



UNIVERSITAS DIPONEGORO

“FIBRILASI SERAT AREN UNTUK KOMPOSIT”

TUGAS AKHIR

Oleh :

HUSNIKA MAULANA FIRDAUS

40040217640035

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

FEBRUARI 2022



UNIVERSITAS DIPONEGORO

“FIBRILASI SERAT AREN UNTUK KOMPOSIT”

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan**

Oleh :

HUSNIKA MAULANA FIRDAUS

40040217640035

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

FEBRUARI 2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Husnika Maulana Firdaus

NIM : 40040217640035

Tanda Tangan : 

Tanggal : 08 Februari 2022



TUGAS PROYEK AKHIR

No. : /PA/RPM/2021

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM
1	Husnika Maulana Firdaus	40040217640035

Judul Proyek Akhir : Fibrilasi Serat Aren Untuk Komposit

Dosen Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.

NIP. : 197110301998021001

Isi Tugas :

1. Dapat menjelaskan tahapan fibrilasi serat aren
2. Dapat menjelaskan perbandingan hasil serat aren yang baik
3. Menganalisa serat aren dengan pengujian XRD, SEM, dan FTIR.
4. Dapat menjelaskan serat aren berukuran nanofiber yang dapat digunakan sebagai bahan komposit.

Proposal Proyek Akhir harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Proyek Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal Proyek Akhir disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 1 Oktober 2021
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik

Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP. 197110301998021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI

Jalan Prof. Sudarto, S.H.
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275
Tel./Faks. (024) 7471375
www.vokasi.undip.ac.id
email: vokasi@live.undip.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN

Telah disetujui Laporan Proyek Akhir mahasiswa Program Studi
Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik yang disusun oleh:

Nama : Husnika Maulana Firdaus

NIM : 40040217640035

Judul PA : Fibrilasi Serat Aren Untuk Komposit

Disetujui pada tanggal : 10 Januari 2022

Semarang, 08 Januari 2022
Dosen Pembimbing,

Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP. 197110301998021001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Husnika Maulana Firdaus
NIM : 40040217640035
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Tugas Akhir : Fibrilasi Serat Aren Untuk Komposit

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T. ()
Penguji 1 : Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T. ()
Penguji 2 : Ir. H. Murni, MT. ()
Penguji 3 : Drs. Juli Mrihardjono, MT. ()

Semarang, 09 Februari 2022

Ketua Studi S1-Terapan Rekayasa
Perancangan Mekanik

Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T,
NIP 197110301998021001

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Husnika Maulana Firdaus
NIM : 40040217640035
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*None Exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul:

“FIBRILASI SERAT AREN UNTUK KOMPOSIT”

Dengan Hak Bebas Royalti / Non Eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 09 Februari 2022

Yang menyatakan



Husnika Maulana Firdaus

MOTTO

“Segera kerjakan parikan kerjakan dengan benar kerjakan hingga tuntas.”

-Nagamori Shigenobu

“Doa memberikan kekuatan pada orang yang lemah, membuat orang tidak percaya menjadi percaya dan memberikan keberanian pada orang yang ketakutan.”

-Aristoteles

“Betapapun sulitnya hidup, selalu ada sesuatu yang dapat Anda lakukan dan berhasil.”

- Stephen Hawking

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “FIBRILASI AREN UNTUK KOMPOSIT” dengan baik.

Dalam penyusunan laporan Proyek Akhir ini, Penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
4. Seluruh Dosen dan Teknisi yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
5. Orang tua atas support yang selalu diberikan selama ini
6. Teman-teman angkatan 2017 Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
7. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu per satu yang telah membantu selama pelaksanaan Proyek Akhir.

Dalam penulisan Laporan Proyek Akhir ini penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 09 Februari 2022

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized initials and a surname, followed by a period.

Husnika Maulana Firdaus

ABSTRAK

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa

Proyek Akhir Sarjana Terapan – Tahun 2022

“FIBRILASI SERAT AREN UNTUK KOMPOSIT”

HUSNIKA MAULANA FIRDAUS

40040217640035

Komposit berbahan alami merupakan ide baru yang menghasilkan produk dengan rigiditas yang bagus, kuat dan tahan terhadap suhu tinggi. Serat aren akan dijadikan sebagai bahan komposit alami dengan tujuan mendapatkan serat berukuran nano untuk dianalisa menggunakan pengujian XRD, SEM, dan FTIR, membandingkan hasil pengujian dari perbedaan waktu dan kecepatan putar. Penelitian terbagi dalam beberapa tahap. Tahap pertama pembuatan sampel dengan perlakuan kimia, fisik dan mekanik. Tahap kedua penyiapan mesin pengaduk dan penyortiran sampel untuk ketiga pengujian. Tahap ketiga pengujian sampel dengan menggunakan XRD, SEM, dan FTIR. Analisa XRD presentase indeks kristanilitas tertinggi pada serat aren putaran 10000 rpm yaitu waktu putaran 120 menit dibanding dengan 60 menit. Analisa SEM, permukaan serat pelepah aren dengan waktu putaran 60 menit masih ditutupi lapisan dan waktu putaran 120 menit menunjukkan lignin dan pengotor lainnya sudah sedikit menghilang Analisa FTIR menunjukkan serat aren masih terdapat peak pada serapan 1000-1200 cm^{-1} berdasarkan hasil ketiga pengujian serat aren belum bisa digunakan untuk komposit dikarenakan masih terdapat pengotor seperti lignin dan hemi selulosa.

