

Karakteristik kampas rem yang menggunakan serbuk kulit buah maja sebagai penguat dengan perlakuan perendaman alkali

by Ananto Yuda Permana

Submission date: 27-Sep-2022 01:58PM (UTC+0700)

Submission ID: 1910230670

File name: REV_ANANTO_YUDA_PERMANA_3331180047.Pdf (5.04M)

Word count: 12380

Character count: 77503

**KARAKTERISTIK KAMPAS REM YANG MENGGUNAKAN
SERBUK KULIT BUAH MAJA SEBAGAI PENGUAT DENGAN
PERLAKUAN RENDAM ALKALI**



PROPOSAL TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Program Strata – 1 (S1)
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

**Disusun Oleh :
ANANTO YUDA PERMANA
3331180047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini,

Nama : Ananto Yuda Permana

NPM : 3331180047

Judul : Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit
Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali.

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa Tugas Akhir atau Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan tidak ada suatu duplikasi dengan karya penulis lain,kecuali beberapa karya yang telah disebutkan sumbernya.

Serang,September 2022

Ananto Yuda Permana

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta hidayah-Nya terutama nikmat kesempatan dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “ *Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali* ” di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Fakultas Teknik.

Penulisan proposal tugas akhir ini dilakukan untuk syarat melakukan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program Strata-1 (S1) pada jurusan teknik mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Dengan dibuatnya proposal tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi acuan mahasiswa dalam pelaksanaan kegiatan tugas akhir tersebut. Keberhasilan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan , dukungan serta bimbingan yang sangat berharg dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.

Demikian penulis ucapkan terimakasih dan penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah terlibat.

Serang, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Buah Maja	6
2.2 Komposit	7
2.3 Jenis Komposit	10
2.4 Sifat – Sifat Material	15
2.4.1 Sifat Mekanik	15
2.4.2 Sifat Fisik	18
2.5 Kampas Rem	19
2.6 Kekuatan Tekan	24
2.7 Uji Kekerasan	25
2.8 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	25
2.9 Jerami Padi	26
2.10 Resin Epoksi	26

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	27
3.2 Metode Penelitian	30
3.3 Alat dan Bahan Yang Digunakan	31
3.4 Variabel Penelitian	42
3.5 Langkah Penelitian Dan Pengambilan Data	42
3.5.1 Persiapan Bahan Material Penyusun	42
3.5.2 Proses Percampuran Bahan Material Penyusun.....	46
3.5.3 Proses Manufaktur Spesimen.....	48
3.5.4 Proses Preparasi Spesimen.....	49
3.5.5 Pengujian Tekan.....	50
3.5.6 Pengujian Kekerasan.....	51
3.5.7 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	51

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Tekan	53
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan	57
4.3 Hasil Pengujian XRD.....	60

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Buah Maja (<i>Aegle marmelos</i> (L.)).....	6
Gambar 2.2 Struktur Hubungan Antar Material	8
Gambar 2.3 Komposit berserat (<i>Fibrous Composite</i>)	10
Gambar 2.4 Komposit laminar (<i>Laminated Composite</i>)	11
Gambar 2.5 Komposit Partikel (<i>Particulate Composite</i>)	11
Gambar 2.6 Kurva Tegangan-Regangan	15
Gambar 2.7 Kurva <i>Creep</i> Klasik.....	18
Gambar 2.8 Kampas Rem <i>Asbestos</i> (bawah) dan <i>Non Asbestos</i> (Atas)	21
Gambar 2.9 Kampas Rem <i>Semi Metalic</i>	22
Gambar 2.10 Kampas Rem <i>Metalic</i>	23
Gambar 2.11 Kampas Rem Keramik	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Pisau	31
Gambar 3.3 Pengerok Daging Buah.....	31
Gambar 3.4 Palu.....	32
Gambar 3.5 Ember	32
Gambar 3.6 Amplas Kasar	33
Gambar 3.7 Cetakan Komposit	33
Gambar 3.8 Mesin Press Hidrolik	34
Gambar 3.9 Timbangan Digital.....	34
Gambar 3.10 Alat Pengaduk	34
Gambar 3.12 Saringan.....	35
Gambar 3.12 Sarung Tangan	35
Gambar 3.13 Jangka Sorong.....	36
Gambar 3.14 Penggaris	36
Gambar 3.15 Bor Tangan.....	37
Gambar 3.16 Mesin Bubut	37

Gambar 3.17 Perkakas Tangan	37
Gambar 3.18 Oven Listrik	38
Gambar 3.19 Cetakan Komposit	38
Gambar 3.20 Buah Maja	39
Gambar 3.21 Air	39
Gambar 3.22 Aquades	40
Gambar 3.23 NaOH	40
Gambar 3.24 Resin Epoksi	41
Gambar 3.25 <i>Kit Paste Wax</i> atau Krim Poles Pengkilap	41
Gambar 3.26 Abu Jerami Padi	42
Gambar 3.27 Buah Maja	43
Gambar 3.28 Proses Pemisahan	43
Gambar 3.29 Kulit Maja Sebelum Diberi Perlakuan	44
Gambar 3.30 (a)Perendaman,dan (b)Pengeringan Kulit Maja.....	44
Gambar 3.31 (a)Proses Pembuatan Serbuk,dan (b) Serbuk Kulit Maja	45
Gambar 3.32 Batang Jerami	45
Gambar 3.33 (a)Pembakaran,(b)Pengayakan,dan (c)Abu Batang Jerami	46
Gambar 3.34 Proses Penimbangan Material Kode C	47
Gambar 3.35 Proses Pencampuran Serbuk Kulit Buah Maja dan Abu Jerami ...	47
Gambar 3.36 Proses Pencampuran atau <i>mixing</i>	48
Gambar 3.37 Proses Kompaksi Material Komposit	48
Gambar 3.38 Komposit(a)Variasi A,(b)Variasi B,dan (c)Variasi C	49
Gambar 3.39 Proses Sintering Material	49
Gambar 3.40 Proses Preparasi Benda Uji	50
Gambar 3.41 Sampel Uji Komposit	50
Gambar 3.42 Pengujian Tekan	51
Gambar 4.1 Benda Uji Setelah Pengujian Tekan	53
Gambar 4.2 Grafik Uji Tekan Variasi A	54
Gambar 4.3 Grafik Uji Tekan Variasi B	55
Gambar 4.4 Grafik Uji Tekan Variasi C	56
Gambar 4.5 Grafik Komparasi Uji Tekan	57

Gambar 4.6 Benda Uji Setelah Pengujian Kekerasan	58
Gambar 4.7 Grafik Komparasi Uji Kekerasan	59
Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Uji Kekerasan.....	59
Gambar 4.9 Grafik XRD Variasi A	60
Gambar 4.10 Grafik XRD Variasi B.....	61
Gambar 4.11 Grafik XRD Variasi C.....	62
Gambar 4.11 Grafik XRD	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Material Komposit	9
Tabel 3.1 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem	29
Tabel 3.2 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem	46
Tabel 4.1 Hasil Uji Tekan Variasi A	54
Tabel 4.2 Hasil Uji Tekan Variasi B	55
Tabel 4.3 Hasil Uji Tekan Variasi C	56
Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi ini perkembangan teknologi mengalami kemajuan yang signifikan dalam segala sektor. Seiring dengan perkembangan zaman ini berpengaruh terhadap mobilitas masyarakat. Meningkatnya mobilitas masyarakat dan perkembangan zaman menyebabkan banyaknya peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia sejak tahun 2016 – 2021 mengalami banyak peningkatan yang semula hanya 112 juta kendaraan pada tahun 2016 menjadi 143 juta kendaraan pada tahun 2021. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan penggunaan kampas rem. Kampas rem merupakan salah satu komponen keselamatan yang terdapat dalam setiap kendaraan yang berfungsi memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Kampas rem konvensional yang beredar dipasaran umumnya dibuat dari bahan serat *asbestos* yang tidak ramah lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia, terutama pada pernapasan dan dapat menyebabkan kanker paru-paru (Fitrianto dkk, 2013). Dari hal tersebut maka diperlukan inovasi terkait bahan baku kampas rem yang *non-asbestos*. Bahan yang saat ini banyak di inovasi yaitu komposit. Teknologi biokomposit polimer berpenguat serat khususnya serat alam saat ini mulai diminati alasannya ramah lingkungan, tidak berbahaya, ketersediaan dalam banyak, dan biaya produksi yang rendah (Mallick, 2007). Material komposit saat ini sudah banyak digunakan sebagai panel sekaligus struktur utama dari suatu komponen tertentu (Fajri dkk, 2013). Komposit adalah material atau bahan yang merupakan gabungan atau campuran dua atau lebih material pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang dibutuhkan. Material komposit tersusun dari 2 (dua) unsur utama, yaitu matriks atau bahan pengikatserat, dan serat (*fiber*). Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat komposit didasari oleh sifat dari material komposit

organik tersebut untuk menghasilkan material komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan, ekonomis dan pemanfaatan sumber daya alam (Maryanti, 2011).

Buah maja yang memiliki nama latin *Aegle marmelos* (L.) memiliki beberapa ciri khas yaitu bentuk bulat seperti sebuah bola, berwarna hijau muda, memiliki daging buah berwarna putih dan kulit yang keras. Kulit buah maja memiliki banyak kandungan tanin yang dapat dimanfaatkan dan digunakan untuk menghambat laju korosi pada sebuah besi dan baja (Hidayat, 2016). Kulit buah maja yang keras juga dinilai memiliki serat yang dapat digunakan menjadi bahan penguat komposit. Kulit buah maja akan diberikan perlakuan perendaman larutan alkali berupa NaOH 5% selama 1 jam sebelum diolah sampai menjadi serbuk. Konsentrasi NaOH dan waktu perendaman yang tepat ini dapat menghasilkan suatu sifat mekanik bikomposit yang optimal. Konsentrasi NaOH yang banyak digunakan para periset adalah 0,5-20%, sedangkan waktu perlakuan perendaman 15-96 menit (Jefferjee dkk, 2003). Proses alkalisasi ini merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kompatibilitas matriks dan serat kulit buah maja serta untuk menghilangkan kandungan lignin yang ada pada kulit buah maja tersebut (Maryanti, 2011). Pada penelitian kali ini menggunakan material serbuk kulit buah maja, abu jerami padi dan matriks berupa epoksi resin yang kemudian akan di cetak yang selanjutnya akan di berikan pembebanan dengan menggunakan mesin press hidrolik pada tekanan 30 bar selama 1 jam. Material komposit berpenguat serbuk buah maja tersebut akan dilakukan pengujian tekan, dan pengujian laju keausan untuk mengetahui karakteristik dari serbuk kulit buah maja tersebut. Penelitian ini perlu dilakukan untuk menemukan inovasi baru dalam penggunaan komposit organik untuk berbagai sektor khususnya pada penelitian kali ini yaitu pada penggunaan komposit serat alami (organik) sebagai bahan penguat material kampas rem.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu menemukan inovasi bahan penguat komposit organik dengan memanfaatkan kulit buah maja untuk menjadi bahan penguat komposit kampas rem dan bagaimanakah karakteristik dari serbuk kulit buah maja sebagai bahan penguat kampas rem dengan metode rendam alkali NaOH.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini dengan topik “Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali” memiliki beberapa batasan masalah. Tujuan dari dibuatnya batasan masalah ini agar pada proses penelitian pembahasan tidak meluas ke luar topik penelitian tersebut. Adapun batasan masalah pada penelitian kali ini adalah :

1. Proses perlakuan perendaman alkali NaOH 5% terhadap kulit buah maja dilakukan selama 1 jam atau 60 menit dan akan dikeringkan di bawah sinar matahari sampai mengering sekitar 2-4 jam dalam kondisi cuaca cerah.
2. Penelitian dilakukan dengan variasi komposisi berdasarkan fraksi berat antara resin epoksi : serbuk kulit buah maja : abu Jerami padi yaitu 60%:40%:0% (Variasi A), 60%:30%:10% (Variasi B), dan 60%:20%:20% (Variasi C).
3. Proses manufaktur komposit dengan cara menuangkan campuran adonan ke sebuah cetakan dengan bentuk silinder kemudian dipress menggunakan mesin press hidrolik dengan tekanan 6 ton (30 bar) selama 1 jam atau 60 menit.
4. Material yang sudah kering dan mengeras dilakukan proses sintering selama 90 menit pada suhu 150° C.
5. Material komposit organik dari serbuk kulit buah maja akan di lakukan pengujian tekan dengan standar ASTM D695 (3 sampel/variasi), pengujian kekerasan (1 sampel/variasi) dan pengujian XRD.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari serbuk kulit buah maja sebagai bahan penguat komposit kampas rem dengan metode rendam alkali dengan melalui beberapa pengujian seperti pengujian tekan, pengujian kekerasan dan pengujian XRD.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian kali ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat diakukannya penelitian tersebut yang dapat dirasakan oleh berbagai kalangan secara luas, berikut adalah manfaat penelitian kali ini:

1. Menjadi salah satu upaya dalam menangani pencemaran lingkungan.
2. Menjadi solusi dalam pemanfaatan kulit buah maja yang lebih ramah lingkungan.
3. Meningkatkan nilai ekonomis dari buah maja.
4. Menjadi inovasi bahan penguat komposit kampas rem yang lebih ramah lingkungan.
5. Mendapat Analisa tentang bagaimana sifat mekanik dan karakteristik kulit buah maja sebagai bahan penguat komposit kampas rem dengan metode rendam alkali.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan dari laporan tugas akhir atau skripsi yang telah di buat dengan judul “Karakteristik Kampas Rem Yang Menggunakan Serbuk Kulit Buah Maja Sebagai Penguat Dengan Perlakuan Rendam Alkali”.

BAB I PENDAHULUAN

Pada BAB I PENDAHULUAN ini berisikan dasar dasar yang mendasari penelitian ini yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematikan penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB II TINJAUAN PUSTAKA ini berisikan segala dasar teori yang

dapat menunjang berjalannya penelitian dan pembuatan laporan tugas akhir atau skripsi.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada BAB III METODELOGI PENELITIAN ini berisikan tentang metode penelitian tugas akhir seperti diagram alir , tahapan penelitian, alat bahan yang digunakan dan variable penelitian.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Pada BAB IV DATA DAN ANALISA ini berisikan data hasil penelitian beserta pembahasan dari penelitian ini seperti hasil pengujian, dan pembahasan analisa hasil pengujian.

BAB V PENUTUP

Pada BAB V PENUTUP ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang penulis lakukan serta saran untuk pengembangan material bahan dan inovasi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Maja

Buah majapahit atau yang biasa disebut buah maja ini merupakan salah satu buah yang sudah dikenal sejak jaman kerajaan majapahit pada abad XIII. Buah maja ini memiliki bentuk bulat seperti sebuah bola yang berwarna hijau. Menurut para ahli buah majapahit menjadi inspirasi terciptanya nama sebuah kerajaan majapahit yang merupakan salah satu kerajaan besar di Indonesia (Fatmawati, 2015). Buah maja atau majapahit yang memiliki nama latin *Aegle marmelos* (L.) ini memiliki beberapa ciri khas yaitu bentuk yang bulat seperti sebuah bola sepak, berwarna hijau muda, memiliki daging buah berwarna putih dan kulit keras. Buah maja termasuk ke dalam *divisi spermatophyta*, *sub divisi angiospermae*, *ordo sapindales*, *famili rutaceae*, *genus aegle* dan *spesies aegle marmelos* L. (ESTIA, 2020).



