Hasil Pembuatan genteng

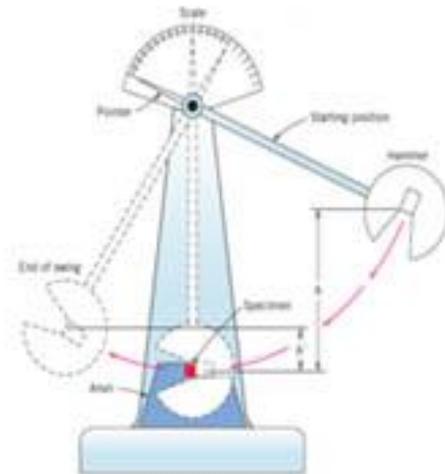
Berdasarkan hasil yang dilakukan dari prosedur pembuatan genteng, didapat hasil dari bahan komposit dan serat ijuk dan sekam padi yang sudah terbentuk genteng melalui cetakan silicon rubber.

7. Langkah Pengujian

a. Pengujian *Impact*

Pada umumnya bahan menunjukkan sifat getas pada temperatur rendah. Dengan pengujian *impact* dapat ditentukan temperatur transisi dari sifat ulet ke sifat getas suatu bahan. Untuk pengujian *impack* dengan standar ukuran dan bentuk menurut ASTM E23-56T Perubahan ulet ke getas tersebut disebut dengan temperatur transisi. Pada pengujian *impact* dibutuhkan energi, energi untuk mematahkan spesimen tersebut disebut energi *impact*. Kalau energi *impact* tinggi maka menunjukkan bahwa bahan yang sedang diuji tersebut ulet dan sebaliknya jika energi *impact* rendah maka menunjukkan bahwa bahan yang sedang diuji tersebut getas.

Spesimen mungkin sangat kuat dan keras namun tidak tahan terhadap beban kejut atau *impact*. Cara pengujian yang lazim dilakukan untuk mengetahui ketahanan terhadap beban kejut adalah beban diletakkan pada alat uji kemudian ditempa dengan bandul. Jumlah energi dinyatakan dalam joule yang diperlukan untuk mematahkan spesimen uji menjadi indikasi ketahanan spesimen terhadap beban kejut.



Hasil pengukuran dengan *impact* ini tidak dapat digunakan untuk keperluan penghitungan suatu desain, tes ini hanya dapat digunakan untuk membandingkan sifat suatu bahan dengan bahan yang lain. Apakah suatu bahan mempunyai sifat ketangguhan yang lebih baik dari bahan yang lain (Anonim, 2002).

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Cetakan Spesimen.

Berikut adalah proses pembuatan cetakan spesimen menggunakan *silicon rubber*.



Gambar 4.1. Proses Pembuatan Cetakan Spesimen



Gambar 4.2. Hasil Pembuatan Cetakan Spesimen.

4.2 Perhitungan Spesimen Uji Impact

Tabel 4.1. Persentase Serat

Polyester Resin dan Katalis	Serat	
80%	20%	
	Ijuk	Padi
5,12 gram	50%	50%
5,12 gram	70%	30%

Perhitungan:

Diketahui : Berat spesimen = 6.4 gram

Ditanya : Berat serat.....?

Jawab : 20% serat dari 6.4 gram

$$= \frac{20}{100} \times 6,4$$

$$= 1,28 \text{ gram}$$

$$= 50\%$$

$$= \text{Ijuk}$$

$$= \frac{50}{100} \times 1,28$$

$$= 0,64 \text{ gram}$$

$$= 50\%$$

$$= \text{Padi}$$

$$= \frac{50}{100} \times 1,28$$

$$= 0,64 \text{ gram}$$

$$= 70\%$$

$$= \text{Ijuk}$$

$$= \frac{70}{100} \times 1,28$$

$$= 0,90 \text{ gram}$$

$$= 30\%$$

$$= \text{Padi}$$

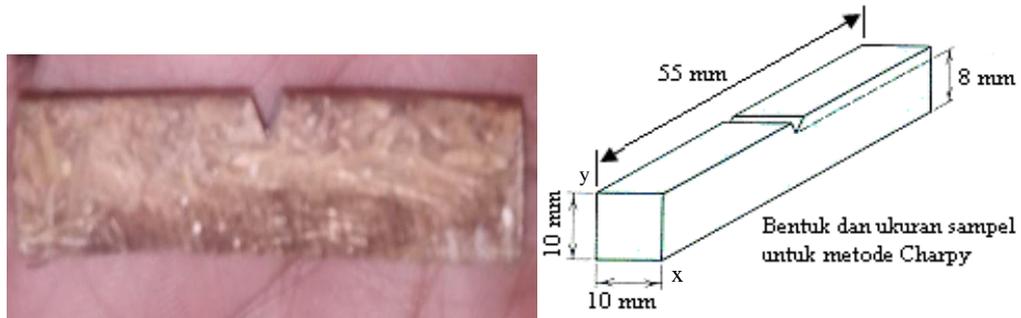
$$= \frac{30}{100} \times 1,28$$

$$= 0,38 \text{ gram}$$

4.3 Proses pembuatan spesimen

A. Hasil Pembuatan

1. Mempersiapkan spesimen komposit untuk pengujian impact dengan standar ukuran dan bentuk menurut ASTM E23-56T dan memiliki ukuran panjang 55 mm, lebar 10 mm, dan tebal 10 mm dengan takik 45° seperti yang terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Gambar Spesimen Uji Impact