Kata Kunci: XRD, SEM, FTIR, putaran tinggi, perlakuan

ABSTRACT

UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa

Proyek Akhir Sarjana Terapan – Tahun 2022

“FIBRILASI SERAT AREN UNTUK KOMPOSIT”

HUSNIKA MAULANA FIRDAUS

40040217640035

Natural composites are a new idea that produces products with rigidity that is good, strong and resistant to high temperatures. Palm fibers will be used as natural composite materials with the aim of getting nano-sized fibers to be analyzed using XRD, SEM, and FTIR testing, comparing test results from differences in time and spin speed. Research is divided into several stages. The first stage of sampling with chemical, physical and mechanical treatment. The second stage of the preparation of the swab machine and sorting of samples for all three tests. The third phase of sample testing using XRD, SEM, and FTIR. XRD analysis of the highest percentage of kristanility index on fiber aren round 10000 rpm which is a putaran time of 120 minutes compared to 60 minutes. SEM analysis, the surface of the palm smelter fiber with a lap time of 60 minutes is still covered with layers and a lap time of 120 minutes shows lignin and other impurities have slightly disappeared FTIR analysis shows palm fibers still have peaks at uptake of 1000-1200 cm^{-1} based on the results of the third test of palm fiber can not be used for composites because there are still impurities such as lignin and hemi cellulose.

Keyword: XRD, SEM, FTIR, high spin, treatment

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
SURAT PERMOHONAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSTUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pelapah Aren	5
2.2 Fibrilasi Serat Alam	6
2.3 Aplikasi Perlakuan Fisik Awal untuk Proses Fibrilasi.....	6
2.4 Aplikasi Perlakuan Kimia untuk Proses Fibrilasi	7
2.5 Aplikasi Perlakuan Kombinasi untuk Proses Fibrilasi.....	8
2.6 Perlakuan Alkali	8
2.7 Kandungan Kimia Serat Alam	9
2.7.1 Selulosa.....	9
2.7.2 Struktur Selulosa.....	10
2.7.3 Sumber Selulosa	11
2.7.4 Lignin.....	11

2.8 Fibrilasi Selulosa	13
2.9 Perlakuan Fisik untuk Fibrilasi Serat Alam	14
2.10 Perlakuan Kimia untuk Fibrilasi Serat Alam	14
2.11 Perlakuan Mekanik untuk Fibrilasi Serat Alam	15
2.12 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	16
2.13 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	16
2.14 <i>Scanning Electromagnetic Microscope</i> (SEM)	18
2.15 Komposit	18
2.16 Karakteristik Komposit	19
2.17 Klasifikasi Komposit	19
BAB III METODELOGI	21
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Persiapan Penelitian	22
3.2.1 Alat – alat yang Digunakan	22
3.2.2 Bahan yang akan Digunakan	28
3.3 <i>High Speed Stirring</i>	30
3.3.1 Spesifikasi Mesin Pengaduk Putaran Tinggi	35
3.3.2 Pembuatan Komponen dan Pengerjaan Alat	36
3.4 Prosedur Penggunaan Mesin Pengaduk Putaran Tinggi	39
3.5 Pemeriksaan Data Alat	40
3.6 Kalkulasi	40
3.6.1 Merencanakan Daya Motor	40
3.6.2 Daya Motor Penggerak	41
3.6.3 Daya Penggerak untuk Menggerakkan Perangkat Mesin	41
3.6.4 Poros dengan Beban Bending	41
3.7 Pemeriksaan Fisik Peralatan dan Komponen	42
3.8 Pemeriksaan Peralatan pada saat Reparasi	46
3.9 Pemeriksaan Komponen pada saat Komponen Jadi	47
3.10 Pemeriksaan Alat pada saat Pengujian Awal	47
3.11 Pemeriksaan pada saat Beroperasi	48
3.12 Pemeriksaan Peralatan pada saat Tidak Beroperasi	48
3.13 Prosedur Percobaan	49

3.13.1	Pelepasan Serat dari Pelepah Aren	49
3.13.2	Mekanisme Kimia Serat Pelepah Aren Skala Mikrometer	50
3.13.3	Mekanisme Fisik Serat Pelepah Aren Skala Mikrometer	51
3.13.4	Mekanisme Mekanik Serat Pelepah Aren Skala Nanometer	52
3.14	<i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	53
3.15	<i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	54
3.16	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	56
3.16.1	Persiapan Sampel Uji SEM.....	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Perhitungan Bending pada Poros Mata Pisau	59
4.2	Pengamatan Hasil Pemutaran	60
4.3	Analisa SEM	63
4.4	Analisa FTIR	65
4.5	Analisa XRD	68
BAB V PENUTUP.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur selulosa.....	10
Gambar 3.1. Diagram alir proses pengolahan dan pengujian serat.....	21
Gambar 3.2. Gelas ukur	22
Gambar 3.3. Gergaji.....	23
Gambar 3.4. Sikat kawat	23
Gambar 3.5. Wadah.....	24
Gambar 3.6. Panci	24
Gambar 3.7. Kompor listrik	25
Gambar 3.8. Botol plastik	25
Gambar 3.9. Kertas saring.....	26
Gambar 3.10. Plastik bungkus klip	26
Gambar 3.11. Gunting.....	27
Gambar 3.12. Timbangan digital	27
Gambar 3.13. Kertas label.....	28
Gambar 3.14. Alat pengaduk putaran tinggi	28
Gambar 3.15. Serat aren.....	29
Gambar 3.16. Alkali (NaOH).....	29
Gambar 3.17. Aquades.....	30
Gambar 3.18. Pengaduk putaran tinggi.....	30
Gambar 3.19. Spindel.....	31
Gambar 3.20. Clamp spindel.....	32
Gambar 3.21. Tutup tabung	32
Gambar 3.22. Tabung.....	33
Gambar 3.23. Rangka utama.....	33
Gambar 3.24. Inverter	34
Gambar 3.25. Spacer Tabung.....	34
Gambar 3.26. Mata pisau	35
Gambar 3.27. Tabung.....	36
Gambar 3.28. Rangka alat.....	37
Gambar 3.29. Spacer.....	37
Gambar 3.30. Clamp spindel.....	38
Gambar 3.31. Tutup tabung	38
Gambar 3.32. Mata pisau	39
Gambar 3.33. MCB Tipe C10	44
Gambar 3.34. Spindel.....	45
Gambar 3.35. Mur dan baut korosi	46
Gambar 3.36. Pesan malfungsi pada inverter.....	47
Gambar 3.37. Running test	48
Gambar 3.38. Pemeriksaan saat beroperasi	48
Gambar 3.39. Pemeriksaan saat tidak beroperasi	49
Gambar 3.40. Serat aren.....	49