Gambar 2.1 Buah Maja (*Aegle marmelos* (L.))

(Sumber : Fatmawati , 2015)

Buah maja atau majapahit ini memiliki sebuah arti yaitu sebuah buah yang memiliki rasa pahit pada daging buahnya. Buah maja ini memiliki cakupan wilayah penyebaran tidak hanya di Indonesia melainkan buah tersebut dapat ditemukan di wilayah negara Asia Tenggara lainnya dan beberapa wilayah Asia Selatan terutama pada daerah dataran rendah hingga ketinggian 500 MPDL dengan kondisi tanah basah (Fatmawati, 2015). Buah maja memiliki

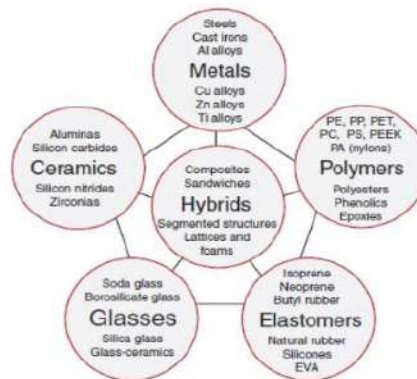
beberapa potensi untuk dikembangkan karena hampir setiap bagian tanaman tersebut dapat dimanfaatkan seperti daging buah, akar tanaman, daun, kulit batang dan getahnya. Pada dasarnya buah maja dapat digunakan sebagai bahan baku pestisida nabati, dan sebagai obat tradisional beberapa penyakit seperti disentri dan diare. Berdasarkan hasil pengujian fitokimia pada kulit dan daging buah maja didapatkan hasil bahwa pada buah maja mengandung beberapa senyawa kimia seperti tanin, *alkaloid*, *terpenoid*, *flavonoid*, dan *saponin* yang bersifat sitotoksik yang membuat daging buah maja tersebut pahit (Ratnawati, 2012). Kulit buah maja memiliki banyak kandungan tanin yang dapat dimanfaatkan dan digunakan untuk menghambat laju korosi pada sebuah besi dan baja (Hidayat dkk, 2016). Selain mengandung senyawa tanin, kulit buah maja yang keras juga dinilai memiliki serat yang dapat digunakan menjadi serat, bahan campuran, dan penguat komposit.

2.2 Komposit

Kebutuhan akan material dengan sifat-sifat yang sesuai baik secara fisik, kimiawi, maupun mekanik pada suatu kondisi kerja atau lingkungan tertentu mendorong dibuatnya material gabungan atau yang disebut sebagai komposit. Komposit adalah suatu sistem yang terbentuk melalui penggabungan dua material atau lebih yang berbeda dan dalam bentuk serta komposisi yang tidak larut satu dengan yang lainnya. Secara umum, material komposit adalah material yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki oleh masing-masing komponen pembentuknya (Surdia dkk, 2005). Material komposit telah banyak mengalami pengembangan dan pemanfaatan yang luas serta beragam di tanah air khususnya pada produk rumah tangga dan perindustrian baik berskala kecil maupun besar. Hal ini merupakan efek dari keunggulan komposit dibanding jenis material lainnya seperti lebih kuat, lebih tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan lainnya (Sriwita, 2014).

Material komposit adalah berbeda dengan paduan. Paduan adalah gabungan antara dua material atau lebih dimana material-material tersebut terjadi peleburan sementara komposit adalah kombinasi terekayasa dari dua

atau lebih bahan yang mempunyai sifat-sifat seperti yang diinginkan dengan cara kombinasi yang sistematis pada kandungan-kandungan yang berbeda tersebut (Van Vlack, 1994)



Gambar 2.2 Struktur Hubungan Antar Material

(Sumber :Sunardi dkk , 2015)

Secara umum, sebuah komposit tersusun atas komponen-komponen yang disebut serat (*fiber*) , pengikat (*matrix*) dan penguat (*reinforcement*).

1. Serat (*Fiber*)

Serat adalah komponen komposit yang berfungsi sebagai pengisi (*filler*). Fungsi utama dari serat dalam komposit adalah untuk membentuk sifat bahan seperti kekakuan, kekuatan, dan sifat-sifat mekanik lainnya (Yani dkk, 2018). Oleh karena itu, tingkat kekuatan material komposit sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat yang terkandung. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran Kristal) maka semakin kuat bahan tersebut karena cacat pada material tidak signifikan (Oroh dkk, 2013).

2. Matriks

Komponen pengikat atau penyatu *fiber* dalam material komposit disebut matriks. Matriks memiliki fungsi ideal sebagai penyelebung serat dari kerusakan antar serat seperti pengikisan (abrasi), perlindungan terhadap kondisi lingkungan seperti kontaminasi kimia dan kelembaban, pendukung dan menginfiltrasi serat, pemindah beban antar serat, dan sebagai perekat

untuk menjaga serat tetap stabil baik secara kimiawi maupun fisika setelah proses manufaktur. Matriks dapat berbentuk polimer, logam, karbon, ataupun keramik.

3. Penguat (*Reinforcement*)

Bahan penguat atau *reinforcement* merupakan salah satu komponen komposit. Bahan penguat memiliki fungsi untuk membentuk struktur penguat yang memberikan kekuatan pada material komposit. Pada dasarnya bahan penguat ini memiliki sifat yang lebih baik dari bahan pengisi dimana bahan penguat tersebut merupakan suatu konstruksi tempat melekatnya matriks (Sunardi dkk, 2015)

Material komposit dinilai memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan baik dari sisi sifat mekanik, sifat fisik, sifat termal dan sifat kimia dari material tersebut. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan material komposit pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Keuntungan dan kerugian material komposit (Mott, 2004).

NO	KEUNTUNGAN	NO	KERUGIAN
1	Berat berkurang	1	Biaya bertambah untuk bahan baku dan fabrikasi
2	Rasio antara kekuatan atau rasio kekakuan dengan berat tinggi	2	Sifat – sifat bidang melintang
3	Sifat sifat yang mampu beradaptasi, kekuatan atau kekakuan dapat beradaptasi terhadap pengaturan beban	3	Nilai kekerasan yang rendah
4	Lebih tahan korosi	4	Matriks dapat menimbulkan degradasi lingkungan
5	Kehilangan Sebagian dari sifat dasar material	5	Sedikit susah dalam mengikat

NO	KEUNTUNGAN	NO	KERUGIAN
6	Biaya manufaktur rendah	6	Analisa sifat – sifat fisik dan mekanik untuk efisiensi damping tidak mencapai <i>consensus</i>
7	Konduktivitas termal meningkat dan konduktivitas listrik menurun		

2.3 Jenis Komposit

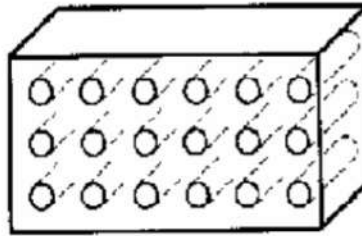
Material komposit sendiri dapat diklasifikasikan atau dikelompokkan menjadi berbagai jenis berdasarkan sejumlah aspek pembeda. Berikut ini adalah jenis-jenis komposit :

1. Berdasarkan Jenis Penguatnya

Jenis komposit berdasarkan dengan jenis penguatnya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut (Jones, 1999):

a) Komposit berserat (*Fibrous Composite*)

Komposit berserat (*Fibrous Composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan penguat berupa serat baik serat sintetis atau serat alam seperti serat kaca (*fiber glass*), serat karbon, serat baja, atau serat alam lainnya. Serat pada komposit dapat diletakkan secara acak ataupun dengan suatu posisi tertentu.

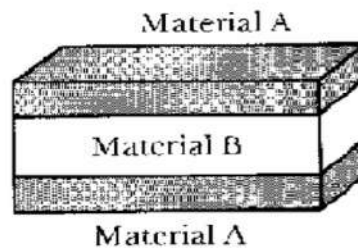


Gambar 2.3 Komposit berserat (*Fibrous Composite*)

(Sumber : Nayiroh , 2013)

b) Komposit laminar (*Laminated Composite*)

Komposit laminar atau lapisan (*Laminated Composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan penguat dalam bentuk lembaran yang terdiri dari dua lapis atau lebih dimana pada setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat masing masing.

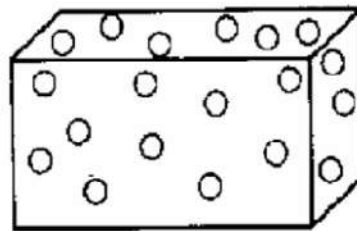


Gambar 2.4 Komposit laminar (*Laminated Composite*)

(Sumber : Nayiroh ,2013)

c) Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit Partikel (*Particulate Composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan penguat dalam bentuk partikel ,butiran atau serbuk. Material penguat terdistribusi secara acak dan merata dalam matriksnya.



Gambar 2.5 Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

(Sumber : Nayiroh ,2013)

2. Berdasarkan Jenis Matriks

Jenis atau klasifikasi komposit berdasarkan dengan jenis matriksnya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut :

a) Komposit Bermatriks Polimer (*Polymer Matrix Composite*)

Komposit bermatriks polimer (*polymer matrix composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan polimer sebagai bahan penyusun utama atau komposisi dominan. Komposit jenis ini memiliki beberapa sifat, keuntungan, dan jenis polimer yang digunakan sebagai berikut :

1) Sifat Komposit Bermatrik Polimer

- Biaya produksi yang lebih rendah
- Dapat dibuat dengan metode produksi secara massal
- Ketangguhan baik
- Dapat bertahan lama
- Siklus fabrikasi dapat dipersingkat
- Dapat mengikuti bentuk cetakan yang digunakan
- Berat yang lebih ringan

2) Keuntungan Komposit Bermatrik Polimer

- Bobot yang lebih ringan
- *Specific stiffness* yang tinggi
- *Specific strength* yang tinggi

3) Jenis Polimer Yang Digunakan

- *Thermoplastic*

Thermoplastic merupakan material plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dan di daur ulang dengan cara dipanaskan. Bahan ini dapat mengeras saat didinginkan dan akan meleleh pada suhu tertentu, dapat melekat dengan baik, dan mempunyai sifat *reversibel*. Contoh nya adalah poliester, Nylon 66 dan Polietilena tereftalat (PET).

- *Thermoset*

Thermoset merupakan material yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*) maka jika bahan material tersebut sudah dikeraskan atau sudah terjadi sekali pengerasan

telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan Kembali. Material *thermoset* jika diberikan perlakuan pemanasan pada suhu tinggi tidak dapat melunakkan atau melelehkan material tersebut namun akan membentuk arang dan Kembali teratur karena sifat yang dimiliki oleh material tersebut.

b) Komposit Bermatriks Logam (*Metal Matrix Composite*)

Komposit bermatriks logam (*metal matrix composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan logam sebagai penyusun utama atau komposisi dominan. Komposit jenis ini memiliki beberapa sifat, kelebihan, kekurangan, proses pembuatan komposit ini sebagai berikut:

1) Sifat Komposit Bermatriks Logam

- Mempunyai tingkat keuletan yang tinggi
- Mempunyai titik lebur yang rendah
- Mempunyai densitas yang rendah

2) Kelebihan Komposit Bermatriks Logam

- Transfer tegangan dan regangan yang baik
- Ketahanan terhadap temperature tinggi
- Tidak dapat menyerap kelembapan
- Memiliki kekuatan tekan dan geser yang baik
- Memiliki ketahanan aus dan muai termal yang lebih baik

3) Kekurangan Komposit Bermatriks Logam

- Biaya produksi yang mahal
- Ketentuan standarisasi material dan proses yang sedikit

4) Proses Pembuatan Komposit Bermatriks Logam

- *Powder metallurgy*
- *Casting / liquid filtration*
- *Compocasting*
- *Squeeze casting*

c) Komposit Bermatriks Keramik (*Ceramic Matrix Composite*)

Komposit bermatriks keramik (*ceramic matrix composite*) merupakan jenis komposit yang menggunakan bahan keramik sebagai penyusun utama atau komposisi dominan. Material komposit ini adalah material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai *reinforcement* dan 1 fasa sebagai matriks dan keduanya terbuat dari keramik. Komposit jenis ini didapatkan melalui proses DIMOX. Proses DIMOX merupakan proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah *filler* (penguat). Komposit jenis ini memiliki beberapa kelebihan, kekurangan, jenis matriks yang banyak digunakan komposit ini sebagai berikut:

1) Keuntungan Komposit Bermatriks Keramik

- Dimensi yang lebih stabil dari logam
- Memiliki nilai ketangguhan yang tinggi
- Mempunyai karakteristik permukaan yang tahan aus
- Memiliki unsur kimia stabil pada temperature tinggi
- Tahan terhadap temperature tinggi
- Kekuatan dan ketangguhan tinggi dan ketahanan korosi tinggi

2) Kerugian Komposit Bermatriks Keramik

- Sulit untuk di produksi massal
- Biaya dan harga yang relative mahal dan *non-cost effective*
- Hanya dapat digunakan untuk bagian dan hal tertentu

3) Jenis Matriks keramik Yang Banyak Digunakan

- *Silicon nitride*
- *Alumina*
- Keramik gelas
- *Anorganic glass*

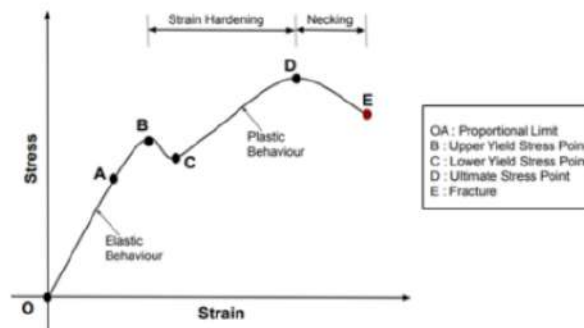
2.4 Sifat – Sifat Material

2.4.1 Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah sifat-sifat yang mempengaruhi kekuatan mekanik dan kemampuan suatu bahan untuk dicetak dalam bentuk yang sesuai. Sifat-sifat ini berhubungan dengan kemampuan material untuk menahan gaya dan beban mekanik dan diukur dari perilaku material yang dikenai gaya. Sifat mekanik terdiri dari kekuatan, kekakuan, elastisitas, plastisitas, daktilitas, kerapuhan, kelenturan, ketangguhan dan pengujian, ketahanan, *creep*, kekerasan serta kemampuan mesin.

1. Kekuatan dan Kurva Tegangan-regangan

Kekuatan material mengacu pada kemampuan material untuk menahan gaya yang diterapkan secara eksternal tanpa putus. **Gambar 2.6** menunjukkan hubungan tegangan dan regangan yang diperoleh selama uji tarik yang menggambarkan daktilitas dan kekuatannya.



Gambar 2.6 Kurva Tegangan-Regangan

(Sumber: Murugan, 2020)

Menurut **Gambar 2.6** sampai batas elastis, bahan akan kembali ke dimensi semula, dipertahankan dan dilanjutkan ke tahap plastisitasnya. Setelah material melebihi titik tegangan ultimit (D), *necking* mulai terjadi pada spesimen. Kurva tegangan dan regangan digunakan untuk modulus young dengan

membandingkan nilai tegangan dan regangan hingga batas elastis. Kemampuan material untuk menahan beban tanpa kegagalan atau distorsi yang tidak semestestinya dikenal sebagai kekuatan dan diketahui bahwa kemampuan material untuk memberikan reaksi yang sama terhadap gaya yang diberikan (tarik, tekan, geser) tanpa pecah.