2. Menimbang *polyester resin*, katalis dan serat ijuk serta sekam padi sebagai acuan perbandingan berat polyester resin, katalis, dan serat ijuk serta sekam padi seperti yang terlihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4. Proses penimbangan polyester resin

3. Mencampurkan bahan-bahan kedalam cetakan silicon rubber



Gambar 4.5. Mencampurkan *Polyester Resin* Dan Serat

4. Tunggu setelah 1x24 jam sampai cetakan mengering



Gamnbar 4.6. Proses Penggeringan Spesimen

4.4 Proses pengujian spesimen

1. Mempersiapkan alat uji impact dan kelengkapannya seperti pada gambar.4.7



Gambar 4.7. Alat uji Impact

2. Meletakkan bahan uji di atas penopang seperti pada gambar 4.8



Gambar 4.8. Peletakan Spesimen Pada Penopang

3. Setting spesimen menggunakan alat bantu agar posisi takik berada di tengah seperti pada gambar 4.9



Gambar 4.9. Proses *setting* spesimen

4. Angkat lengan bandul sampai menunjukkan angka 130 derajat seperti pada gambar 4.10



Gambar 4.10. Proses Pengangkatan Lengan Bandul

5. posisi kan jarum pada angka 0
6. Setelah itu lepas bandul lalu injak rem agar lengan bandul berhenti dan lihat hasil pengujian.

4.5 Hasil pengujian

4.5.1 Pengujian spesimen dengan komposisi serat.

Pada bab ini ditampilkan pengolahan data hasil penelitian yang akan dibahas sesuai dengan data yang di peroleh. Data yang akan ditampilkan meliputi data hasil pengujian spesimen yang akan diuji menggunakan mesin uji impact dan terdiri dari 4 spesimen dengan perbandingan jumlah dan berat serat.

a) Hasil pengujian impact pada spesimen 1

Merupakan hasil yang didapat dari spesimen 1 dengan menggunakan komposisi 70%:40% dengan serat ijuk 60% dan sekam padi 40% hasil akhir pengujian menunjukkan 118° dan energy impact yang di dapat sebesar 6,11 joule.



Gambar 4,11. Hasil Pengujian Impact Pada Spesimen 1

Dengan rumus perhitungan : $m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

Dik : $m = 6 \text{ kg}$

$$r = 0,6 \text{ m}$$

$$\alpha = 130^\circ$$

$$\beta = 118^\circ$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Jwb : $E = m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

$$E = 6 \times 9,8 \times 0,6 \times (\cos 118^\circ - \cos 130^\circ)$$

$$E = 35,28 \times (-0,469471 - (-0,642787))$$

$$E = 6,11 \text{ Joule}$$

b) Hasil pengujian impact spesimen 2

Merupakan hasil yang didapat dari spesimen 2 dengan menggunakan komposisi 60%:40% dan dengan perbandingan serat ijuk 60% dan sekam padi 40% hasil akhir pengujian menunjukkan 110° dan energi impact yang di dapat sebesar 10,28 joule.



Gambar 4.12. Hasil Pengujian Impact Pada Spesimen 2

Hasil tersebut di dapat melalui perhitungan sebagai berikut:

Dengan rumus perhitungan : $m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

Dik : $m = 6\text{kg}$

$$r = 0,6 \text{ m}$$

$$\alpha = 130^\circ$$

$$\beta = 110^\circ$$

$$g = 9,8\text{m/ s}^2$$

jwb : $E = m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

$$E = 6 \times 9,8 \times 0,6 \times (\cos 110^\circ - \cos 130^\circ)$$

$$E = 35,28 \times (-0,342020 - (-0,642787))$$

$$E = 10,28 \text{ Joule}$$

c) Hasil pengujian impact spesimen 3

Hasil yang didapat dari spesimen 3 dengan menggunakan komposisi 60%:40% dan dengan perbandingan serat ijuk 70% dan sekam padi 30% hasil akhir pengujian menunjukkan 114° dan energy impact yang di dapat sebesar 8,32 joule.



Gambar 4.13: Hasil pengujian impact pada spesimen 3

Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan alat penguji impact charpy, hasil tersebut di dapat melalui perhitungan sebagai berikut:

Dengan rumus perhitungan : $m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

Dik : $m = 6\text{kg}$

$r = 0,6\text{ m}$

$\alpha = 130^\circ$

$\beta = 114^\circ$

$g = 9,8\text{m/ s}^2$

jwb : $E = m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

$E = 6 \times 9,8 \times 0,6 \times (\cos 114^\circ - \cos 130^\circ)$

$E = 35,28 \times (-0,406736 - (-0,642787))$

$E = 8,32\text{ Joule}$

d) Hasil pengujian impact spesimen 4

Merupakan hasil yang didapat dari spesimen 4 dengan menggunakan komposisi 60%:40% dan dengan perbandingan serat ijuk 60% dan sekam padi 40% hasil akhir pengujian menunjukkan 93° dan energy impact yang di dapat sebesar 20,83 joule.