Gambar 3.41. Mengukur berat alkali untuk spesimen	50
Gambar 3.42. Perlakuan alkali	51
Gambar 3.43. Proses steaming serat	51
Gambar 3.44. Pemotongan serat aren	52
Gambar 3.45. Pemutaran serat aren	52
Gambar 3.46. Preparasi sample FTIR	53
Gambar 3.47. Alat uji FTIR	54
Gambar 3.48. Preparasi sample XRD	55
Gambar 3.49. Prinsip kerja XRD	55
Gambar 3.50. Preparasi sample SEM	56
Gambar 3.51. Prinsip kerja SEM	57
Gambar 4.1. Perlakuan alkali pada serat aren	61
Gambar 4.2. Proses steaming serat	61
Gambar 4.3. Pengendapan dan penyaringan serat aren.....	62
Gambar 4.4. Penyortiran serat.....	63
Gambar 4.5. Hasil foto SEM serat pelepah aren perlakuan alkali dan waktu putaran 60 menit dengan perbesaran (a) 3000x dan (b) 10000x.....	63
Gambar 4.6. Hasil foto SEM serat pelepah aren perlakuan alkali dan waktu putaran 120 menit dengan perbesaran (a) 3000x dan (b) 10000x.....	64
Gambar 4.7. Hasil uji FTIR serat aren dengan perlakuan alkali tanpa putaran	65
Gambar 4.8. Hasil uji FTIR serat aren perlakuan alkali dengan putaran waktu 60 dan 120 menit.....	66
Gambar 4.9. Hasil analisa XRD dengan putaran 10000 rpm waktu 60 menit.....	69
Gambar 4.10. Hasil analisa XRD dengan putaran 10000 rpm waktu 120 menit..	70
Gambar 4.11. Hasil analisa XRD serat aren	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Speksifikasi mesin pengaduk putaran tinggi.....	35
Tabel 4.1. Daerah serapan inframerah serat aren putaran tinggi dan perlakuan alkalisasi.....	66
Tabel 4.2. Peak analisa XRD putaran 10000 rpm waktu 60 menit	69
Tabel 4.3. Peak analisa XRD putaran 10000 rpm waktu 120 menit.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanoteknologi didefinisikan sebagai ilmu dan teknik yang mencakup desain, sintesis dan karakterisasi serta aplikasi bahan yang setidaknya terorganisir dalam satu dimensi pada skala nanometer atau permilyar meter. Nanoteknologi merupakan manipulasi material yang berukuran ≤ 100 nm dan setidaknya termasuk kedalam kategori satu dimensi dimana sifat fisik, kimia dan biologinya secara fundamental berbeda dengan *bulk material*.

Meskipun teknologi ekstraksi kristal selulosa dari serat alami belum sempurna, hal ini memungkinkan isolasi nanofiber dengan diameter antara 5-80 nm melalui perlakuan kimia-mekanis. Kajian mengenai persiapan selulosa nanokomposit telah dimulai oleh kelompok peneliti CERMAV-CNRS, Grenoble, Prancis sekitar tahun 1994. Mereka mempersiapkan nanokomposit dengan teknik solution casting dari berbagai matriks *biodegradable* dan *nanoreinforcement* dalam media cair. *Nanoreinforcement* yang digunakan yaitu straw, tunicin, chitin, sugar beet dan sebagainya. Mereka berhasil mengembangkan nanokomposit dengan dispersi yang seragam dan secara signifikan mampu memperbaiki kekuatan mekanis pada kandungan *reinforcement* yang rendah. Satu kekurangan dari selulosa whisker yaitu sulit didispersi secara seragam didalam medium non polar karena sifatnya yang polar. Namun hasil temuan dari kelompok peneliti ini telah menemukan pelarut organik *alkyldimethylchlorosilanes* yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Pendekatan lainnya melalui pencampuran surfaktan dengan

selulosa whisker dalam suspensi cair diikuti dengan *freeze-drying* dan *redispersing* dalam pelarut organik.