2. Kekakuan

Kekakuan adalah kemampuan material untuk menahan deformasi di bawah tekanan atau kemampuan material untuk menahan defleksi. Ukuran dari kekakuan digambarkan oleh modulus elastisitas.

3. Elastitas

Elastisitas adalah sifat bahan untuk mendapatkan kembali bentuk aslinya setelah deformasi setelah deformasi ketika gaya eksternal dihilangkan. Elastisitas juga disebut dengan sifat tarik bahan yang ditunjukkan oleh batas proporsional dan batas elastis. Batas proporsional adalah tegangan maksimum suatu bahan akan mempertahankan tingkat regangan yang seragam sempurna terhadap tegangan. Batas elastis adalah tegangan terbesar yang dapat ditahan material tanpa mengambil beberapa set permanen, diluar batas elastis bahan tidak dapat kembali ke bentuk aslinya.

4. Plastisitas

Plastisitas adalah kemampuan material untuk mengalami beberapa derajat deformasi permanen tanpa pecah. Deformasi plastis terjadi setelah rentang elastis terlampaui oleh proses slip ketika tegangan geser pada bidang slip mencapai nilai kritis. Perpindahan yang disebabkan oleh slip bersifat permanen dan bidang kristal tidak dapat kembali ke posisi semula setelah tegangan dihilangkan.

5. Daktilitas

Daktilitas adalah sifat suatu bahan yang memungkinkannya

untuk ditarik menjadi kawat tipis dengan penerapan gaya tarik. Daksilitas diukur dengan istilah presentase perpanjangan dan presentase pengurangan luas.

6. Kerapuhan

Pemutusan bahan dengan sedikit distorsi⁵ permanen menyatakan sifat kerapuhan. Bahan yang bersifat rapuh ketika mengalami beban tarik putus tanpa memberikan perpanjangan. Contohnya adalah kaca, batu bata, besi tuang.

7. Kelenturan

Kelenturan adalah kemampuan bahan untuk digulung, diratakan, atau dipalu menjadi lembaran tipis tanpa retak akibat adanya pengaruh suhu baik dingin ataupun panas.

8. Ketangguhan

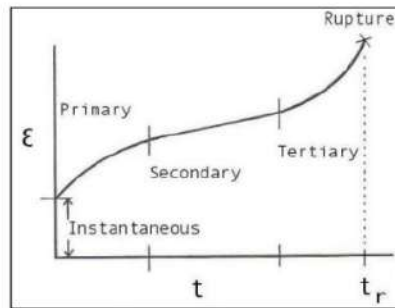
Ketangguhan adalah kemampuan material untuk menahan lentur tanpa patah karena beban dampak yang tinggi. Ketangguhan bahan berkurang ketika dipanaskan yang diukur dengan jumlah energi yang diserap oleh satu unit volume material setelah diberikan tegangan hingga titik keruntuhan.

9. Ketahanan

Ketahanan material untuk menyerap energi dan menahan beban kejutan dan benturan yang dinyatakan dengan jumlah energi yang diserap per satuan volume dalam batas elastis.

10. Creep

Apabila suatu bagian diberi tegangan konstan pada temperatur tinggi dalam jangka waktu yang lama, maka akan mengalami deformasi yang lambat dan permanen yang disebut *creep*. Tiga tahap *creep* klasik ditunjukkan dalam Gambar 2.7. *Creep primer* dimulai dengan kecepatan tinggi dan melambat seiring berjalannya waktu. Tetapi *creep* sekunder memiliki laju yang relatif seragam. Sementara tahap ketiga, pada *creep* tersier, laju *creep* dipercepat dan berakhir ketika material pecah.



Gambar 2.7 Kurva *Creep* Klasik
(Sumber: Murugan, 2020)

11. Kelelahan

Kelelahan (*fatigue*) adalah kegagalan bahan di bawah beban siklik. Ketika suatu bagian mengalami tegangan yang berulang atau berfluktuasi, patahan terjadi di bawah tegangan yang nilai maksimumnya lebih kecil dari kekuatan tarik material. Jika suatu bagian dibebani satu kali sampai tegangan luluh, maka bagian tersebut tidak akan putus. Namun, jika dimuat berulang kali ke bagian ini, pada akhirnya akan rusak.

12. Kekerasan

Kekerasan adalah sifat suatu bahan untuk menahan penetrasi oleh bahan lain. Sifat ini mencakup keausan, goresan, deformasi, dll. Kekerasan material dapat diartikan seperti ketahanan terhadap abrasi, deformasi atau lekukan. Beberapa metode pengukuran kekerasan yaitu skala Moh, kekerasan Vicker, kekerasan Rockwell, uji Knop dan kekerasan Brinell.

2.4.2 Sifat Fisik

Sifat fisik merupakan suatu bahan atau material ditinjau dari sifat-sifat fisiknya yang dapat dilihat langsung dari suatu bahan atau material. Sifat fisik dapat dibedakan menjadi *density*, titik leleh (Munro, 2000).

1. Kepadatan (*density*)

Kepadatan atau masa jenis didefinisikan sebagai massa persatuan volume (Kg/cm^3) yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (1)$$

ρ = kepadatan atau massa jenis (Kg/cm^3)

m = massa (Kg)

v = Volume (cm^3)

Massa jenis suatu bahan merupakan fungsi dari suatu suhu. Secara umum, kepadatan berkurang dengan meningkatnya suhu dan volume per satuan berat seiring bertambahnya suhu.

2. Titik leleh

Titik leleh merupakan suatu keadaan ketika suhu zat padat dan cair berada dalam kesetimbangan. Ketika panas diterapkan ke suatu padatan, suhu akan meningkat hingga titik leleh tercapai. Suhu leleh padatan atau kristal adalah gambaran karakteristik dan digunakan untuk mengidentifikasi senyawa dan unsur murni.

2.5 Kampas Rem

Komponen rem merupakan salah satu komponen keselamatan yang sangat penting pada kendaraan bermotor yang memiliki fungsi yang sangat penting untuk mereduksi energi gerak kendaraan tersebut sehingga dapat memperlambat atau menghentikan laju kendaraan tersebut (Elhafid dkk, 2017). Rem adalah sebuah komponen dengan menggunakan tahanan gesek buatan pada sebuah mesin berputar untuk mengurangi atau memberhentikan putaran mesin tersebut. Pada sebuah kendaraan bermotor baik atau tidaknya kemampuan sistem pengereman merupakan hal yang sangat penting karena sangat dapat mempengaruhi keselamatan pengendara kendaraan dan orang di sekitarnya. Semakin tinggi kendaraan tersebut dapat melaju maka kemampuan sistem pengereman pun harus semakin baik, handal dan optimal untuk menghentikan atau memperlambat laju kendaraan tersebut dengan baik

(Qurohman dkk, 2016). Komponen rem akan menyerap energi kinetik dari bagian yang bergerak dan energi yang di serap akan berubah dalam energi panas. Dengan adanya rem ini pengendara dapat mengatur kecepatan atau memperlambat laju kendaraan sesuai dengan yang kita harapkan. Pada sebuah desain sebuah komponen rem terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi sebagai berikut (Sumiyanto dkk, 2019):

1. Besar tekanan antara permukaan rem.
2. Koefisien gesek antara permukaan rem.
3. Kemampuan rem untuk menghilangkan panas terhadap energi yang di serap.
4. Kecepatan keliling dari tromol atau cakram rem.

Pada sistem pengereman, bagian terpenting adalah kampas rem yang merupakan media yang bekerja untuk memperlambat laju kendaraan (Wicaksono, 2016). Komponen kampas rem memiliki fungsi untuk menekan cakram atau dinding rem tromol untuk memperlambat atau menghentikan laju roda kendaraan tersebut. Komponen kampas rem saat ini terbuat dari beberapa jenis material sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang dibutuhkan. Berikut adalah jenis jenis material kampas rem (Sumiyanto dkk, 2019):

1. Kampas Rem Organik

Kampas rem jenis ini tersusun dari *cellulose* yang di ikat bersamaan dengan material lain dengan menggunakan *phenolic resin* yang memiliki kemampuan untuk tahan terhadap temperature tinggi. Kampas rem jenis ini merupakan material kampas rem yang paling lunak di antara material lainnya, sehingga kampas rem dapat cepat aus. Jenis ini tidak baik atau tidak cocok digunakan untuk pemakaian *high performance* yang tinggi dan menimbulkan temperatur yang sangat tinggi. Kampas rem organik pada umumnya menggunakan bahan dasar seperti kaca, karbon dan resin.

2. Kampas Rem *Asbestos* Dan *Non – Asbestos*

Kampas rem jenis ini hanya dibedakan dengan jenis bahan yang digunakan , dimana bahan *non-asbestos* merupakan sebuah inovasi pada

tahun 90-an. Inovasi ini dilakukan karena bahan *asbestos* dinilai memiliki beberapa kekurangan seperti tidak ramah lingkungan dan dapat menyebabkan penyakit berbahaya untuk manusia sehingga dilakukan inovasi bahan *non – asbestos* yang lebih ramah lingkungan dan memiliki daya tahan atas perubahan suhu kerja yang lebih baik. Kampas rem berbahan *non-asbestos* terdiri dari resin yang digunakan untuk memperkuat *friction* material dan memberikan kekuatan pada kampas rem. Bahan ini pada umumnya menggunakan resin *aramyd*, *rockwool*, *cellulose* atau *fiberglass*. *Friction* material *non-asbestos* mengandung serat baja kurang dari 20%.



Gambar 2.8 Kampas Rem *Asbestos* (bawah) dan *Non Asbestos* (Atas)

(Sumber : Sumiyanto dkk., 2019)

3. Kampas Rem *Semi Metalic*

Kampas rem *semi metallic* memiliki bahan dasar berbagai serbuk metal yang ditambahkan pada campuran untuk menstabilkan COF pada temperature tinggi. Adapun bahan yang biasa ditambahkan untuk menambah kekuatan mekanis dari komposit ini yaitu *chopped brass*, *brass powder*, *iron*, atau *steel fiber*. Kampas rem jenis ini memiliki ketahanan *fading* yang baik juga memiliki friksi yang baik dan tidak dapat membuat *rotor* atau *drum* pada rem mengalami keausan.



Gambar 2.9 Kampas Rem *Semi Metalic*

(Sumber : Sumiyanto dkk, 2019)

4. Kampas Rem *Metallic*

Kampas rem jenis ini Sebagian besar penyusunnya adalah metal dan sedikit resin. *Steel fiber* digunakan sebaga penguat serat. *Friction material* metalik mengandung setidaknya $\geq 60\%$ serat baja (*steel fiber*). Kampas rem jenis ini sangat kuat dan pakem sehingga kampas rem jenis ini banyak digunakan untuk kebutuhan temperatur tinggi seperti balapan atau untuk perjalanan jauh melewati medan yang berat. Kampas rem jenis ini pada proses kerjanya sangat memerlukan putara yang memiliki tenaga yang cukup besar saat menghentikan atau memperlambat laju kendaraan. Adapun kekurangan dari material ini yaitu dapat menghasilkan debu bekas gesekan yang dapat mengakibatkan timbulnya karat pada drum atau disk brake pada kesatuan komponen pengereman sehingga harus lebih sering membersihkan bagian tersebut. Jenis ini mengandung beberapa bahan seperti *raphite*, *friction particle*, *steel fiber*, *iron powder*, *barium sulfat*, *magnesium oxide*, *resin*, dan *binder*.



Metallic

Gambar 2.10 Kampas Rem *Metalic*

(Sumber : Elhafid, 2017)

5. Kampas Rem Keramik

Pada dasarnya kampas rem jenis ini sama sekali tidak mengandung baja, namun menggunakan bahan serat keramik dan tembaga untuk dapat mengelola disipasi panas yang dihasilkan pada saat pengereman (Elhafid dkk, 2017). Kampas rem jenis ini memiliki daya tahan yang sangat baik terhadap temperatur tinggi karena material ini dapat menyerap panas dengan sangat baik. Kampas rem jenis ini tidak mudah *fading* dan akan terus terasa sistem rem baik (pakem) sekalipun pada temperatur tinggi dan juga tidak menimbulkan suara serta residu yang mengganggu. Kampas rem jenis ini biasa di gunakan pada mobil balap , dan *supercar*. Kampas rem berbahan keramik ini tidak dapat di gunakan pada kendaraan sehari hari, hal tersebut di karenakan untuk berfungsi secara maksimal kampas ini harus mencapai temperatur operasional yang optimal sedangkan saat berjalan di lalu lintas perkotaan temperatur operasional yang optimal sulit di dapatkan. Kampas rem kerami mengandung beberapa bahan yaitu *Aluminum, Antimony Trisulfide, Barium Sulfate, Calcium Hydroxide, Copper, Magnesium Oxide, Molybdenum Disulfide, Magnesium Potassium Titanium Oxide, Graphite, Man-made Vitreous Fibers, Crystalline Silica, dan Misc. Non-hazardous Ingredients.*



Ceramic

Gambar 2.11 Kampas Rem Keramik

(Sumber : (Elhafid dkk, 2017)

2.6 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan yaitu kapasitas dari sebuah bahan material , sebuah struktur atau komponen dalam menahan beban yang dapat mengurangi besar dimensi material , struktur atau komponen tersebut. Untuk mengukur kekuatan tekan dapat dengan memasukkan ke dalam sebuah kurva regangan – tegangan berdasarkan dengan data data yang sebelumnya telah di dapatkan dari proses pengujian tekan dengan mesin uji tekan. Pada sebuah pengujian tekan bahan atau material uji akan mengalami kehancuran , patah atau deformasi permanen. Terjadinya kehancuran , patah atau deformasi bahan atau material tersebut dapat dikatakan sebagai batas kekuatan tekan dari bahan atau material tersebut. Kuat tekan suatu material merupakan kemampuan dari material, bahan atau komponen tersebut dalam menahan beban gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan material seperti hancur, patah atau mengalami deformasi permanen (Adibroto, 2014). Pengujian tekan dilakukan untuk mengetahui nilai besar beban maksimal yang dapat di terima oleh material , bahan atau komponen tersebut sampai mengalami kerusakan. Pada uji tekan untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Nasmi, 2013):

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots(4)$$

σ = Kekuatan tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

A_0 = Luas penampang mula - mula (mm^2)

Untuk mengetahui regangan tekan dapat menggunakan formula sebagai berikut (Harsi dkk, 2015) :

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \dots\dots\dots(5)$$

σ = Regangan tekan

l_1 = Panjang setelah pembebanan (mm)

l_0 = Panjang mula - mula (mm)

2.7 Uji Kekerasan

Kekerasan adalah sifat suatu bahan untuk menahan penetrasi oleh bahan lain. Sifat ini mencakup keausan, goresan, deformasi, dll. Kekerasan merupakan kemampuan sebuah material dalam menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan. Kekerasan merupakan salah satu metode yang paling mudah dan relative memakan biaya lebih sedikit untuk menentukan suatu sifat mekanik sebuah material. Kekerasan material dapat diartikan seperti ketahanan terhadap abrasi, deformasi atau lekukan. Nilai kekerasan bukan sebuah nilai konstanta fisika, dan nilainya tidak hanya bergantung pada jenis material uji (Kumayasari dkk, 2017). Jika suatu metode pengujian berbeda maka hasil dari sifat mekanik pun berbeda (Verdins dkk, 2013). Uji kekerasan bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu material, dimana dalam setiap material akan di uji pada beberapa titik untuk di dapatkan rata-rata nilai kekerasan. Uji kekerasan memiliki beberapa metode pengukuran kekerasan yaitu skala Moh, kekerasan Vicker, kekerasan Rockwell, uji Knop dan kekerasan Brinell.