Gambar 4.14. Hasil Pengujian Impack Pada Spesimen 4

Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan alat penguji impack charpy, hasil tersebut di dapat melalui perhitungan sebagai berikut:

Dengan rumus perhitungan : $m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

Dik : $m = 6\text{kg}$

$r = 0,6\text{ m}$

$\alpha = 130^\circ$

$\beta = 93^\circ$

$g = 9,8\text{m/ s}^2$

jwb : $E = m.g.r.(cos\beta-cos\alpha)$

$E = 6 \times 9,8 \times 0,6 \times (\cos 93^\circ - \cos 130^\circ)$

$E = 35,28 \times (-0,087155 - (-0,642787))$

$E = 20,83\text{ Joule}$

Nilai rata-rata dari pengujian 4 spesimen

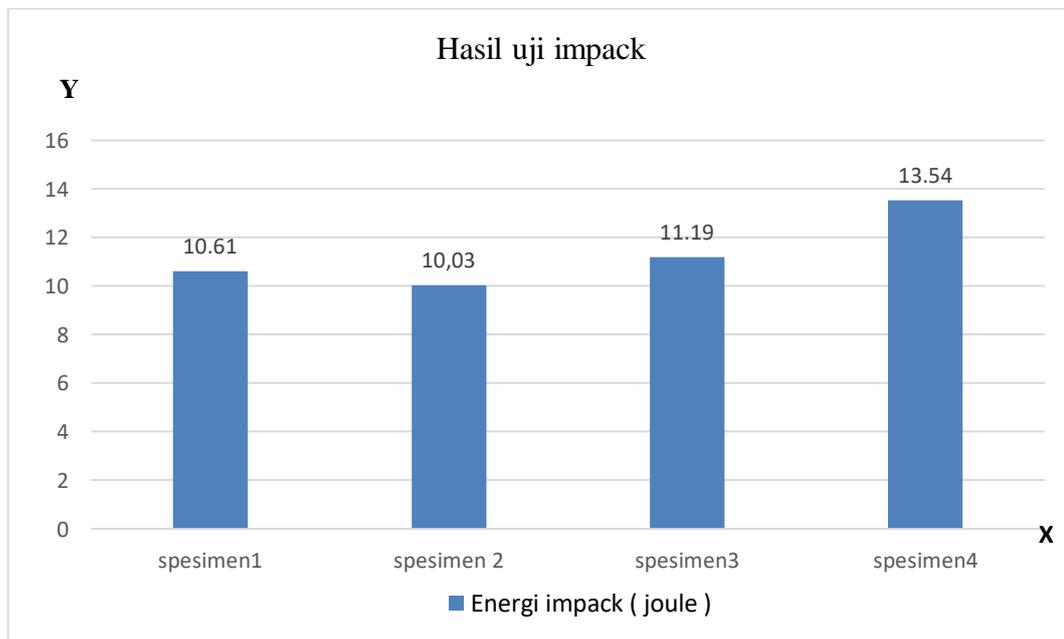
$$\frac{\text{spesimen 1} + \text{spesimen 2} + \text{spesimen 3} + \text{spesimen 4}}{4}$$

$$\frac{6,11 + 10,28 + 8,32 + 20,83}{4} = 11,38\text{ joule}$$

Tabel 4.4. Tabel Hasil Uji Impack Komposisi 1

No.	Bahan Spesimen (Komposisi 1)			Dimensi Spesimen				Hasil Pengujian		
				P	L	T	P/2	Keadaan Awal	Keadaan Akhir	Energi Impack (joule)
1.	80	20						130	110	10,61
2.	Resin	Ijuk	Padi					130	111	10,03
3.	100	50	50	55	10	10	27,5	130	109	11,19
4.								130	105	13,54
Hasil Rata-Rata										45,37

Pada gambar grafik 4.15 di bawah ini merupakan grafik dari hasil pengujian 4 spesimen dengan hasil terbaik pada spesimen dapat kita lihat pada grafik bawah ini.



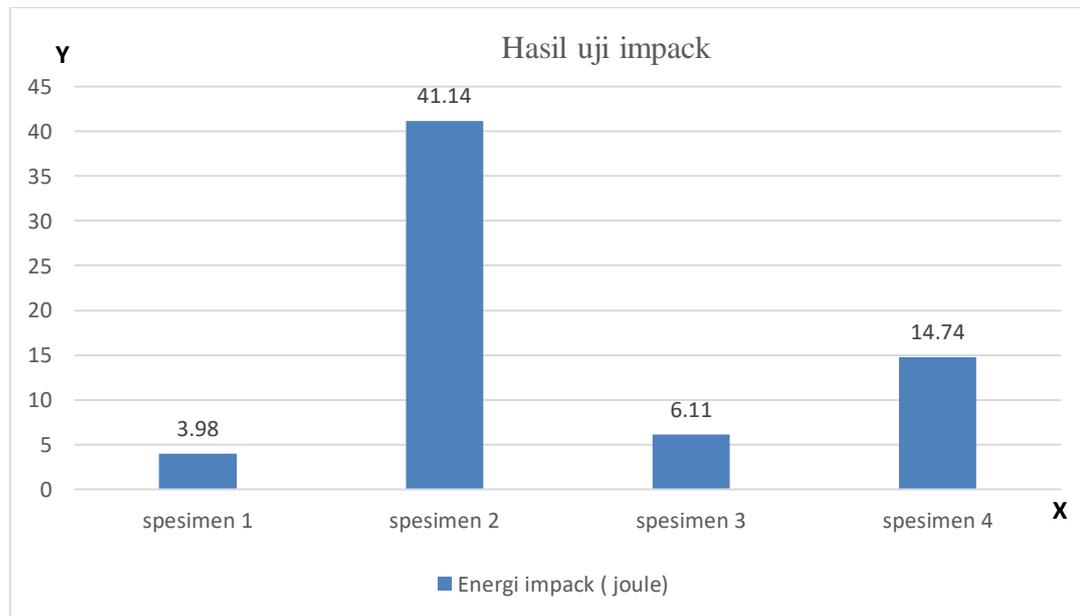
Gambar 4.15. Grafik Energy Impack Yang di Serap Spesimen.