Beberapa industri yang memanfaatkan bahan ini diantaranya industri otomotif, kemasan dan furniture. Pada tahun 1990, ide baru ini dieksplorasi mengenai nanokomposit berbahan alami dan ramah lingkungan dari selulosa nanofiber dan biopolimer. Produk yang dihasilkan memiliki sifat rigiditas yang bagus, kuat dan tahan terhadap suhu tinggi. Ukuran serat merupakan hal penting dalam bionanokomposit ini untuk menghasilkan kekuatan seperti pada kristal selulosa murni. Secara teoritis nilai modulus elastisitas rantai selulosa sebesar 250 GPa, sedangkan *bulk natural fiber* memiliki modulus elastisitas 10 GPa.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Fibrilasi Serat Aren Untuk Komposit”, terdapat beberapa rumusan masalah, antara lain:

1. Bagaimana cara pembuatan komposit dari serat aren.
2. Bagaimana pengaruh variasi putaran tinggi dari serat aren untuk bahan komposit.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Fibrilasi Serat Aren Untuk Komposit”, penulis menentukan batasan-batasan masalah, antara lain:

1. Pengujian yang digunakan yaitu FTIR, XRD, dan SEM
2. Pemisahan serat dari pengotor
3. Kualitas hasil putaran serat aren pada waktu putaran 60 menit dan 120 menit dengan kecepatan yang sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir dengan Judul “Fibrilasi Serat Aren Untuk Komposit”, antara lain:

1. Mahasiswa mampu mengetahui perbandingan hasil serat aren yang baik antara waktu putar 60 menit dan 120 menit.
2. Mahasiswa mampu menganalisa serat aren berukuran nano dengan pengujian XRD, SEM, dan FTIR.
3. Mahasiswa dapat mengetahui serat aren berukuran nanofiber yang dapat digunakan sebagai bahan komposit.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui seberapa baik serat aren untuk dibuat komposit
2. Mengetahui komposisi pada serat aren
3. Mengetahui seberapa besar pengotor pada serat aren yang tersisa dengan metode perlakuan alkali dan putaran tinggi

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Dalam pembuatan laporan Tugas Akhir ini, sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, Manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menguraikan dasar teori tentang fibrilasi serat aren untuk komposit beserta landasan teori dari hasil pengujian material komposit yang telah di buat.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini memuat deskripsi data, tahap pengumpulan data, serta peralatan dan bahan penelitian pembuatan serat aren untuk komposit.

BAB 4: PEMBAHASAN

Dalam bab ini meliputi pembahasan dari hasil pengujian yang meliputi uji ftir, xrd, dan sem.

BAB 5: PENUTUP

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran hasil pengujian fibrilasi serat aren untuk komposit meliputi uji ftir, xrd, dan sem.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelapah Aren

Pohon aren adalah jenis tumbuhan palma yang menghasilkan buah, nira dan pati atau tepung di dalam batang. Hasil dari pohon aren ini semuanya dapat dimanfaatkan serta mempunyai nilai ekonomi. Pada prinsipnya, pengembangan tanaman aren di Indonesia sangat prospektif. Di samping dapat memenuhi kebutuhan konsumsi di dalam negeri atas produk-produk yang berasal dari pohon aren, dapat juga meningkatkan penyerapan tenaga kerja, penghasilan petani, pendapatan negara, dan dapat juga melestarikan sumberdaya alam serta lingkungan hidup.

Aren merupakan jenis tanaman tahunan, berukuran besar, berbentuk pohon soliter tinggi hingga 12 m, diameter setinggi dada (DBH) hingga 60 cm (Ramadani et al, 2008). Pohon aren dapat tumbuh mencapai tinggi dengan diameter batang sampai 65 cm dan tinggi 15 m bahkan mencapai 20 m dengan tajuk daun yang menjulang di atas batang (Soeseno, 1992).

Komponen kimia pelepah aren yaitu Kadar Air berkisar 17-19% termasuk kategori tinggi karena diatas 10%, kadar ekstraktif berkisar 19-59% termasuk kategori tinggi karena melebihi dari 10%, kandungan lignin berkisar 21-25% termasuk kategori sedang, kandungan selulosa berkisar 21-27% termasuk kategori selulosa yang rendah karena < 40%, kandungan holoselulosa berkisar 48- 49% termasuk kategori sedang dan kandungan hemiselulosa berkisar 22-23% termasuk kategori rendah . Dimensi Serat meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding serat dan nilai turunan serat meliputi Runkell Ratio, Felting

Power, Muhlsteph Ratio, Coefficient Of Rigidity Dan Felexibility Ratio termasuk kelas mutu II.

2.2 Fibrilasi Serat Alam

Fibrilasi adalah hasil pemisahan selulosa dari bahan baku berserat (kayu dan non kayu) dengan berbagai proses pembuatan baik secara mekanis, semikimia, maupun kimia. Fibrilasi terdiri dari serat - serat (selulosa dan hemiselulosa) sebagai bahan baku kertas dan serat. Proses pembuatan fibrilasi diantaranya dilakukan secara mekanis, kimiawi, kimiamekanis dan semikimiawi.

2.3 Aplikasi Perlakuan Fisik Awal untuk Proses Fibrilasi

Perlakuan fisik awal untuk proses fibrilasi (mikrofibril) selulose dilakukan dengan pengaturan dimensi serat dimana panjang serat alam sebelum masuk reaktor bertekanan diatur berukuran 2 mm, 2 cm dan 10 cm. Proses lain ditunjukkan dengan penyemprotan uap air temperatur 100°C – 150°C pada serat serabut kelapa (*coir*) sebelum dikenai uap tekanan tinggi.