2.8 Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction merupakan salah satu teknik untuk menganalisa atau mengidentifikasi fase bahan tersebut dan dapat mengetahui informasi ukuran kristal pada sebuah material untuk mengetahui karakterisasi dari material tersebut. Pengujian XRD atau *X-ray Diffraction* dilakukan bertujuan untuk

mengetahui struktur fasa bahan penyusun dan produk komposit yang dihasilkan berstruktur *Kristal* atau *amorf*, dimana jika dilihat dari hasil grafik XRD puncak kromatogram menunjukkan puncak-puncak *kristalin* atau *amorf*

2.9 Jerami Padi

Tanaman padi merupakan salah satu tanaman yang pemanfaatannya sangat penting untuk kebutuhan konsumsi sehari-hari masyarakat Indonesia. Tanaman padi di tanam untuk diambil bagian bijinya untuk di jadikan beras. Selain menghasilkan biji tanaman padi juga akan menghasilkan sisa limbah organik berupa jerami padi dan sekam padi. Jerami padi merupakan sisa hasil sampingan dari tanaman padi yang merupakan bagian dari batang dan daun tanaman padi setelah tanaman padi tersebut diambil biji tanaman padi untuk di jadikan beras yang merupakan salah satu bahan pokok makanan masyarakat Indonesia. Jerami merupakan limbah dari tanaman padi yang kurang diperhatikan sehingga saat ini hanya di gunakan sebagai pakan ternak, alas kandang ternak atau hanya didiamkan atau di bakar begitu saja. Jerami yang tidak terpakai akan di bakar dan menghasilkan abu Jerami. Abu Jerami di hasilkan dari proses pembakaran abu Jerami yang sudah kering setelah tanaman padi di panen. Pada abu Jerami mengandung nilai silika hampir sama dengan kandungan silika pada semen. Nilai kandungan silika pada abu Jerami yaitu sebesar 69,97% (Sutrisno, 2017)

2.10 Resin Epoksi

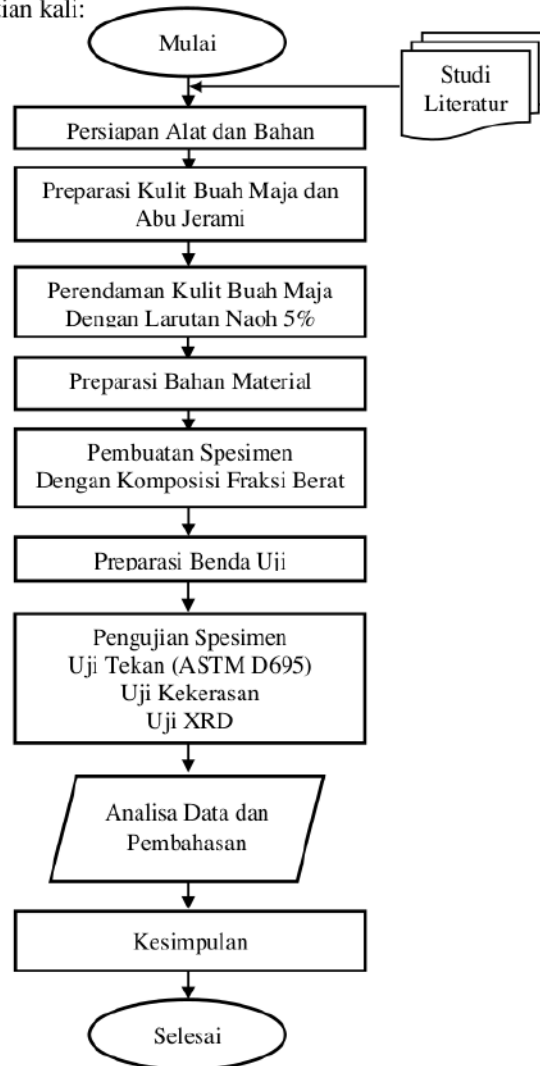
Resin epoksi merupakan salah satu jenis polimer yang banyak di gunakan sebagai matriks sebuah komposit. Resin epoksi tergolong kedalam jenis polimer *thermoset*. *Thermoset* merupakan material polimer yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*) maka jika bahan material tersebut sudah dikeraskan atau sudah terjadi sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Resin epoksi merupakan salah satu polimer cair yang dapat di ubah menjadi bahan padat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada penelitian ini memiliki diagram alir penelitian yang digunakan untuk memberikan gambaran langkah – langkah yang dilakukan. Berikut adalah diagram alir penelitian kali:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah penjabaran dari diagram alir penelitian ini :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan salah satu bagian atau tahapan dari sebuah penelitian yang menjadi sebuah persiapan sebelum melakukan penelitian yang akan menjadi referensi dan landasan teori dalam sebuah penelitian. Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan segala informasi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menunjang berjalannya penelitian.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan ini merupakan persiapan segala kebutuhan penelitian setelah mengumpulkan dan mendapatkan studi literatur yang membantu dan dapat menunjang penelitian. Persiapan alat dan bahan seperti mencari bahan buah maja, jerami padi, membuat larutan NaOH , menyiapkan peralatan yang akan di gunakan, membuat cetakan dan mengecek kesiapan alat dan bahan yang akan di gunakan.

3. Preparasi Kulit Buah Maja dan Abu Jerami

Pada tahap preparasi ini dilakukan pengolahan buah maja seperti pemecahan buah , pembuangan atau pembersihan daging buah yang tidak terpakai, penjemuran buah sampai kering dibawah sinar matahari, pembakaran Jerami padi sampai menjadi abu.

4. Perendaman Kulit Buah Maja

Kulit buah maja yang sudah dipisahkan dari daging buah , dan di cuci serta dikeringkan kemudian akan di rendam dalam sebuah ember yang berisi larutan NaOH 5% selama 60 menit yang kemudian akan di rendam kembali di air bersih untuk membersihkan atau menetralkan sisa NaOH atau kotoran yang masih menempel pada kulit buah maja dengan air mengalir dan di rendam aquades selama 30 menit dan akan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-4 jam.

5. Preparasi Bahan Material

Pada tahap preparasi ini dilakukan proses pembubukan kulit buah maja dengan cara di amplas dengan menggunakan amplas kasar, dan kemudian

serbuk tersebut di ayak dengan menggunakan ayakan *mesh* 100-120. Abu jerami padi di ayak kembali dengan menggunakan ayakan *mesh* 100-120.

6. Pembuatan Spesimen Dengan Komposisi Fraksi Berat

Pembuatan spesimen menjadi sebuah komposit dengan komposisi perbandingan fraksi berat ini menggunakan bahan berupa serbuk buah maja, abu Jerami padi dan matriks berupa resin epoksi dengan komposisi berdasarkan fraksi berat serbuk kulit buah maja : abu Jerami padi : resin epoksi yaitu 40%:0%:60%, 30%:10%:60%, dan 20%:20%:60%. Ketiga bahan tersebut dicampurkan dengan epoksi dan di tuangkan kedalam cetakan silinder yang telah dibuat sesuai dengan standar ASTM D695 (uji tekan), dan akan di press dengan menggunakan mesin press hidrolik dengan tekanan 6 ton (30 bar) selama 1 jam lalu dikeringkan sampai material secara total. Setelah material kering dan didiam kan 6 jam kemudian akan dilakukan proses sintering pada suhu 150°C selama 90 menit.

Tabel 3.1 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem

Kode Spesimen	Serbuk Kulit Maja	Abu Jerami	Resin Epoksi
A	40%	0%	60%
B	30%	10%	60%
C	20%	20%	60%

7. Preparasi Benda Uji

Spesimen yang sudah melalui proses manufaktur kemudian akan di lakukan proses preparasi benda uji seperti pemotongan, pembentukan sesuai dimensi standar, penghalusan , pembuatan serbuk dan perataan. Setelah benda uji di preparasi maka akan dilanjutkan ke proses pengujian tekan, kekerasan dan XRD.

8. Pengujian Spesimen

Spesimen yang sudah dibuat kemudian akan dipreparasi untuk dilakukan pengujian uji tekan dengan standar ASTM D695, uji kekerasan dan uji XRD. Pengujian tekan dan kekerasan dilakukan di Balai Besar Pelatihan

Vokasi dan Produktivitas (BBPVP Serang). Pengujian XRD dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

9. Analisa Data dan Pembahasan

Hasil yang didapatkan berdasarkan hasil pengujian akan diolah dan dianalisa terkait dengan bagaimana karakteristik dari serbuk kulit buah maja sebagai bahan penguat komposit kampas rem dan pengaruh dari variasi komposisi fraksi berat terhadap sifat mekanik yang dihasilkan.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian dilakukan beberapa metode yaitu metode studi literatur dan metode eksperimen atau percobaan. Metode studi literatur ini dilakukan dengan melakukan studi pustaka berdasarkan dengan buku atau pun jurnal - jurnal yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan sebelum melakukan penelitian. Metode eksperimen dilakukan dengan menggunakan bahan kulit buah maja, abu jerami padi dan matriks berupa epoksi resin. kulit buah maja sebelumnya diberikan perlakuan perendaman alkali dengan variasi NaOH 5% dalam waktu 1 jam, kemudian akan diolah menjadi serbuk kulit buah maja. Serbuk kulit maja, abu Jerami padi, dan resin epoksi dibentuk menjadi komposit untuk dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari serbuk kulit buah maja tersebut dengan variasi komposisi berdasarkan fraksi berat serbuk kulit maja : abu jerami padi : resin epoksi yaitu 40%:0%:60% (variasi A), 30%:10%:60% (Variasi B), dan 20%:20%:60% (Variasi C) yang kemudian akan dicetak dengan menggunakan cetakan silinder kemudian diberikan tekanan 6 ton (30 bar) selama 60 menit dengan mesin press hidrolik. Setelah material kering dan mengeras maka dilakukan proses preparasi benda uji menggunakan perkakas tangan dan mesin bubut yang dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang. Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian tekan, kekerasan, dan XRD. Pengujian tekan dan kekerasan dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.

3.3 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan, berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Alat

Adapun beberapa alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Pisau

Pisau digunakan untuk mencongkel daging saat proses membuka buah maja dan untuk membersihkan sisa daging buah yang menempel di kulit.



Gambar 3.2 Pisau

- Pengerok Daging Buah

Alat ini digunakan untuk memisahkan daging buah dengan kulit buah, karena pada penelitian ini hanya memakai kulit buah saja.



Gambar 3.3 Pengerok Daging Buah

- Palu

Alat palu ini digunakan untuk memecahkan atau membukabuah maja yang memiliki kulit yang sangat keras.



Gambar 3.4 Palu

(Sumber : <https://www.klopmart.com>)

- Ember

Alat ini digunakan untuk merendam dan mencuci kulit buah maja yang sudah dibuah atau pisahkan daging buahnya dari kulit buah.



Gambar 3.5 Ember

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/>)

- Amplas Kasar

Alat ini digunakan untuk menghaluskan kulit buah maja sampai menjadi bubuk setelah diberikan perlakuan perendaman NaOH 5% selama 60 menit.



Gambar 3.6 Amplas Kasar

(Sumber : <https://www.shopee.co.id/>)

- Cetakan komposit

Alat ini digunakan untuk menjadi media pembuatan komposit.



Gambar 3.7 Cetakan Komposit

- Mesin Press Hidrolik

Mesin press hidrolik digunakan untuk mempress komposit yang ada disetakan setelah adonan komposit tersebut diituangkan kedalam cetakan, dimana tekanan yang digunakan adalah 30 bar (6 ton) dan di tahan selama 1 jam atau 60 menit.



Gambar 3.8 Mesin Press Hidrolik

- Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur massa dari bahan.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

(Sumber : <https://frackingargentina.org>)

- Alat Pengaduk

Alat pengaduk ini digunakan untuk mengaduk NaOH saat pelarutan.



Gambar 3.10 Alat Pengaduk

(Sumber : <https://www.dinomarket.com>)

- Ayakan *Mesh* 100-120

Ayakan *Mesh* 100-120 digunakan untuk menyaring atau mengayak serbuk kulit buah maja dan abu jerami agar di dapatkan ukuran serbuk yang sama.



Gambar 3.11 Saringan

(Sumber : <https://id.aliexpress.com>)

- Sarung Tangan

Sarung tangan merupakan salah satu alat pelindung diri yang digunakan dalam penelitian kali ini.



Gambar 3.12 Sarung Tangan

(Sumber : <https://www.fikhaglobalteknik.co.id>)

- Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi dari spesien uji agar spesimen tersebut presisi dan sesuai dengan standar yang berlaku.



Gambar 3.13 Jangka Sorong
(Sumber : <https://teknikjaya.co.id>)

- Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur dimensi specimen uji komposit pada penelitian ini.



Gambar 3.14 Penggaris
(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com>)

- Bor Tangan

Bor tangan digunakan untuk mengaduk adonan komposit setelah disatukan berdasarkan komposisi fraksi berat.



Gambar 3.15 Bor Tangan
(Sumber : <https://bukalapak.com>)

- Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk pembuatan cetakan dan preparasi benda uji.



Gambar 3.16 Mesin Bubut

- Perkakas Tangan

Perkakas tangan digunakan untuk pembuatan cetakan dan preparasi benda uji.



Gambar 3.17 Perkakas Tangan

- Oven Listrik

Oven listrik digunakan untuk proses sintering spesimen setelah dilakukan proses manufaktur.



Gambar 3.18 Oven Listrik

- Cetakan Komposit

Cetakan komposit digunakan untuk proses manufaktur spesimen.



Gambar 3.19 Cetakan Komposit

2. Bahan

Adapun beberapa bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- Buah Maja

Buah maja merupakan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini. Buah maja akan di ambil kulitnya yang kemudian kulit tersebut akan diberikan perlakuan perendaman terlebih dahulu dan kemudian di jadikan serbuk yang akan di jadikan bahan penguat komposit.



Gambar 3.20 Buah Maja
(Sumber : Fatmawati , 2015)

- Air

Air dibutuhkan dan digunakan untuk proses pencucian buah maja baik sebelum pengolahan atau pun setelah pengolahan kulit buah maja tersebut.



Gambar 3.21 Air
(Sumber : <https://www.sehatq.com>)

- Aquades

Aquades digunakan untuk menjadi pelarut NaOH saat membuat larutan NaOH untuk proses perendaman alkali kulit buah maja dengan NaOH yang memiliki konsentrasi NaOH 5%.



Gambar 3.22 Aquades

(Sumber : <https://shopee.co.id>)

- NaOH

NaOH atau natrium hidroksida digunakan sebagai media alkali untuk proses perlakuan perendaman alkali kulit buah maja sebelum di jadikan serbuk yang berfungsi meningkatkan kompatibilitas matriks dan serat kulit buah maja serta untuk menghilangkan kandungan lignin yang ada pada kulit buah maja tersebut.