Pada table 4.5 merupakan hasil perhitungan yang di dapat dari ke 4 spesimen dengan komposisi, pada persentase serat 60% serat ijuk dan 40% sekam padi dapat kita lihat di bawah ini.

Tabel 4.5. Tabel Hasil Uji Impack Komposisi 1

No.	Bahan Spesimen (Komposisi 1)			Dimensi Spesimen				Hasil Pengujian		
				P	L	T	P/2	Keadaan Awal	Keadaan Akhir	Energi Impack (joule)
1.	70	30						130	112	3,98
2.	Resin	Ijuk	Padi					130	87	41,14
3.	100	60	40	55	10	10	27,5	130	118	6,11
4.								130	103	14,74
Hasil Rata-Rata										25,99

Pada gambargrafik 4.16 di bawah ini merupakan grafik dari hasil pengujian 4 spesimen dengan hasil terbaik pada spesimen dapat kita lihat pada grafik bawah ini.



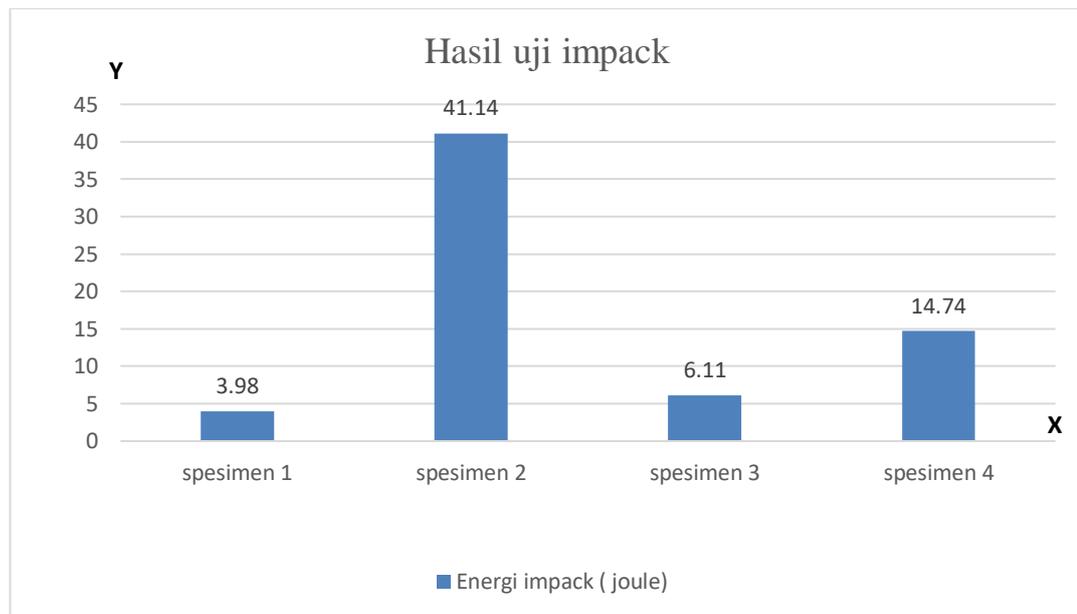
Gambar 4.16. Grafik Energi Impack Yang di Serap Spesimen

Pada table 4.6 merupakan hasil perhitungan yang di dapat dari ke 4 spesimen dengan komposisi,pada persentase serat 50% serat ijuk dan 50% sekam padi dapat kita lihat di bawah ini.

Tabel 4.6. Tabel Hasil Uji Impack Komposisi 1

No.	BahanSpesimen (Komposisi 1)			DimensiSpesimen				Hasil Pengujian		
				P	L	T	P/2	Keadaan Awal	Keadaan Akhir	Energi Impack (joule)
1.	70	30						130	87	41,14
2.	Resin	Ijuk	Padi					130	121	4,50
3.	100	50	50	55	10	10	27,5	130	116	7,21
4.								130	55	42,19
Hasil Rata-Rata										92,82

Pada gambar grafik 4.17 di bawah ini merupakan grafik dari hasil pengujian 4 spesimen dengan hasil terbaik dapat kita lihat pada grafik bawah ini.



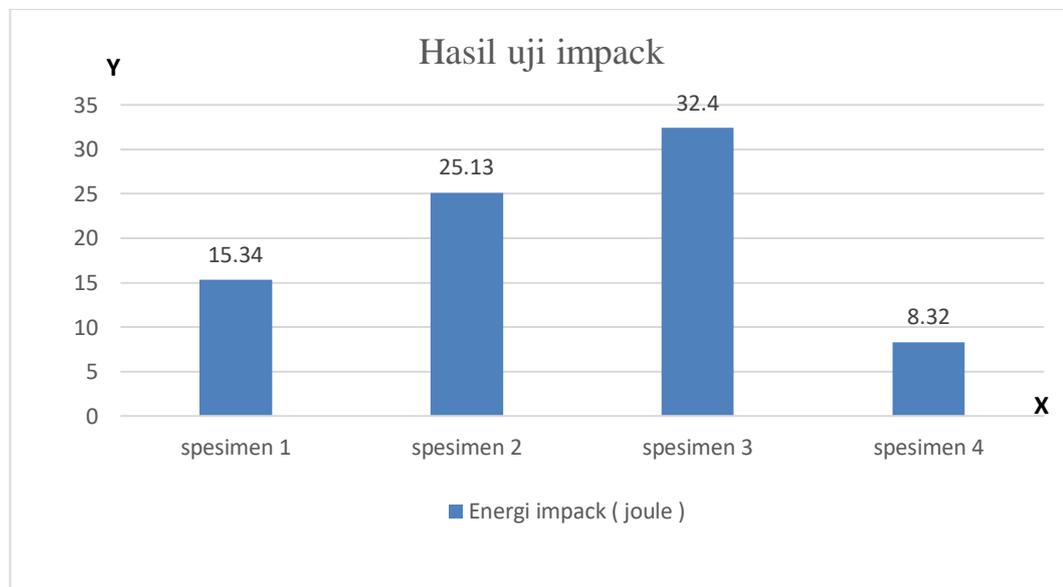
Gambar 4.17. Grafik Energi Impack Yang di Serap Spesimen