Penerapan perlakuan uap untuk memisahkan serat alam juga menghasilkan dengan proses ledakan (*explosion*) dan pemurnian (*refining*). Perlakuan uap air pada tekanan 0,1 MPa selama 2 jam terhadap serat *peneapple*, rami dan sensiviera menghasilkan peningkatan bentuk kristal (*crystallinity*) dan kekuatan teknik di mana kriticalisasi dapat mencapai masing-masing 37,5 A°, 37,9A° dan 30,1 A° dan meskipun ada penurunan regangan, uji tarik menunjukkan kekuatan patah yang meningkat masing-masing 750 MPa, 900 MPa dan 700 MPa (Munawar, S.S, · Kenji Umemura · Fumio Tanaka dan Shuichi Kawai,, 2007). Karena proses ini sering kali melibatkan tekanan dan suhu tinggi, pada hasil serat yang bersih juga menghasilkan permukaan serat yang kasar dan sedikit cacat.

2.4 Aplikasi Perlakuan Kimia untuk Proses Fibrilasi

Perlakuan kimia awal untuk proses fibrilasi/mikrofibril selulose dilakukan dengan beberapa bahan kimia meliputi NaOH, *acetic acid*, *sulphuric acid*, *sodium hypochlorite*, asam oksalat (*oxalic acid*) (Deepa, B., Abraham, E., Cherian, B.M., Bismarck, A., Blaker, J.J., Pothan, L.A., Leao, A.L., de Souza, S.F., Kottaisamy, M., 2011). Beberapa peneliti menerapkan perlakuan alkali NaOH komposisi 3% - 4% selama 1 jam sebelum dikenai uap bertekanan pada beberapa serat alam meliputi serat serabut kelapa (*coir*) (Abraham et al., 2013), pisang (*banana*) (Deepa, B., Abraham, E., Cherian, B.M., Bismarck, A., Blaker, J.J., Pothan, L.A., Leao, A.L., de Souza, S.F., Kottaisamy, M., 2011), *hemp* (Grāve, L., Putniņa, A., Kukle, S., Stramkale, V., 2013); (Silvija Kukle, Jānis Grāvītis, Anna Putniņa, A.S., 2011). Selanjutnya (Ibrahima, C., Diop, K., Lavoie, J., Huneault, M.A., 2015) mengaplikasikan perlakuan awal serat *salix miyabeana* melalui mekanisme perendaman pada larutan *sulphuric acid* komposisi 3% (wt.%) selama 10 menit. Lebih lanjut, penguatan serat alam dengan perlakuan kimia dilakukan dengan merendam/ mencelupkan ke dalam larutan (*solution*) yang mengandung gugus hidroksida (OH) ((Nam et al., 2011; Hemsri et. al., 2012; Jayabal et al., 2013; Jayabal et al., 2011; Tongsang et. al, 2005; Wang, 2004), silikon (Si) (Arrakhiz et. al., 2012; Abdullah et al., 2013; Tongsang et. al, 2005; Wang, 2004; Khan et. al., 2000), chloride (Cl) (John et al., 2008; Wang, 2004) dan gugus pelapis serat lain yang disertai dengan perlakuan kondisi proses. Metode perlakuan dengan larutan hidroksida biasa dinamakan perlakuan alkali (Tongsang et. al, 2005; Wang, 2004). Selanjutnya perlakuan kimia dengan larutan yang mengandung gugus silikon dinamakan perlakuan silane (Tongsang et. al, 2005; Wang, 2004; Khan et. al.,

2000). Dan perlakuan kimia dengan menggunakan larutan yang mengandung gugus chloride dinamakan perlakuan benzoylation (Wang, 2004).

2.5 Aplikasi Perlakuan Kombinasi untuk Proses Fibrilasi

Disisi lain, penguatan serat alam, modifikasi perlakuan juga dilakukan dengan kombinasi perlakuan kimia secara beurutan. Beberapa penelitian tersebut dilakukan pertama-tama dengan perlakuan alkali dan dilanjutkan dengan perlakuan silane seperti ditunjukkan pada peningkatan serabut kelapa untuk komposit berperekat wheat gluten (WG) yang dilakukan dengan perendaman di dalam larutan alkali berkomposisi 5% (w/v) selama 4 jam pada temperatur kamar dan perlakuan silane 1% dalam larutan air dan acetone (50:50 skala volume) dan mampu meningkatkan kekuatan patah, modulus Young dan regangan masing-masing dari 46 MPa – 58 MPa, 2,8 GPa – 3,3 GPa, dan 1,61% - 1,89% (Hemsri et. al, 2012). Kemudian aplikasi kombinasi perlakuan alkali dan silane untuk komposisi lain yakni 5% alkali dan 0,5% silane dengan berperekat limbah Polyethylene Terephthalate (PET) mampu meningkatkan kekuatan tarik, tegangan impak dan regangan masing-masing dari 15 MPa – 23 MPa, 3,0 kJ/m² - 6,1 kJ/m², dan 1,40% - 2.50% (Abdullah et al., 2013).

2.6 Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali (NaOH) dari serat alami adalah salah satu perlakuan kimia yang telah dikenal untuk meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilangan hemiselulosa dan lignin. Perlakuan alkali adalah metode umum untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat untuk menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan adhesi antarmuka antara serat alami dan matriks polimer.