Gambar 3.23 NaOH

(Sumber : <https://www.jagadkimia.com>)

- Resin Epoksi

Resin epoksi merupakan matriks yang digunakan dalam penelitian kali ini.



Gambar 3.24 Resin Epoksi

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com>)

- *Kit Paste Wax* atau Krim Poles Pengkilap

Kit Paste Wax atau Krim Poles Pengkilap ini digunakan untuk melapisi permukaan cetakan komposit agar komposit tidak menempel pada cetakan dan untuk memudahkan pada proses pelepasan komposit dari cetakan setelah komposit tersebut jadi.



Gambar 3.25 *Kit Paste Wax* atau Krim Poles Pengkilap

(Sumber : <https://www.monotaro.id>)

- Abu Jerami Padi

Abu Jerami padi ini digunakan sebagai *filler* dalam penelitian ini.



Gambar 3.26 Abu Jerami Padi

(Sumber : <https://www.bukalapak.com>)

3.4 Variabel Pengujian

Pada penelitian ini terdapat 2 (dua) variabel yang saling berkaitan satu sama lain yaitu variabel tetap dan variabel bebas. Berikut adalah variabel tetap dan variabel bebas pada penelitian kali ini :

1. Variabel Terikat : Komposisi fraksi berat resin epoksi 60%
2. Variabel Bebas : Komposisi fraksi berat serbuk kulit maja dan abu jerami padi yaitu 40%:0% , 30% :10% dan 20% : 20.

Penelitian ini menggunakan bahan dasar berupa material komposit organik dengan menggunakan serat alam. Serat alam menggunakan kulit buah maja yang diberikan perlakuan perendaman alkali NaOH 5% selama 1 jam yang kemudian akan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-4 jam dan diolah menjadi serbuk kulit buah maja yang akan digunakan menjadi bahan penguat komposit.

3.5 Langkah Penelitian Dan Pengambilan Data

3.5.1 Persiapan Bahan Material Penyusun

Penelitian ini menggunakan bahan penyusun berupa serbuk kulit buah maja, abu batang jerami dan resin epoksi. Bahan penyusun komposit tersebut sebelumnya di lakukan beberapa preparasi untuk

kulit buah maja dan abu jerami.berikut adalah tahapan preparasi bahan material.

A) Kulit Buah Maja

Buah maja yang digunakan dalam penelitian ini di dapatkan dari desa pelamunan kecamatan kramatwatu serang banten.



Gambar 3.27 Buah Maja

Setelah buah maja di dapatkan, pisahkan bagian daging dan kulit buah maja tersebut.



Gambar 3.28 Proses Pemisahan

Kulit buah maja yang sudah bersih dan terpisah dari daging buha maja kemudian akan di cuci dan dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama 2-4 jam.



Gambar 3.29 Kulit Maja Sebelum Diberi Perlakuan

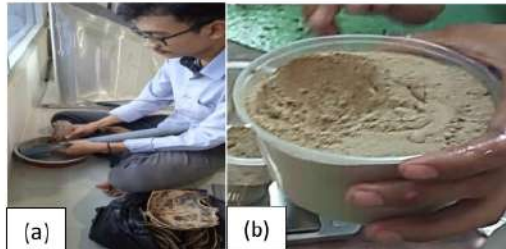
Kulit yang sudah bersih dan kering kemudian diberikan perlakuan perendaman alkali NaOH 5% selama 1 jam. Kulit buah maja yang sudah di rendam kemudian di bilas dengan menggunakan aquades lalu kemudian di keringkan kembali di bawah sinar matahari selama 2-4 jam sampai mengering. Terlihat perbedaan dari kulit buah maja yang belum di berikan perlakuan perendaman dengan yang sudah diberikan perlakuan perendaman. Kulit maja yang telah di berikan perlakuan memiliki warna yang cenderung lebih gelap atau menghitam, sedangkan kulit buah maja yang belum diberikan perlakuan memiliki warna yang cenderung lebih cerah.



Gambar 3.30 (a)Perendaman, dan (b)Pengeringan Kulit Maja

Buah maja yang sudah melalui proses perendaman NaOH dan sudah di keringkan , kemudian akan dibuat menjadi serbuk. Proses pembuatan serbuk ini dilakukan secara manual dengan menggunakan amplas untuk mendapatkan serbuk kulit maja.

Serbuk buah maja yang di hasilkan kemudian akan di ayak menggunakan ayakan *mesh* 100-120. Proses pengayakan ini di lakukan di Laboratorium Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.



Gambar 3.31 (a)Proses Pembuatan Serbuk, dan (b)Serbuk Kulit Maja

B) Abu Jerami

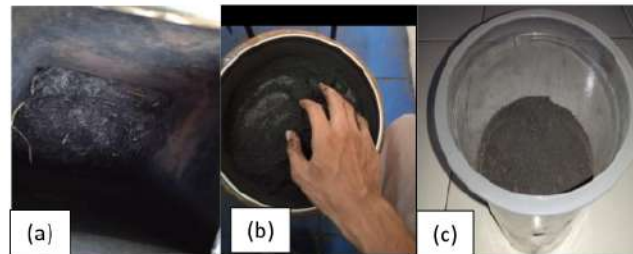
Jerami yang di gunakan dalam penelitian ini di dapatkan dari salah satu sawah milik warga di daerah bojonegara. Jerami kering yang didaptnkan kemudian di bersihkan dan dipisahkan antara bagian batang, daun, dan sekam. Pada penelitian ini bagian yang digunakan adalah bagian batang jeraminya saja.



Gambar 3.32 Batang Jerami

Batang jerami yang sudah dipisahkan dari bagian daun dan sekam padi, kemudian dibakar sampai menjadi abu. Abu jerami hasil pembakaran akan di saring dengan menggunakan ayakan *mesh* 100-120 untuk mendapatkan ukuran serbuk atau

abu batang jerami yang sama seperti seperti serbuk kulit maha yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3.33 (a)Pembakaran,(b)Pengayakan, dan (c)Abu Batang Jerami

3.5.2 Proses Percampuran Bahan Material Penyusun

Pada penelitian ini menggunakan 3 (tiga) bahan penyusun, yaitu serbuk kulit buah maha, abu batang jerami, dan resin epoksi. Komposisi bahan yang dipakai menggunakan perbandingan fraksi berat. Proses ini dilakukann di Workshop Manufaktur Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.

Tabel 3.2 Komposisi Fraksi Berat Bahan Komposit Kampas Rem

Kode Spesimen	Serbuk Kulit Maha	Abu Jerami	Resin Epoksi
A	40%	0%	60%
B	30%	10%	60%
C	20%	20%	60%

Pada penelitian ini membuat 3 (tiga) variasi material yang diberi kode A,B,dan C. Setiap variasi memiliki komposisi resin epoksi yang sama sebesar 60%, namun untuk komposisi serbuk kulit maha dan abu batang jerami berubah setiap variasi. Bahan material yang sudah di siapkan kemudian di timbang sesuai dengan komposisi perbandingan fraksi berat yang sudah di tentukan.



Gambar 3.34 Proses Penimbangan Bahan Material Kode C

Bahan yang sudah di timbang berdasarkan komposisi yang sudah di tentukan tiap variasinya, kemudian akan dicampurkan atau *mixing* dengan menggunakan bor tangan yang sudah di atur untuk proses pengadukan atau pencampuran bahan material tersebut. Pada proses pencampuran ini serbuk buah maja dan abu batang jerami terlebih dahulu dicampurkan dengan menggunakan bor tangan..



Gambar 3.35 Proses Pencampuran Serbuk Kulit Maja Dan Abu Jerami

Masukkan sedikit demi sedikit campuran serbuk kulit maja dan abu batang jerami kedalam wadah plastik yang berisi resin sambil dilakukan proses pengadukan dengan menggunakan bor tangan dengan rpm rendah, dan aduk sampai merata atau tercampur sempurna.



Gambar 3.36 Proses Pencampuran atau *mixing*

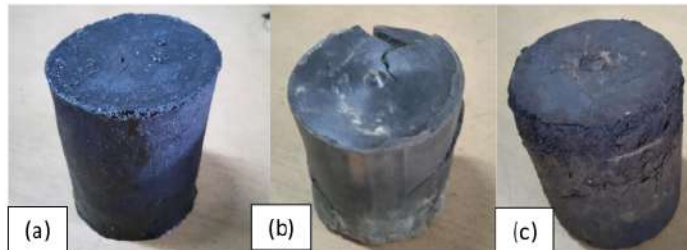
3.5.3 Proses Manufaktur Spesimen

Pada penelitian ini dilakukan beberapa proses manufaktur spesimen uji seperti pembuatan serbuk, pembuatan cetakan dan pembuatan spesimen uji. Proses ini dilakukan di di Workshop Manufaktur Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang. Campuran bahan penyusun komposit yang sudah di aduk atau *mixing* kemudian di tuangkan kedalam cetakan silinder yang sebelumnya sudah dibuat dan sudah di lumuri oleh *wax* terlebih dahulu. Pelumuran *wax* ini dilakukan agar material tersebut tidak menempel pada dinding cetakan dan mudah dilepas. Proses manufaktur komposit ini melalui proses kompaksi atau pengepresan dengan tekanan 30 bar atau jika dikonversikan ke pembebanan menjadi 6 ton dan ditahan selama 1 jam.



Gambar 3.37 Proses Kompaksi Material Komposit

Proses kompaksi material dilakukan selama 1 jam pada tekanan 30 bar atau 6 ton. Material yang sudah selesai proses kompaksi kemudian di keluarkan dan didiamkan selama 6 jam.



Gambar 3.38 Komposit(a)Variasi A,(b)Variasi B,dan(c)Variasi C

Material komposit yang sudah jadi kemudian dilakukan proses sintering dengan menggunakan oven listrik pada suhu 150°C selama 90 menit.



Gambar 3.39 Proses Sintering Material

3.5.4 Proses Preparasi Sample Uji

Material komposit yang sudah jadi dan sudah melalui proses manufaktur, akan di uji melalui beberapa pengujian untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik dari material komposit tersebut. Komposit yang sudah selesai di manufaktur dan telah melalui proses sintering kemudian akan di manufaktur atau dilakukan praparsi kembali menjadi spesimen uji tekan, laju keausan dan XRD. Komposit tersebut dibentuk sesuai dengan standar yang akan digunakan. Proses preparasi ini dilakukan menggunakan mesin bubut, dan perkakas tangan. Proses ini dilakukan di Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.



Gambar 3.40 Proses Preparasi Benda Uji

Material komposit yang sudah di preparasi menjadi benda uji sesuai dengan standar yang digunakan, kemudian di bawa ke laboratorium tempat pengujian dilakukan. Benda uji tekan berbentuk balok kecil dengan dimensi 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm (ASTM D695), benda uji kekerasan berbentuk silinder dengan diameter 50 mm dan tebal 8 mm, dan sampe uji XRD berupa serbuk.



Gambar 3.41 Sampel Uji Komposit

3.5.5 Pengujian Tekan

Pengujian tekan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik berupa kekuatan tekan dari material komposit ini dan apa pengaruh dari setiap perubahan komposisi terhadap sifat mekaniknya. Pengujian tekan ini menggunakan standar ASTM D695 dengan dimensi benda uji 12,7 mm x 12,7 mm x 25,4 mm. Benda uji akan diuji menggunakan alat uji UTM (Universal Test Machine) Laboratorium NDT Balai Besar Pelatihan Vokasi dan

Produktivitas (BBPVP) Serang. Benda uji yang sudah di preparasi kemudian di letakkan di bawah piston penekan, dan kemudian akan di beri tekanan dengan kecepatan konstan sesuai dengan standar yang digunakan sampai benda uji tersebut mengalami kerusakan. Besaran nilai *Load* yang di tampilkan pada display komputer alat uji tersebut kemudian di olah dan di dapatkan hasil kekuatan tekan dalam satuan MPa.



Gambar 3.42 Pengujian Tekan

3.5.6 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanik berupa kekerasan dari material komposit ini dan apa pengaruh dari setiap perubahan komposisi terhadap sifat mekaniknya. Benda uji akan diuji menggunakan alat uji khusus komposit polimer, termoplastik dan sejenisnya dengan menggunakan durometer tipe D. Nilai kekerasan yang di hasilkan dari pengujian ini memiliki satuan HD. Benda uji yang sudah di preparasi kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium NDT Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang.

3.5.7 Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

Pengujian XRD atau *X-ray Diffraction* dilakukan bertujuan untuk mengetahui struktur fasa ,bahan penyusun dan produk komposit yang dihasilkan berstruktur *Kristal* atau *amorf* ,dimana jika dilihat dari hasil grafik XRD puncak kromatogram menunjukkan puncak

puncak kristalin maka struktur dari komposit tersebut dapat telah sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Data hasil XRD kemudian di analisa menggunakan *software Match* untuk mengetahui letak puncak, fasa yang terbentuk dan senyawa apa saja yang terbentuk.

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian Tekan

Sampel komposit kampas rem organik telah divariasikan menjadi tiga bagian berdasarkan perbandingan komposisi fraksi berat.

Variasi A : 60% resin + 40% maja

Variasi B : 60% resin + 30% maja + 10% abu batang jerami

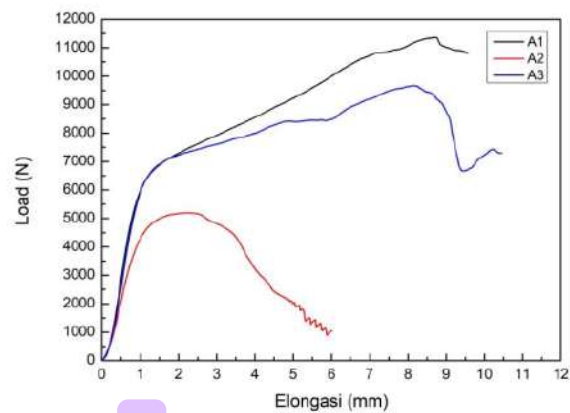
Variasi C : 60% resin + 20% maja + 20% abu batang jerami

Hasil komposit setelah dilakukan uji tekan ditunjukkan seperti **Gambar 4.1** dibawah ini.