Pada table 4.7 Merupakan hasil perhitungan yang di dapat dari ke 4 spesimen dengan komposisi, pada persentase serat 70% serat ijuk dan 30% sekam padi dapat kita lihat di bawah ini.

Tabel 4.7. Tabel hasil uji impack Komposisi 2

No.	BahanSpesimen (Komposisi 2)			DimensiSpesimen				Hasil Pengujian		
				P	L	T	P/2	Keadaan Awal	Keadaan Akhir	Energi Impack (joule)
1.	60	40						130	102	15,34
2.	Resin	Ijuk	Padi					130	86	25,13
3.	100	70	30	55	10	10	27,5	130	74	32,40
4.								130	114	8,32
Hasil Rata-Rata										81,19

Pada gambar grafik 4.18 di bawah ini merupakan grafik dari hasil pengujian 4 spesimen dengan hasil terbaik dapat kita lihat pada grafik bawah ini.



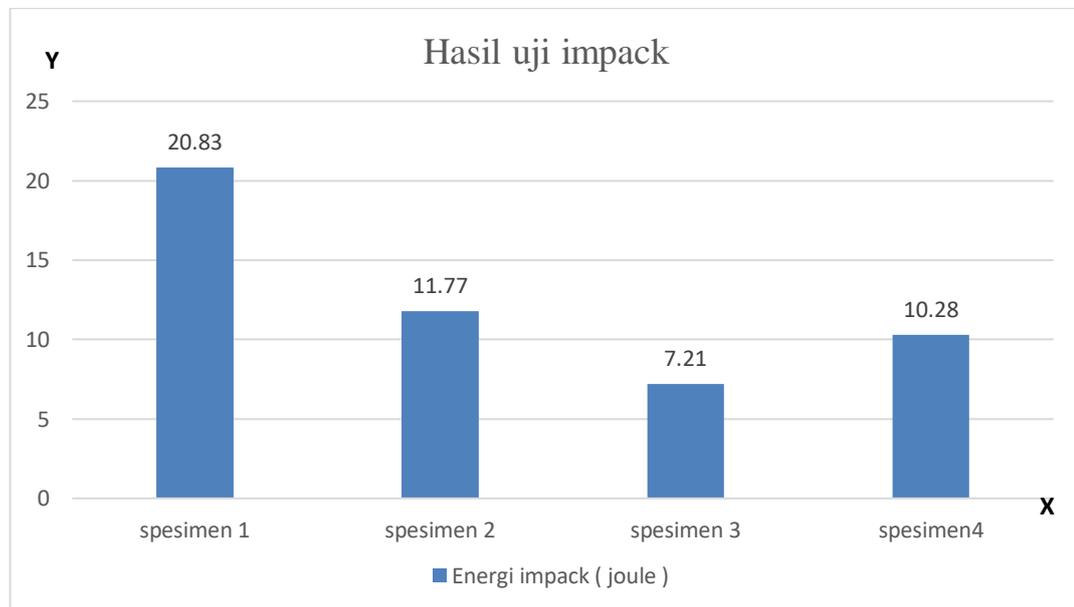
Gambar 4.18. Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen

Pada table 4.8 merupakan hasil perhitungan yang di dapat dari ke 4 spesimen dengan komposisi, pada persentase serat 60% serat ijuk dan 40% sekam padi dapat kita lihat di bawah ini.

Tabel 4.8. Tabel Hasil Uji Impack Komposisi 2

No.	BahanSpesimen (Komposisi 2)			DimensiSpesimen				Hasil Pengujian		
				P	L	T	P/2	Keadaan Awal	Keadaan Akhir	Energi Impack (joule)
1.	60	40						130	93	20,83
2.	Resin	Ijuk	Padi					130	108	11,77
3.	100	60	40	55	10	10	27,5	130	116	7,21
4.								130	110	10,28
Hasil Rata-Rata										95,17

Pada gambar grafik 4.19 di bawah ini merupakan grafik dari hasil pengujian 4 spesimen dengan hasil terbaik dapat kita lihat pada grafik bawah ini.