Mengingat begitu pentingnya perlakuan permukaan sebagai perlakuan awal dalam proses pembuatan komposit berpenguat serat alam maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menjelaskan pengaruh perlakuan serat alkali (NaOH) terhadap kekuatan tarik dan morfologi serat aren.

Untuk mendapatkan komposit dengan karakteristik yang baik dari bahan penguat serat alam, hal yang perlu diperhatikan adalah memperbaiki ikatan antarmuka serat alam dengan resin. Sifat alami serat adalah Hidrophylic, yaitu suka terhadap air berbeda dari polimer yang hidrophobic yaitu menolak air. Adanya perbedaan sifat tersebut dapat menurunkan kemampuan resin untuk mengikat serat. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami hidrophylic serat dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal (Bismarck, dkk. 2002).

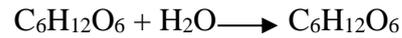
Reaksi dari perlakuan alkali terhadap serat adalah:



2.7 Kandungan Kimia Serat Alam

2.7.1 Selulosa

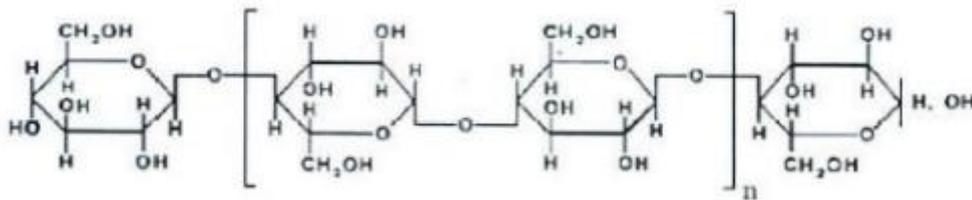
Selulosa merupakan suatu senyawa karbohidrat yang dapat ditemukan secara melimpah di alam ini. Selulosa terdapat didalam dinding sel tumbuhan. Selulosa tersusun atas unit-unit glukosa yang berasal dari proses fotosintesis tumbuhan. Kemudian dalam suatu proses yang kompleks, glukosa mengalami modifikasi secara kimia dengan dipindahkannya satu molekul air dari setiap unit sehingga terbentuklah anhidrid glukosa.



(Glukosa) (Air) (anhidrid glukosa)

2.7.2 Struktur Selulosa

Selulosa adalah suatu polimer yang terdiri dari unit-unit anhidrid glukosa yang saling bersambungan ujung-ujungnya secara bersama-sama. Dengan eliminasi bersama air membentuk rantai panjang yang dikenal dengan selulosa $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ dengan n (derajat polimerisasi) sekitar 500-10000. Tinjauan bidang glukosa pada selulosa seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur selulosa

Molekul selulosa memiliki bentuk yang seluruhnya linier dan cenderung membentuk ikatan-ikatan hidrogen intra- dan intermolekul. Sehingga susunan senyawa selulosa membentuk suatu kumpulan dalam bentuk mikrofibril, daerah yang teratur (kristalin) diselingi dengan daerah yang tidak teratur (amorf). Mikrofibril ini membentuk fibril-fibril dan akhirnya terbentuklah serat-serat selulosa. Selulosa memiliki struktur yang berserat dan ikatan hidrogen yang kuat mengakibatkan selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Meskipun selulosa merupakan karbohidrat, selulosa bukanlah sumber makanan bagi manusia atau hewan.

2.7.3 Sumber Selulosa

Sumber selulosa terutama berasal dari serat kayu, baik dari jenis kayu *hardwood* maupun kayu *softwood*. Proses memisahkan serat dari komponen selain serat, disebut dengan *pulping*. Proses pulping dapat dilakukan dengan cara mekanis, menggunakan bahan kimia, menggunakan panas atau kombinasinya. Produk yang dihasilkan setelah lignin dipisahkan dari serat kayu disebut *pulp* (Setiawan, 2010).

Selulosa $C_6H_{10}O_5$ adalah homopolymer yang terdiri dari unit β -D-glukopiranososa yang dihubungkan oleh ikatan (1,4)-glikosida, di mana n merupakan derajat polimerisasi selulosa (DP) (Klemm dkk, 2005). Menurut Chen (2014), selulosa mengandung karbon (44,44%) hydrogen (6,17%), dan oksigen (49,39%). Secara umum, kandungan selulosa berkisar ~40-50% dari berat kering berlignoselulosa.

Tiga komponen utama pada dinding sel tumbuhan yaitu terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Struktur microfibril selulosa Menyusun inti dinding sel dan berfungsi memperkuat dinding sel. Hemiselulosa berada disekeliling selulosa, berperan meningkatkan kekuatan dan sebagai penghubung antara selulosa dan lignin. Dengan struktur polimer bercabang, hemiselulosa dapat mencegah terjadinya aglomerasi microfibril selulosa (Sorek *et al.* 2014). Sedangkan lignin merupakan matriks tempat melekatnya selulosa dan hemiselulosa (Davidson *et al.* 2013).

2.7.4 Lignin

Lignin adalah suatu polimer yang kompleks dengan berat molekul tinggi, tersusun atas unit-unit fenilpropan. Meskipun tersusun atas karbon,

hydrogen dan oksigen, lignin bukanlah suatu karbohidrat dan bahkan tidak ada hubungannya dengan golongan senyawa tersebut. Sebaliknya, lignin pada dasarnya adalah suatu fenol. Lignin sangat stabil dan sukar dipisahkan dan mempunyai bentuk yang bermacam-macam karenanya susunan lignin didalam tumbuhan tidak menentu.