Gambar 4.1 Benda Uji Setelah Pengujian Tekan

Proses pengujian tekan dilaksanakan di Laboratorium NDT Balai Besar Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BBPVP) Serang. Uji tekan ini dilakukan dengan menggunakan mesin UTM atau *Universal Test Machine* dengan menggunakan standar ASTM D695. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil berupa grafik dan beberapa data seperti tekanan maksimum dalam satuan Newton (N) dan kekuatan tekan dalam satuan *megapascal* (MPa), kemudian di analisis berdasarkan grafik yang dihasilkan pada tiap variasi. Pada **Gambar 4.2 Grafik Uji Tekan** Variasi A, menunjukkan grafik hasil pengujian tekan variasi A



3

Gambar 4.2 Grafik Uji Tekan Variasi A

3

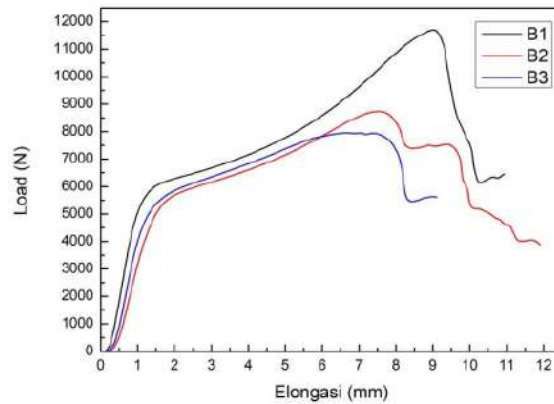
Dari **Gambar 4.2** Grafik Uji Tekan Variasi A tersebut diketahui bentuk kurva, elongasi dan tekanan maksimum dari tiap uji pada variasi A. Ketiga sampel dengan perlakuan yang sama, didapatkan *maximum load* sebesar 11354 N pada A1 (uji 1). Nilai kekuatan tekan tertinggi pada A1 sebesar 36,6 Mpa dan terendah pada A2 dengan nilai sebesar 16,7 Mpa sesuai dengan

Tabel 4.1 Hasil Uji Tekan Variasi A

Tabel 4.1 Hasil Uji Tekan Variasi A

Variasi A					
TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
				Load	Stress
Test No	mm	mm	mm2	N	Mpa
1	12.700	25.400	322.58	11354.	36.626
2	12.700	25.400	322.58	5197.3	16.765
3	12.700	25.400	322.58	9667.7	31.186
Min.	12.700	25.400	322.58	5197.3	16.756
Max.	12.700	25.400	322.58	11354.	36.626
Average	12.700	25.400	322.58	8739.6	28.192

Pada **Gambar 4.3** Grafik Uji Tekan Variasi B, menunjukkan grafik hasil pengujian tekan variasi B



Gambar 4.3 Grafik Uji Tekan Variasi B

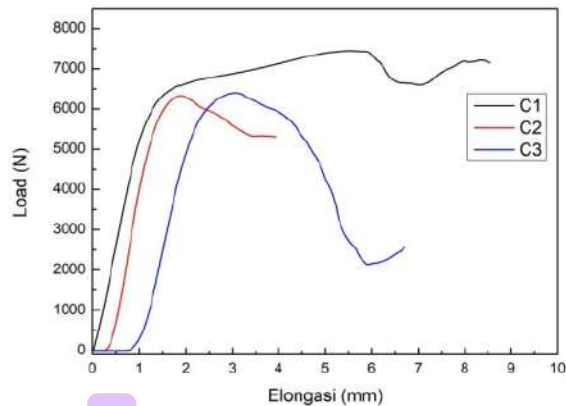
Dari **Gambar 4.3** Grafik Uji Tekan Variasi B tersebut diketahui bentuk kurva, elongasi dan tekanan maksimum dari tiap uji pada variasi B. Ketiga sampel dengan perlakuan yang sama, didapatkan *maximum load* sebesar 11699 N pada B1 (uji 1). Nilai kekatan tekan tertinggi pada B1 sebesar 37,7 Mpa dan terendah pada B3 dengan nilai sebesar 25,6 Mpa sesuai dengan **Tabel 4.2** Hasil Uji Tekan Variasi B.

Tabel 4.2 Hasil Uji Tekan Variasi B

Variasi B					
TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
				Load	Stress
Test No	mm	mm	mm2	N	Mpa
1	12.700	25.400	322.58	11699.	37.739
2	12.700	25.400	322.58	8732.8	28.170
3	12.700	25.400	322.58	7950.9	25.648
Min.	12.700	25.400	322.58	7950.9	25.648
Max.	12.700	25.400	322.58	11699	37.739
Average	12.700	25.400	322.58	9461.0	30.519

3

Pada **Gambar 4.4 Grafik Uji Tekan Variasi C**, menunjukkan grafik hasil pengujian tekan variasi C



3

Gambar 4.4 Grafik Uji Tekan Variasi C

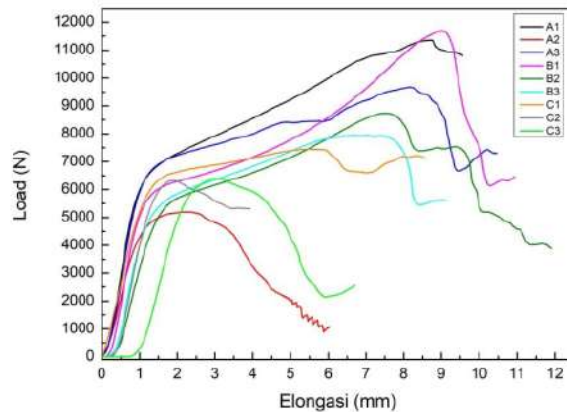
3

Dari **Gambar 4.4 Grafik Uji Tekan Variasi C** tersebut diketahui bentuk kurva, elongasi dan tekanan maksimum dari tiap uji pada variasi C. Ketiga sampel dengan perlakuan yang sama, didapatkan *maximum load* sebesar 24,025 N pada C1 (uji 1). Nilai kekatan tekan tertinggi pada C1 sebesar 24 Mpa .dan terendah pada C2 dengan nilai sebesar 20,4 Mpa sesuai dengan **Tabel 4.3 Hasil Uji Tekan Variasi C**.

Tabel 4.3 Hasil Uji Tekan Variasi C

Variasi C					
TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
				Load	Stress
Test No	mm	mm	mm2	N	Mpa
1	12.700	25.400	322.58	7447.9	24.025
2	12.700	25.400	322.58	6328.9	20.415
3	12.700	25.400	322.58	6401.2	20.649
Min.	12.700	25.400	322.58	6328.9	20.415
Max.	12.700	25.400	322.58	7447.9	24.025
Average	12.700	25.400	322.58	6726.0	21.696

Pada **Gambar 4.5** Grafik Komparasi Uji Tekan, menunjukkan grafik perbandingan hasil pengujian tekan pada variasi A (A1, A2, A3), variasi B (B1, B2, B3), dan variasi C (C1, C2, C3).



Gambar 4.5 Grafik Komparasi Uji Tekan

Berdasarkan hasil uji tekan komposit organik ini didapatkan kekuatan tekan tertinggi pada variasi B dengan nilai kekuatan tekan sebesar 37,7 MPa. Penambahan abu jerami 10% ke material dapat meningkatkan nilai kekuatan tekan, namun penambahan terlalu banyak dapat menurunkan kekuatan tekan. Oleh sebab itu, penambahan abu jerami sebaiknya pada rentang 10% pada material kampas rem komposit organik.

4.2 Hasil Pengujian Kekerasan

Karakterisasi lebih lanjut terhadap sifat mekanik komposit organik kampas rem yaitu menggunakan uji kekerasan terhadap ketiga variasi. Sampel hasil uji kekerasan ditunjukkan pada **Gambar 4.6** Benda Uji Setelah Pengujian Kekerasan sebagai berikut.



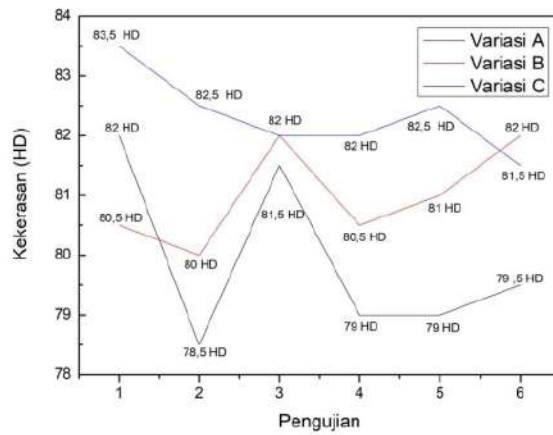
Gambar 4.6 Benda Uji Setelah Pengujian Kekerasan

Dari hasil uji kekerasan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dihasilkan enam titik pada tiap variasi. Pada masing-masing variasi diperoleh nilai rata-rata sebesar 79,9 HD, variasi B sebesar 81 HD, dan variasi C sebesar 82,3 HD.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan

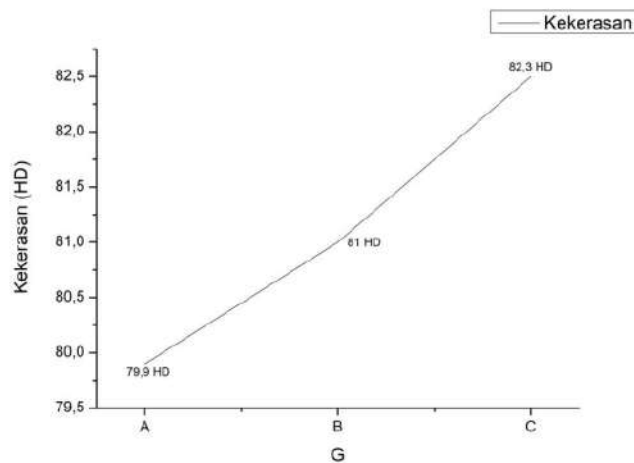
Titik/Variasi	Variasi A	Variasi B	Variasi C
1	82 HD	80,5 HD	83,5 HD
2	78,5 HD	80 HD	82,5 HD
3	81,5 HD	82 HD	82 HD
4	79 HD	80,5 HD	82 HD
5	79 HD	81 HD	82,5 HD
6	79,5 HD	82 HD	81,5 HD
Rata Rata	79,9 HD	81 HD	82,3 HD

Selanjutnya, dari **Tabel 4.3** Hasil Uji Kekerasan diubah menjadi bentuk kurva sesuai dengan **Gambar 4.7** Grafik Komparasi Uji Kekerasan. Variasi A menunjukkan nilai kekerasan paling rendah dengan nilai sebesar 78,5 HD, sedangkan variasi C menunjukkan nilai kekerasan tertinggi dengan nilai sebesar 83,5 HD. Variasi B cenderung konstan dengan nilai tertinggi sebesar 82 HD.



Gambar 4.7 Grafik Komparasi Uji Kekerasan

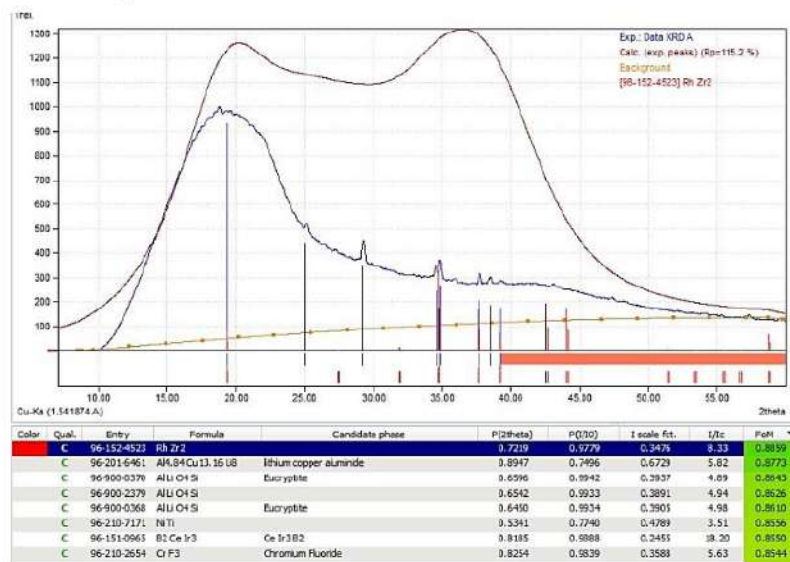
Pada **Gambar 4.8** Grafik Rata-Rata Uji Kekerasan, menunjukkan grafik perbandingan rata-rata hasil pengujian kekerasan. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa peningkatan komposisi dari abu batang jerami dapat mempengaruhi nilai kekerasan dari komposit tersebut, dimana kekerasan tertinggi pada komposisi 60%resin:20% maja. dan 20% abu batang jerami.



Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Uji Kekerasan

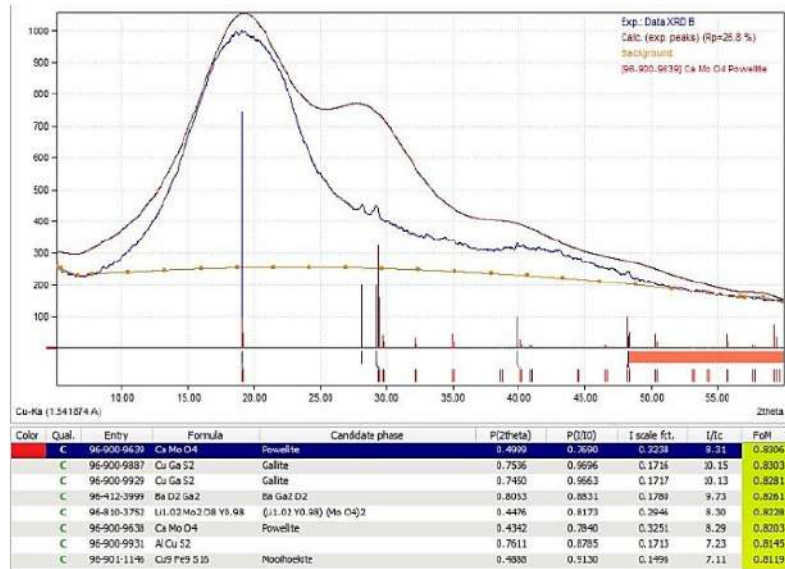
4.3 Hasil Pengujian XRD

Untuk menentukan komposit telah terbentuk dapat dikarakterisasi lebih lanjut menggunakan XRD dimana dapat dilihat perubahan fasa antara standard dan material uji. Pada **Gambar 4.9** merupakan variasi A yang telah terbentuk komposisi kampas rem seperti yang ditunjukkan pada kurva berwarna biru, sedangkan kurva merah merupakan standar. Pada kurva sampel juga terlihat puncak kristalin, namun lebih didominasi oleh puncak amorf karena komposit lebih cenderung amorf. Nilai FoM tertinggi pada variasi A yaitu 0,8859.



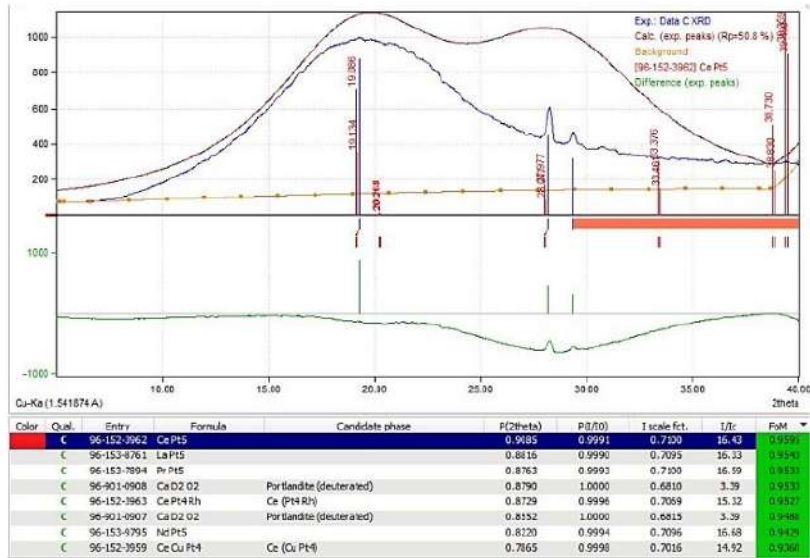
Gambar 4.9 Grafik XRD Variasi A

Pada Gambar 4.10 merupakan variasi B yang telah terbentuk komposisi kampas rem seperti yang ditunjukkan pada kurva berwarna biru, sedangkan kurva merah merupakan standar. Pada kurva sampel juga terlihat puncak kristalin, namun lebih didominasi oleh puncak amorf karena komposit lebih cenderung amorf. Nilai FoM tertinggi pada variasi A yaitu 0,8306.