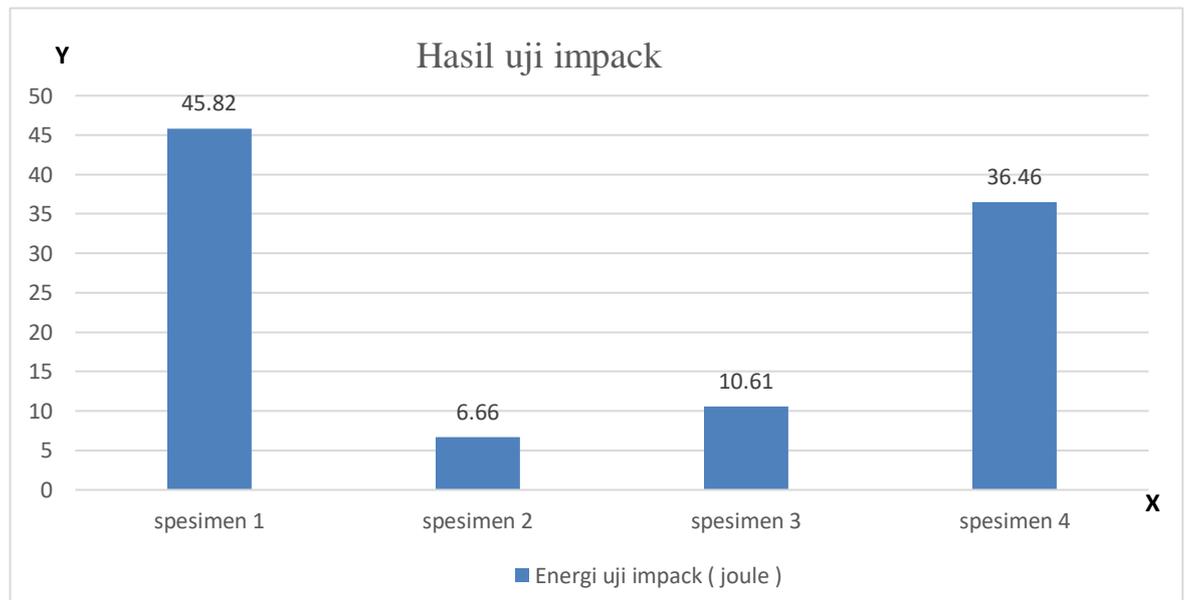
Gambar 4.19. Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen

Pada table 4.16 merupakan hasil perhitungan yang di dapat dari ke 4 spesimen dengan komposisi, pada persentase serat 70% serat ijuk dan 30% sekam padi dapat kita lihat di bawah ini.

Tabel 4.9. Tabel Hasil Uji Impack Komposisi 2

No.	BahanSpesimen (Komposisi 2)			DimensiSpesimen				Hasil Pengujian		
				P	L	T	P/2	Keadaan Awal	Keadaan Akhir	Energi Impack (joule)
1.	80	20						130	49	45,82
2.	Resin	Ijuk	Padi					130	117	6,66
3.	100	70	30	55	10	10	27,5	130	110	10,61
4.								130	113	36,46
Hasil Rata-Rata										99,55

Pada gambar grafik 4.20 di bawah ini merupakan grafik dari hasil pengujian 4 spesimen dengan hasil terbaik dapat kita lihat pada grafik bawah ini.



Gambar 4.20. Grafik Energi Impack Yang Di Serap Spesimen

4.6 Analisa Berdasarkan Data Pengujian.

Pada pengujian di atas terdapat hasil yang bervariasi di karenakan beberapa faktor:

1. Adanya udara yang terperangkap (void) pada material kompoist
2. Distribusi serat yang kurang merata
3. Kurang kuat nya ikatan matrik dengan serat penguat
4. Proses pembuatan benda uji dengan menggunakan metode hand lay out sederhana, sehingga hasil cetakan kurang sempurna di bandingkan pabrikan

Hasil dari pengujian impack diambil kesimpulan bahwa dengan kombinasi 80% polyeter resin 20% serat dengan fraksi serat ijuk 70% dan sekam padi 30% memiliki nilai hasil impack paling tinggi dari kombinasi serat dengan nilai 99,55 joule, Maka Dari Hasil Pengujian Diatas Dilakukan Pembuatan Genteng Berbahan Dasar Serat Ijuk Dan Sekam Padi Dengan Perhitungan

Tabel 4.3. Pehitungan Pembuatan Genteng

Polyester Resin dan Katalis	Serat	
80%	20%	
524 gram	Padi	Tebu
	70%	30%

Perhitungan

Diketahui : Berat Genteng = 655 gram

Ditanya : Berat serat.....?

Jawab : 20% serat dari 655 gram

$$= \frac{20}{100} \times 655$$

$$= 131 \text{ gram}$$

$$= 70\%$$

$$= \text{Padi}$$

$$= \frac{70}{100} \times 131$$

$$= 91,7 \text{ gram}$$

$$= 30\%$$

$$= \text{Tebu}$$

$$= \frac{30}{100} \times 131$$

$$= 39,3 \text{ gram}$$

4.7 Pembuatan genteng menggunakan cetakan silicon rubber

a. Proses menimbang *silicon rubber*



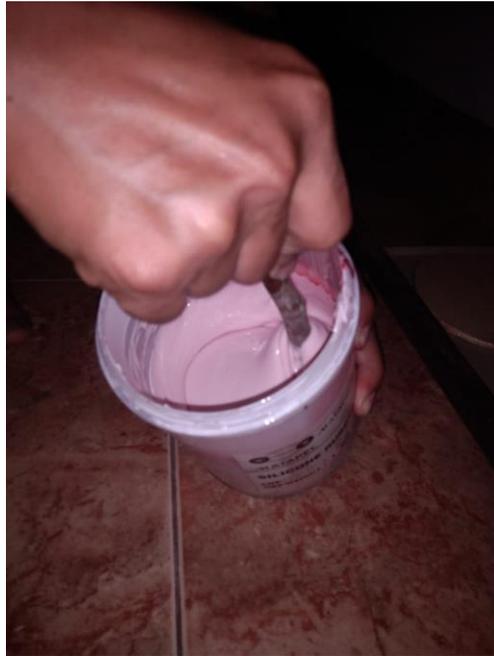
Gambar 4.21 Penimbangan *Silicon Rubber*

b. Proses pencampuran hardener dengan silicon rubber



Gambar 4.22. Proses pencampuran hardener dengan silicon rubber

c. Proses pengadukan silicon rubber.