Lignin terdapat di antara sel-sel dan di dalam dinding sel. Di antara sel-sel, lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat sel-sel bersama-sama. Dalam dinding sel, lignin sangat erat hubungannya dengan selulosa dan berfungsi untuk memberi ketegaran pada sel. Lignin juga berpengaruh dalam memperkecil perubahan dimensi sehubungan dengan perubahan kandungan air kayu dan juga dikatakan bahwa lignin mempertinggi sifat racun kayu tahan terhadap serangan cendawan dan serangga. Keterangan yang diberikan oleh lignin merupakan faktor penentu sifat-sifat kayu.

Lignin merupakan bahan yang tidak berwarna. Apabila lignin terkena udara, terutama dengan sinar matahari, maka (bersama dengan karbohidrat-karbohidrat tertentu) lama kelamaan lignin cenderung menjadi kuning. Massa yang besar dan kekuatannya rendah karena serat-serat lignin kaku memiliki ikatan antar serat yang lemah.

Lignin bersifat termoplastik-artinya lignin akan menjadi lunak dan dapat dibentuk pada suhu yang lebih tinggi dan keras kembali apabila menjadi dingin. Sifat termoplastik lignin inilah yang menjadi pedoman pembuatan papan keras (hardboard) dan lain-lain pada produk kayu yang dimampatkan. (moberg T, Rigdahl. , 2012) (Spence KL., Venditti RA, Habibi Y, Rojas OJ,

Pawlak JJ, 2011) (Siquiera G, Bras j. Dufresne A, 2010) (Siro I, Plackett D, 2010) (Nakagaito AN, Yano H, 2004)

2.8 Fibrilasi Selulosa

Microfibrillated cellulose (mikrofibril selulosa) merupakan selulosa yang mengalami perlakuan pemisahan serat menjadi mikrofibril-mikrofibril dengan kisaran diameter 10-100 nm dan panjang beberapa mikrometer (Winuprasith & Suphantharika 2013, Spence et al. 2011). Mikrofibril selulosa mulai dikembangkan oleh Turbak et al. (1983) melalui perlakuan homogenisasi. Hingga saat ini mikrofibril selulosa merupakan bahan yang diminati karena memiliki karakteristik, antara lain memiliki luas permukaan spesifik, kekuatan dan kekakuan yang tinggi, memiliki berat yang rendah, bersifat biodegradable dan renewable (Winuprasith & Suphantharika 2013). Karakteristik tersebut membuat mikrofibril selulosa memiliki sifat mekanik yang baik, sehingga berpotensi digunakan pada industri komposit, otomotif, pulp dan kertas, elektronik, cat dan coating, dan lain-lain.

Kelebihannya sebagai penguat pada komposit selain mengurangi penggunaan komponen berbasis minyak bumi juga mengurangi abrasi pada komponen seperti baja dan keramik (Moberg & Rigdahl 2012, Spence et al. 2011, Siqueira et al. 2010, Siro & Plackett 2010, Nakagaito & Yano 2006). Mikrofibril selulosa dapat dihasilkan melalui beberapa metode, terutama metode mekanik seperti homogenization, microfluidization, microgrinding, refining, ultrasonication, cryocrushing dan electrospinning (Spence et al. 2011,)

Pengaplikasian produk komposit polimer-serat alam dapat diterapkan dalam berbagai, diantaranya bidang konstruksi, furniture, peralatan olahraga, peralatan elektronik, peralatan komunikasi, pesawat dan otomotif. Untuk tujuan

komersialisasi produk komposit polimer serat alam, faktor yang perlu dipertimbangkan diantaranya adalah ketersediaan bahan baku dan permintaan pasar.

2.9 Perlakuan Fisik untuk Fibrilasi Serat Alam

Perlakuan fisik mempunyai tujuan utama yaitu untuk mengoptimalkan sifat selulosa dan untuk meningkatkan gaya adhesi antara serat dengan matriks polimer dikarenakan serat alam memiliki kekurangan apabila digunakan sebagai penguat dalam komposit.

Dalam hal ini, keuntungan utama dari penggunaan selulosa sebagai bahan penguat pada matriks polimer yaitu: densitas rendah, tidak mudah terkikis, sifat kekakuan tinggi dikarenakan kemampuan pengisian tinggi, mudah didaur ulang, bahan mudah didapat karena banyak tersedia di alam, dan murah. Akan tetapi serat tandan kosong kelapa sawit dan serat alam lainnya memiliki kekurangan apabila digunakan sebagai penguat dalam komposit. Serat alam bersifat hidrofilik sehingga menyebabkan gaya adhesi antara serat dan matriks bernilai rendah.

2.10 Perlakuan Kimia untuk Fibrilasi Serat Alam

Perlakuan kimia bertujuan untuk meningkatkan biodegradasi selulosa dengan menghilangkan lignin dan hemiselulosa. Metode ini bertujuan menurunkan tingkat polimerisasi dan kristalinitas komponen selulosa. Perlakuan kimia ini awalnya dikembangkan di industri kertas untuk delignifikasi bahan selulosa agar dihasilkan produk kertas berkualitas (Menon V dan Rao, 2012). Perlakuan berbagai biomassa lignoselulosa seperti jerami gandum, rumput, kayu keras, dan kayu lunak menggunakan NaOH juga mampu mengurangi kadar lignin menjadi kurang dari 26% (Zhao et al., 2008).