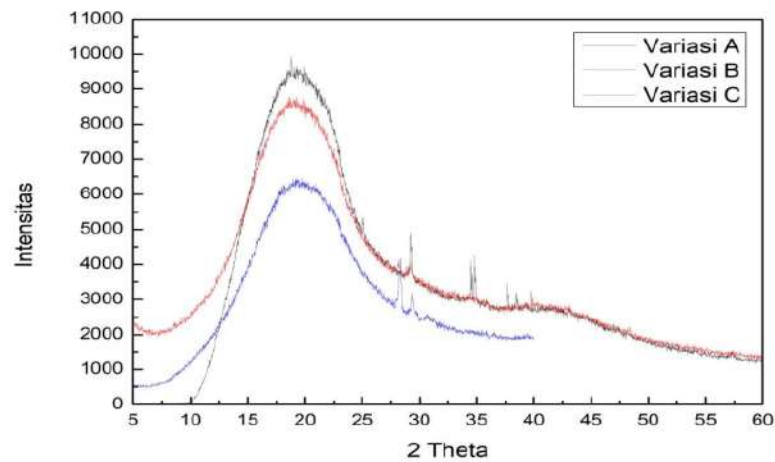
Gambar 4.10 Grafik XRD Variasi B

Pada Gambar 4.9 merupakan variasi C yang telah terbentuk komposisi kamps rem seperti yang ditunjukkan pada kurva berwarna biru, sedangkan kurva merah merupakan standar. Pada kurva sampel juga terlihat puncak kristalin, namun lebih didominasi oleh puncak amorf karena komposit lebih cenderung amorf. Nilai FoM tertinggi pada variasi A yaitu 0,9595.



Gambar 4.11 Grafik XRD Variasi C

Dari hasil XRD menunjukkan bahwa senyawa organik kampas rem telah terbentuk dimana senyawa epoxy resin telah mengikat dengan buah maja dan abu batang jerami membentuk struktur kompleks. Presentasi kristalin tertinggi pada variasi C (60% resin + 20% maja + 20% abu batang jerami) dengan nilai FoM sebesar 0,9595 sesuai dengan **Gambar 4.12**.



Gambar 4.12 Grafik XRD

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil uji tekan terhadap komposit organik menunjukkan kekuatan tekan tertinggi pada variasi B : 60% resin + 30% maja + 10% abu batang jerami dengan nilai sebesar 37,7 MPa. Kekuatan terendah pada variasi C: 60% resin + 20% maja + 20% abu batang jerami dengan nilai sebesar 20,4 MPa.
2. Pada uji kekerasan masing-masing variasi diperoleh nilai rata-rata sebesar 79,9 HD, variasi B sebesar 81 HD, dan variasi C sebesar 82,3 HD sehingga nilai tertinggi diperoleh pada variasi C.
3. Karakterisasi XRD menunjukkan bahwa komposit telah terbentuk dengan presentase amorf, sedangkan presentase kristalin tertinggi pada variasi C dengan nilai FoM sebesar 0,9595.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Pada proses pengayakan dianjurkan untuk menggunakan *mesh* diatas 120 supaya struktur komposit dihasilkan lebih baik karena ukurannya lebih kecil.
2. Pada proses pengadukan diharapkan lebih merata dan alat yang sesuai supaya bahan-bahan pembentuk komposit tercampur sempurna.
3. Pada karakterisasi XRD diharapkan supaya dilakukan preparasi supaya sampel didapatkan dalam serbuk halus sehingga puncak yang dihasilkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, F. (2014). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, 10(1), 1-11.
- Elhafid, M. M., Susilo, D. D., & Widodo, P. J. (2017). Pengaruh Bahan Kampas Rem Terhadap Respon Getaran Pada Sistem Rem Cakram. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(1), 1-7.
- Estia, D. (2020). *Pengaruh Ekstrak Daun Sambiloto (Andrographis Paniculata (Burm. F)) Dan Buah Maja (Aegle Marmelos L.) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Kutu Putih (Paracoccus Marginatus) Pada Tanaman Pepaya (Carica PapayaL.)*. Uin Raden Intan Lampung.
- Fajri, R. I., Tarkono, T., & Sugiyanto, S. (2013). *Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume Bermatrik Polyester*. Lampung University.
- Fatmawati, I. (2015). Efektivitas Buah Maja (\$ Hjoj Oduphorv (L.) Corr.) Sebagai Bahan Pembersih Logam Besi. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya Borobudur*, 9(1), 81-87.
- Fitrianto. F.D., Estriyanto. Y., Harjanto., B, (2013). Pemanfaatan Serbuk Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor. *Jurnal teknik Mesin FKIP*.
- Harsi, H., Sari, N. H., & Sinarep, S. (2015). Karakteristik Kekuatan Bending Dan Kekuatan Tekan Komposit Serat Hybrid Kapas/Gelas Sebagai Pengganti Produk Kayu. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(2).
- Hidayat, I. F., & Sumarji, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Maja Terhadap Laju Korosi Baja Karbon A53 Dengan Media Air Laut. *Jurnal Rotor*.
- Jefferje, B., Heyleys, dan Zylyon. (2003). Composite Aplication using Coir Fibres in Sri Lanka. Final Report of Fast Track Project from Common Fun for Commodities. Netherlands. Delft Unive. Of Tech.
- Jones, R. M. (1999). Taylor And Francis,“. Mechanics Of Composite Materials.

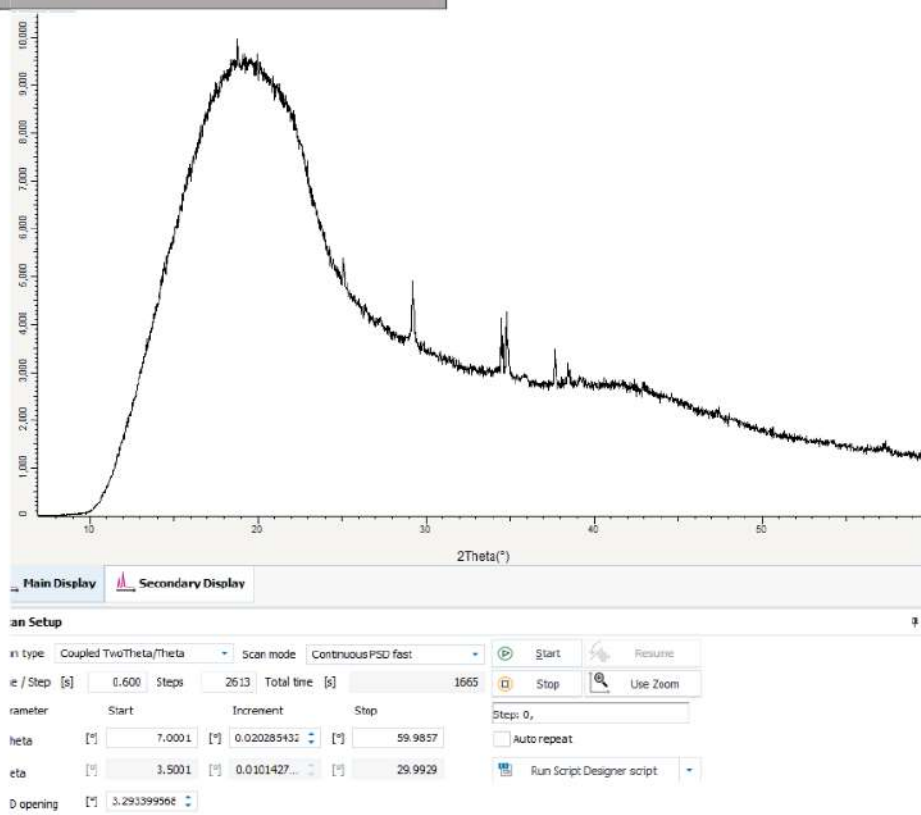
- Kumayasari, M. F., & Sultoni, A. I. (2017). Studi Uji kekerasan Rockwell Superficial vs Micro Vickers. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(2).
- Mallick, P.K., (2007). Fiber-reinforced Composites Materials Manufacturing, and Design. 3rd ed. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Maryanti, B., Sonief, A. A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129.
- Mott, R. L. (2004). *Machine Elements In Mechanical Design*: Pearson Educación.
- Munro, R. G. (2000). Material Properties Of Titanium Diboride. *Journal Of Research Of The National Institute Of Standards And Technology*, 105(5), 709.
- Murugan, S. S. (2020). Mechanical Properties Of Materials: Definition, Testing And Application. *Int. J. Modern. Studies. Mech. Eng*, 6(2), 28-38.
- Nasmi, S., Azizul. (2013). Analisis Sifat Kekuatan Tekan Dan Foto Mikro Komposit Urea Formaldehyde. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1).
- Nayiroh, N. (2013). Teknologi Material Komposit. *Yogyakarta. Ebalta*. *Ebalta*. *De/Rs/Datasheet/En*.
- Oroh, J., Sappu, F. P., & Lumintang, R. C. (2013). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat*, 1(1).
- Qurohman, M. T., & Syarifudin, S. (2016). Analisa Beban Pengereman Terhadap Kualitas Kampas Rem Tromol Mobil Dengan Metode Oghosi. *Jurnal Matematika*.
- Ratnawati, D. (2012). Uji Aktifitas Biologis Ekstrak Kulit Dan Daging Buah Maja (Aegle Marmelos (L.) Corr) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test. *Molucca Journal Of Chemistry Education (Mjoce)*, 2(1), 17-26.
- Sriwita, D. (2014). Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(1).

- Sumiyanto, S., Abdunnaser, A., & Fajri, A. N. (2019). Analisa Pengujian Gesek, Aus Dan Lentur Pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor. *Bina Teknika*, 15(1), 49-59.
- Sunardi, S., Fawaid, M., & Noor, M. F. R. (2015). Variasi Campuran Fly Ash Batubara Untuk Material Komposit. *Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 2(1).
- Surdia, T., & Saito, S. (2005). Pengetahuan Bahan Teknik, Pt. *Pradnya Paramita, Jakarta*.
- Sutrisno, A. E., & Kartikasari, D. (2017). Pengaruh penambahan abu jerami padi terhadap kuat tekan beton. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 2(2), 9.
- Van Vlack, L. (1994). Terjemahan Japrie, S. *Ilmu Dan Teknologi Bahan, E-Disi Kelima, Erlangga, Jakarta*.
- Verdins, G., Kanaska, D., & Kleinbergs, V. (2013). Selection of the method of hardness test. *Engineering for Rural Development*, 217-222.
- Wicaksono, R. B. (2016). Kaji Eksperimental Performansi Pengereman Kampas Rem Serat Bonggol Jagung Sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem Mobil. *Jurnal Nodel*, 4(3).
- Yani, M., & Faisal, L. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. *Mekanik*, 4(2).

Test Report

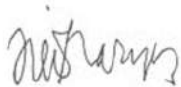
Name of Project	XRD 19 – Komposit 1/A (60%:40%:0%)
User Name	Alfian
Name of the Test	XRD
Test Date	07 September 2022

Test Runs Chart



Validation

Chair of Integrated
Laboratory



Dr. Didied Haryono,
ST., MT.

NIP.

196810062001121002

Head of Nanoparticles
Laboratory



Dr. Lusiani Dewi
Assaat, S.Pd., M.Si.

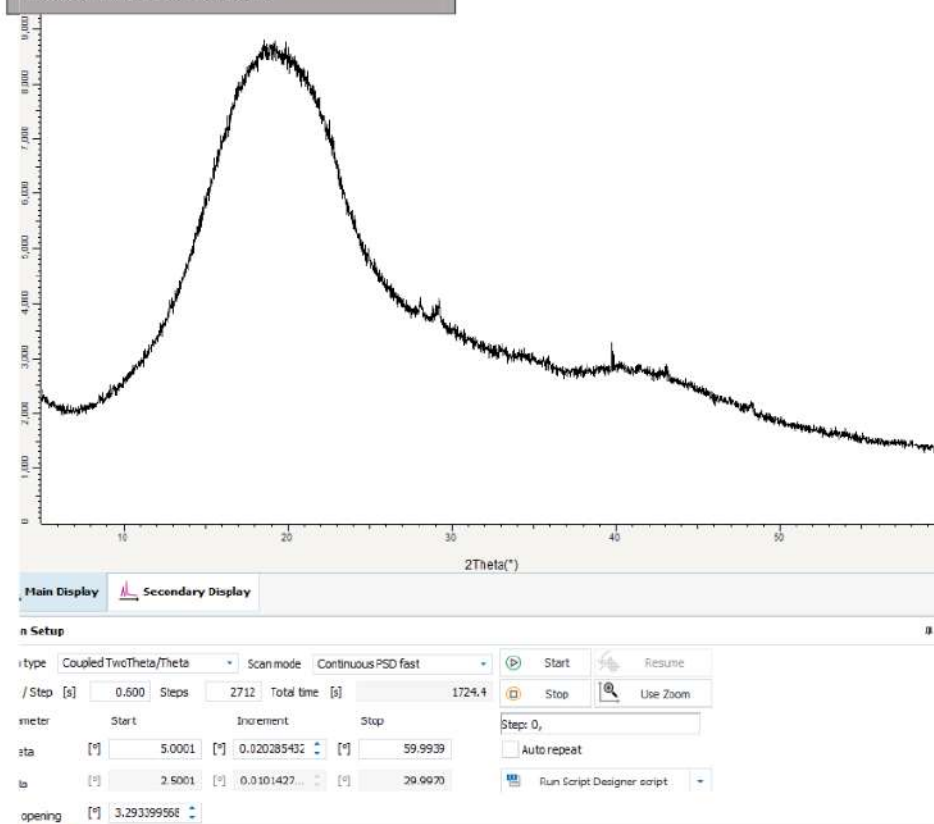
NIP.

198010102005012003

Test Report

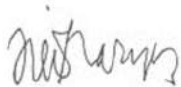
Name of Project	XRD 20 – Komposit 2/B (60%:30%:10%)
User Name	Alfian
Name of the Test	XRD
Test Date	07 September 2022

Test Runs Chart



Validation

Chair of Integrated
Laboratory



Dr. Didied Haryono,
ST., MT.

NIP.

196810062001121002

Head of Nanoparticles
Laboratory



Dr. Lusiani Dewi
Assaat, S.Pd., M.Si.