Gambar 4.23. Proses Pengadukan *Silicon Rubber*

d. Menuangkan campuran antara silicon rubber dengan hardener kedalam cetakan sampai batas yang disesuaikan.



Gambar 4.24. Menuangkan Campuran Silicon Rubber ke Dalam Cetakan

e. Hasil cetakan genteng setelah mengering selama 24 jam



Gambar 4.25. Hasil cetakan Genteng

4.8 Pembuatan Genteng.

a. Menimbang *polyester resin*



Gambar 4.26. Menimbang *Polyeter Resin*

b. Menimbang katalis.



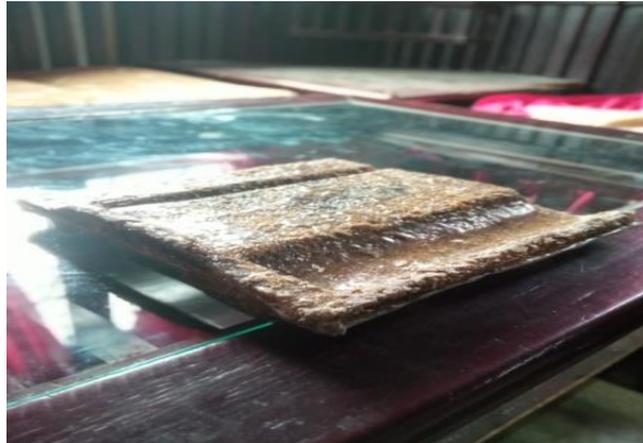
Gambar 4.27. Menimbang *Katalis*

c. Meletakkan erat ijuk dan sekam padi diatas campuran polyester resin dengan katalis



Gambar 4.28. Meletakkan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Kedalam Cetakan

d. Hasil akhir dari pembuatan genteng berserat



Gambar 4.29. Hasil Akhir Genteng

Berat Genteng : 655 Gram

Tebal Genteng : 20 mm

Lebar Genteng : 210 mm

Panjang Genteng : 210 mm

Jarak Ring : 10 mm

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada pembuatan spesimen genteng di perkuat dengan serat hybrid komposit dan pengujian impact spesimen yang di perkuat dengan serat hybrid komposit, pada bab ini berisikan suatu kesimpulan yang diperoleh dari hasil pembuatan genteng dan pengujian impact spesimen serta saran atau masukan yang perlu diperhatikan agar nantinya dapat menjadi penyempurnaan kembali pengujian genteng dengan serat hybrid komposit.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan genteng berbahan serat hybrid komposit dan pengujian impact spesimen yang di perkuat dengan serat hybrid komposit yang dilakukan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Pembuatan produk genteng berbahan hybrid komposit di perkuat serat ijuk dan sekam padi memiliki ukuran dimensi dengan berat total 655 gram, panjang 210 mm, lebar 210 mm, tebal 30 mm, ring 10 mm
2. Hasil dari pengujian impact diambil kesimpulan bahwa serat kombinasi serat 1 dengan kombinasi 70% polyester resin dan 30% serat dengan persentase serat ijuk 50% dan sekam padi 50% memiliki nilai hasil impact paling tinggi dari ke 2 kombinasi serat, dengan nilai 42,91 joule dengan nilai rata-rata 92,82, sedangkan pada kombinasi serat 2 dengan kombinasi 80% polyester resin dan 20% serat dengan persentase serat ijuk 70% dan sekam padi 30% memiliki nilai hasil impact paling tinggi kombinasi serat, dengan nilai joule 45,82 joule Dengan nilai rata-rata 95,17 Joule.

5.2 Saran

Beberapa hal yang harus di lakukan pada penelitian lanjutan nantinya harus di lakukan pengembangan yaitu:

1. Semoga kedepanya pengamplikian serat alami bisa ke dunia industri seperti pembuatan painblock dan alat-alat industri lain nya
2. Lakukan pengujian berbeda pada spesimen genteng seperti uji tekan dan uji kelenturan

DAFTAR PUTAKA

- Atap. (2017). Artikel, diakses pada tanggal 15 November 2017, dari <https://id.wikipedia.org/wiki/Atap>
- Sriwita, D. dan Astuti. 2014. Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nanas-Polyester Ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand*. 3(1): 30-36.
- Emmy. D.S., Nasmi H.S., Yudhyadi., Sinarep. 2012, Pengaruh Panja Serat dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impact dan Bending Material Komposit Polyester- Fiber glass dan Polyester-Pandan Wangi, *Dinamika Teknik Mesin, Volume 2 No.1*, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Feldman. D., dan Hatomo, J.A., 1995, *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*, Gramedia Pustaka Utama.
- Samlawi, A.K., Y. F. Arifin,. Dan P. D. Permana. 2017. Pembuatan dan Karakteristik Material komposit Serat Ijuk (Arenga Pinnata) sebagai Bahan Baku Cover Body Sepeda Motor. <http://ppjp.unlam.ac.id/> dan kusairisam@unlam.ac.id.
- Linda Trivana, Sri Sugiarti, dan Eti Rohaeti. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3) dari Sekam Padi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*.
- Musabbikhah dan Sartono, 2007. Variasi Komposisi Bahan Genteng Soka Untuk Mendapatkan Daya serap Air Yang Optimal.
- Wang, C. K., dan Salmon, C. G., 1990, *Desain Beton Bertulang*, Jakarta, Erlangga.
- Gibson, F.R., 1994, *Principle of Composite Material Mechanis*, International Edition, McGraw-Hill Inc, New York.
- M. M. Schwartz., 1984. *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- M Yani, Faisal Lubis Vol. 4 No. 2, November 2018 : 77 – 84 Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan
- ZA Mahyunis, M Yani SAINTEK 27 (2), 39-45 2013 Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Polimeric Foam Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Akibat Beban Tekan Statik