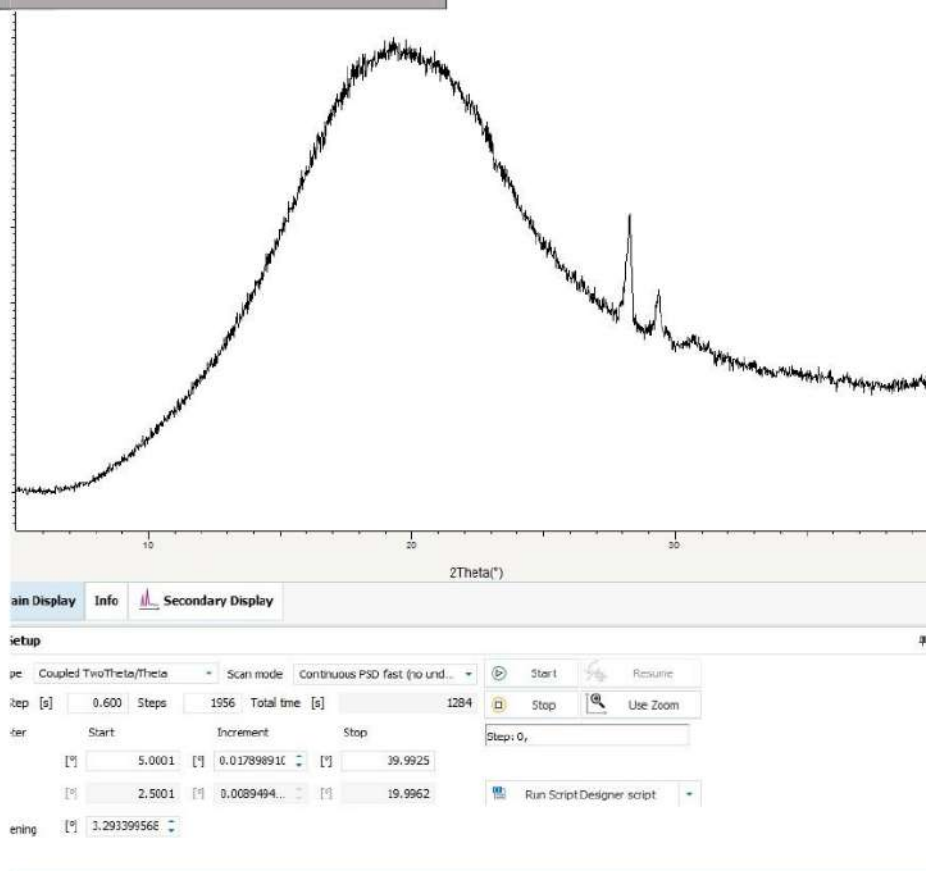
NIP.

198010102005012003

Test Report

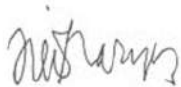
Name of Project	XRD 21 – Komposit 3/C (60%:20%:20%)
User Name	Alfian
Name of the Test	XRD
Test Date	12 September 2022

Test Runs Chart



Validation

Chair of Integrated
Laboratory



Dr. Didied Haryono,
ST., MT.

NIP.

196810062001121002

Head of Nanoparticles
Laboratory

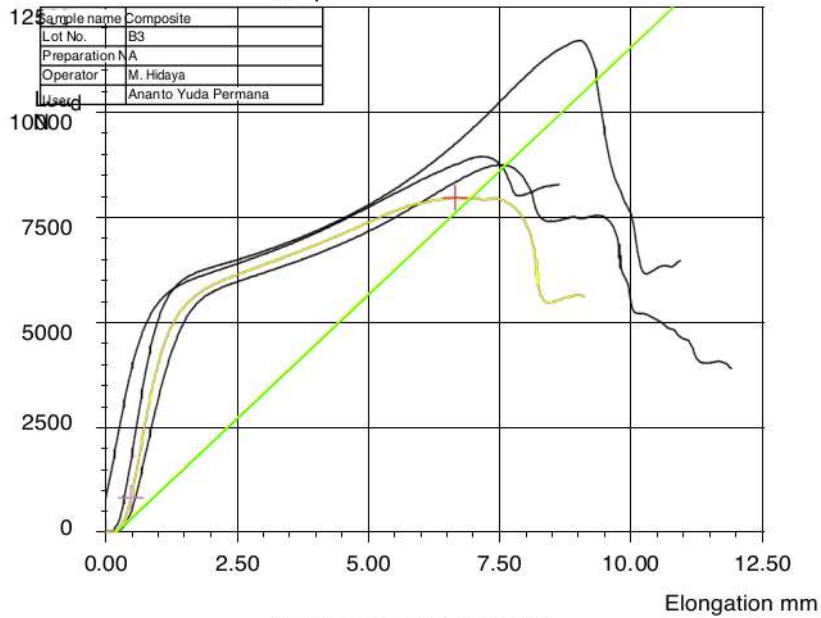


Dr. Lusiani Dewi
Assaat, S.Pd., M.Si.

NIP.

198010102005012003

Graph

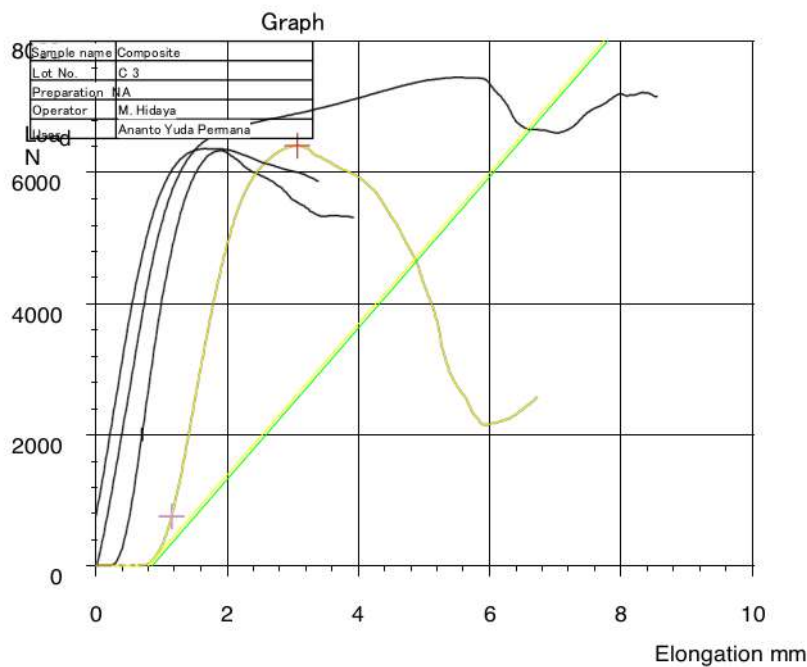


Compression testResult

Machine name	RTF			Test type	Tension Compression		
Strain input 1	Not used			Test speed	5.0 mm/min		
Chart speed OFF				Machine rigidity	0 mm/kgf		
Point data(Loac)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
N	0	0	0	mm	0	0	0
Elastic modulus anal.	Interval	1	100	Initial sample length	Distance	10 mm	
Load	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.3 %RO	
Elong adjust	No			Break point measurem	0.5 N		
Save SS curve	Yes						

Test date	2022/08/09	Temperature	25 C
Humidity	60 %RH	Sample name	Composite
Lot No.	B3	Preparation	NA
Operator	M. Hidayat	User	Ananto Yuda Permana
Comment 1	Skripsi	Comment 2	Untirta

TestID=62	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
Test No	mm	mm	mm2	Load N	Stress MPa
1	12.700	25.400	322.58	11699.	37.739
2	12.700	25.400	322.58	8732.8	28.170
3	12.700	25.400	322.58	7950.9	25.648
Min.	12.700	25.400	322.58	7950.9	25.648
Max.	12.700	25.400	322.58	11699.	37.739
Average	12.700	25.400	322.58	9461.0	30.519

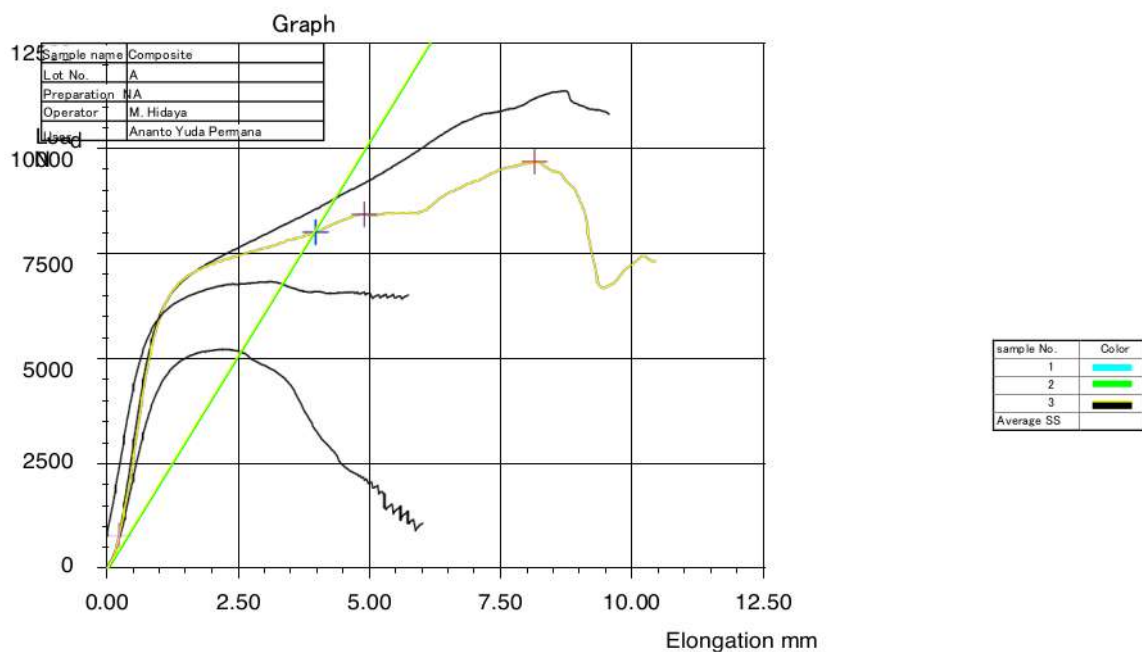


Compression testResult

Machine name	RTF	Test type	Tension Compression
Strain input 1	Not used	Test speed	5.0 mm/min
Chart speed	OFF	Machine rigidity	0 mm/kgf
Point data(Loac)	0 0 0	Point data(Disp)	0 0 0
N	0 0 0	mm	0 0 0
Elastic modulus anal.	Interval 1 100	Initial sample length	Distance 10 mm
Load	Pitch 5 N	Origin of elongation	Init. load 0.3 %RO
Elong adjust	No	Break point measurem	0.5 N
Save SS curve	Yes		

Test date	2022/08/09	Temperature	25 C
Humidity	60 %RH	Sample name	Composite
Lot No.	C 3	Preparation	NA
Operator	M. Hidayat	User	Ananto Yuda Permana
Comment 1	Skripsi	Comment 2	Untirta

TestID=63	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
Test No	mm	mm	mm2	Load N	Stress MPa
1	12.700	25.400	322.58	7447.9	24.025
2	12.700	25.400	322.58	6328.9	20.415
3	12.700	25.400	322.58	6401.2	20.649
Min.	12.700	25.400	322.58	6328.9	20.415
Max.	12.700	25.400	322.58	7447.9	24.025
Average	12.700	25.400	322.58	6726.0	21.696



Machine name	RTF			Test type	Tension Compression		
Strain input 1	Not used			Test speed	5.0 mm/min		
Chart speed OFF				Machine rigidity	0 mm/kgf		
Point data(Loac)	0	0	0	Point data(Disp)	0	0	0
	N 0	0	0		mm 0	0	0
Elastic modulus anal. Load	Interval	1 100		Initial sample length	Distance	10 mm	
	Pitch	5 N		Origin of elongation	Init. load	0.3 %RO	
Elong adjust	No			Break point measurem	0.5 N		
Save SS curve	Yes						

Test date	2022/08/09	Temperature	25 C
Humidity	60 %RH	Sample name	Composite
Lot No.	A	Preparation	NA
Operator	M. Hidayat	User	Ananto Yuda Permana
Comment 1	Skripsi	Comment 2	Untirta

TestID=61	Width	Depth	Sectional ar	Maximum poin	Maximum poin
Test No	mm	mm	mm2	Load N	Stress MPa
1	12.700	25.400	322.58	11354.	36.626
2	12.700	25.400	322.58	5197.3	16.765
3	12.700	25.400	322.58	9667.7	31.186
Min.	12.700	25.400	322.58	5197.3	16.756
Max.	12.700	25.400	322.58	11354.	36.626
Average	12.700	25.400	322.58	8739.6	28.192

Date	: 02 agustus 2022
Report No.	: 001HD/VIII/2022
Ref. Standard	:
Operator	: Nursaleh

HARDNESS TEST REPORT

Client	:	Ananto Yuda Permana (Untirta)				
Project Name	:	Skripsi				
Material	:	Komposit	Part No.	:	A	
Surface Preparation	:	☐ Grinding	☒ Machining	☐ Lapping	☐ Filling	
	:	☐ Other _____				
Test Location	:	☒ Base Metal	☐ HAZ	☐ Weld Metal		
Measuring Unit	:	☒ Durometer type D				
Test Witness	:	☐ Yes	☒ No			

HARDNESS

Location	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Base Material	82 HD	78.5 HD	81.5 HD	79 HD	79 HD	79.5 HD

Approved Signatory


M. Hidayat
Head of Laboratory

Date	: 02 agustus 2022
Report No.	: 002HD/VIII/2022
Ref. Standard	:
Operator	: Nursaleh

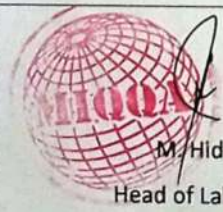
HARDNESS TEST REPORT

Client	:	Ananto Yuda Permana (Untirta)				
Project Name	:	Skripsi				
Material	:	Komposit	Part No.	:	B	
Surface Preparation	:	☐ Grinding	☒ Machining	☐ Lapping	☐ Filling	
	:	☐ Other _____				
Test Location	:	☒ Base Metal	☐ HAZ	☐ Weld Metal		
Measuring Unit	:	☒ Durometer type D				
Test Witness	:	☐ Yes	☒ No			

HARDNESS

Location	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Base Material	80.5 HD	80 HD	82 HD	80.5 HD	81 HD	82 HD

Approved Signatory


M. Hidayat
Head of Laboratory

Date	: 02 agustus 2022
Report No.	: 003HD/VIII/2022
Ref. Standard	:
Operator	: Nursaleh

HARDNESS TEST REPORT

Client	:	Ananto Yuda Permana (Untirta)				
Project Name	:	Skripsi				
Material	:	Komposit	Part No.	:	C	
Surface Preparation	:	☐ Grinding	☒ Machined	☐ Lapping	☐ Filling	
	:	☐ Other _____				
Test Location	:	☒ Base Metal	☐ HAZ	☐ Weld Metal		
Measuring Unit	:	☒ Durometer type D				
Test Witness	:	☐ Yes	☒ No			

HARDNESS

Location	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
Base Material	83.5 HD	82.5 HD	82 HD	82 HD	82.5 HD	81.5 HD

Approved Signatory



M. Hidayat
Head of Laboratory

Karakteristik kampas rem yang menggunakan serbuk kulit buah maja sebagai penguat dengan perlakuan perendaman alkali

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

media.neliti.com

Internet Source

1%

2

jurnal.bkstm.org

Internet Source

1%

3

repository.its.ac.id

Internet Source

1%

4

ejournal.upnvj.ac.id

Internet Source

1%

5

pdffox.com

Internet Source

1%

6

arsyananda-desain.blogspot.com

Internet Source

1%

7

www.scribd.com

Internet Source

1%

Karakteristik kampas rem yang menggunakan serbuk kulit buah maja sebagai penguat dengan perlakuan perendaman alkali

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88