- Prasetyoko, D., Zainab Ramli, Salasiah Endud, HalimatonHamdan, Bogdan Sulikowski, (2006), "Conversion of Rice Husk Ash to Zeolit Beta", *Waste Management*, Vol.26,hal.1173–1179.
- Riza, FV, Lubis, DS, & Manurung, FVB (2021). *analisis mekanis beton busa dengan kombinasi serat sabut kelapa serta bahan tambahan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur*. *Kemajuan Jurnal Teknik Sipil*, 1.
- Dwijana, IM (2014, 2 Juli). *Karakteristik Sifat Tarik dan Mode Patahan Komposit Polyester Berpenguat Serat Tapis Kelapa*. *Dinamika Teknik Mesin*, 4, 78-83.
- M Yani dan Ahmad Marabdi Siregar. 2018. *Kekuatan Komposit Polymeric Foam di Perkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Beban Tarik*. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Ilmu Komputer*. Jilid 1. Terbitan UNPRI PRESS. Halaman 216-221.
- M.Yani., Beki Suroso., "Jurnal Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat," *Prodikmas*, vol. 4, pp. 31–39, 2019
- Yani, M. (2019) *Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik*. Medan: Program Studi Teknik Mesin, UMSU

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : M. Afriandi
NPM : 1607230161

Dosen Pembimbing : M. Yani S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pembertan spesifikasi tugas Skripsi	myr
		- Perbaiki bab I, latar belakang	myr
		- Perbaiki bab II, buatlah rumus Hz pengujian telom & kultur	myr
		- Perbaiki bab III, literatur	myr
		- Ace, susunan proposal	myr
		- Perbaiki bab IV, Buatlah gambar, tabel & grafik dari pengujian	myr
		- Tambahkan analisa dan pembahasan lebih jelas	myr
		- Perbaiki bab V, Kesimpulan! sesuaikan dgn tujuan penelitian	myr
		- Ace susunan hasil	myr



Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor :1874/II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 01 Desember 2020 ini Menetapkan :

Nama : M. AFRIANDI
Program Study : TEKNIK Mesin
Semester : 1X (Sembilan)
Npm : 160723016!
Judul TugaS Akhir : ANALISIS PENGARUH JUMLAH PENGISIAN HYBRID KOMPOSIT TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN KELENTURAN MENGGUNAKAN SERAT LUK DAN SEKAM PADI PADA GENTENG .

Pembimbing 1 : M. YANI ST. MT

Dengan Demikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal,
Medan 15 Rabiul Akhir 1442 H
01 Desember 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

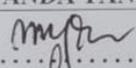
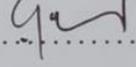
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2021 – 2022**

Peserta seminar

Nama : M. Afriandi

NPM : 1607230161

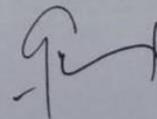
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Jumlah Pengisian Hybrid Komposit Terhadap Kekuatan Impact Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Pada Genteng

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M. Yani, ST, MT	
Pembanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc	
Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT	

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	150223024	Jumadi	
2	1807230257	Alia Firdandi	
3	1607230051	Mhd. Maulana Husni	
4	1607230125	AHMAD AN SUAREANCA	
5	1807230142	Yusuf Lubis	
6	1607250007	Muhammad Akbar	
7	1707230078	RIZKI AGUSTIAR	
8	1607230028	RIZKI KURNIAWAN	
9	1607230161	M. AFRANDI	
10			

Medan, 16 Shafar 1444 H
13 September 2022 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

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

Nama : M. Afriandi
NPM : 1607230161
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Jumlah Pengisian Hybrid Komposit Terhadap Kekuatan Impack Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Pada Genteng

Dosen Pembanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani, ST, MT

KEPUTUSAN

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

.....
lihat buku smp.s
.....
.....

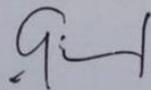
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan, 16 Shafar 1444 H
13 September 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT



H. Muharnif, ST, M.Sc

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

Nama : M. Afriandi
NPM : 1607230161
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Jumlah Pengisian Hybrid Komposit Terhadap Kekuatan Impact Dengan Menggunakan Serat Ijuk Dan Sekam Padi Pada Genteng

Dosen Pembanding – I : H. Muharnif, ST, M.Sc
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani ST, MT

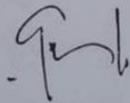
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
..... *lihat buku rsm akhir*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

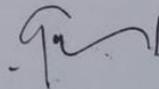
Medan 16 Shafar 1444 H
13 September 2022 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : M.Ariandi
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 08 April 1997
Alamat : Huta IV Turunan Buluh,
Kecamatan : Bosar Maligas
Kabupaten : Simalungun
Provinsi : Sumatera Utara
Agama : Islam
E-mail : ariandiafandi@gmail.com
No. Hp : 082387690317

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SDN 010204 Dolok Estate 2003-2009
2. SMPN 1 Bosar Maligas 2009-2012
3. MAN 1. LIMA PULUH 2012-2015
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2016-2022