Perlakuan kimia perlu dilakukan terhadap serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas serat alam sebagai penguat dalam komposit. Modifikasi kimia secara langsung mempengaruhi struktur serat dan mengubah komposisi kimia serat, mengurangi kecenderungan penyerapan kelembaban oleh serat, sehingga memberikan ikatan yang lebih baik antara serat dengan matriks. Hal ini akan menghasilkan sifat mekanik dan termal komposit yang lebih baik.

2.11 Perlakuan Mekanik untuk Fibrilasi Serat Alam

Perlakuan mekanik menggunakan prinsip bahwa objek diputar secara horizontal pada jarak tertentu. Apabila objek berputar dalam tabung atau silinder yang berisi campuran cairan dan partikel, maka campuran tersebut dapat bergerak menuju pusat rotasi, tetapi hal ini tidak terjadi karena adanya gaya yang berlawanan yang menuju ke arah dinding luar silinder atau tabung, gaya tersebut adalah gaya sentrifugal.

Pemanfaatan fibril selulosa dengan sifat mekanik yang tinggi pada komposit polimer mengalami kesulitan dengan adanya ketaksesuaian (incompatibility) dan disperse selulosa dalam matriks polimer, karena perbedaan sifat antara selulosa yang hidrofilik dengan polimer yang hidrofobik. Dalam pembuatan komposit polimer, selulosa yang digunakan biasanya dikeringkan terlebih dahulu untuk menghilangkan sifat hidrofobiknya. Selulosa yang dikeringkan akan membentuk gumpalan karena microfibril selulosa akan saling merekat dengan adanya ikatan hidrogen. Penggumpalan selulosa tersebut menyebabkan homogenitas antara selulosa dan matriks sulit tercapai. Salah satu Teknik untuk menghindari aglomerasi selulosa adalah fibrilasi selulosa secara mekanik, kemudian mendispersikannya ke

dalam matriks polimer tanpa melalui proses pengeringan (Zimmermann T, Pohler E, Geiger T, 2004).

2.12 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Spektroskopi FTIR merupakan suatu metode analisis yang dipakai untuk karakterisasi bahan polimer dan analisis gugus fungsi. Dengan cara menentukan dan merekam hasil spektra residu dengan serapan energi oleh molekul organik dalam sinar infra merah. Dengan infra merah didefinisikan sebagai daerah yang memiliki panjang gelombang dari $1-500\text{ cm}^{-1}$. Setiap gugus dalam molekul umumnya mempunyai karakteristik sendiri sehingga spektroskopi FTIR dapat digunakan untuk mendeteksi gugus yang spesifik pada polimer. Intensitas pita serapan merupakan ukuran konsentrasi gugus yang khas yang dimiliki oleh polimer. Metode ini didasarkan pada interaksi antara radiasi infra merah dengan materi (interaksi atom atau molekul dengan radiasi elektromagnetik). Interaksi ini berupa absorbansi pada frekuensi atau panjang gelombang tertentu yang berhubungan dengan energi transisi antara berbagai keadaan energi vibrasi, rotasi dan molekul. Radiasi infra merah yang penting dalam penentuan struktur atau analisis gugus fungsi terletak pada $650\text{ cm}^{-1} - 4000\text{ cm}^{-1}$

2.13 *X-Ray Diffraction (XRD)*

X-ray Diffraction merupakan teknik analisis yang digunakan untuk identifikasi fase dari bahan kristal dan dapat memberikan informasi tentang dimensi sel satuan Max von Laue, pada tahun 1912, menemukan bahwa zat kristal bertindak sebagai kisi difraksi tiga dimensi untuk panjang gelombang sinar X. Difraksi sinar-X sekarang menjadi teknik umum untuk studi struktur kristal dan jarak atom.

Difraksi sinar-X didasarkan pada interferensi konstruktif dari monokromatik sinar-X dan sampel kristal.

Sinar-X dihasilkan oleh tabung sinar katoda, disaring untuk menghasilkan radiasi monokromatik, collimated untuk berkonsentrasi, dan diarahkan ke sampel. Interaksi sinar dengan sampel menghasilkan interferensi konstruktif ketika kondisi memenuhi hukum Bragg. Hukum ini berhubungan dengan panjang gelombang radiasi elektromagnetik untuk sudut difraksi kisi dan jarak dalam sampel kristal. Difraksi sinar-X kemudian terdeteksi, diproses dan dihitung. Konversi puncak difraksi dengan jarak d memungkinkan identifikasi mineral karena mineral masing-masing memiliki satu set unik jarak d . Biasanya, hal ini dicapai dengan perbandingan jarak d dengan pola referensi standar.

X-ray difraktometer terdiri dari tiga elemen dasar: sebuah tabung sinar-X, pemegang sampel, dan detektor sinar-X. Sinar-X dihasilkan dalam tabung sinar katoda dengan memanaskan filament untuk menghasilkan elektron, mempercepat elektron menuju target dengan menerapkan tegangan dan membombardir bahan target dengan elektron. Ketika elektron memiliki energi yang cukup untuk mengeluarkan electron shell dalam produk target, karakteristik spectrum sinar-X dihasilkan. Spektrum ini terdiri dari beberapa komponen $K\alpha$ yang paling umum dan $K\beta$. $K\alpha$ terdiri dari $K\alpha_1$ dan $K\alpha_2$. $K\alpha_1$ memiliki panjang gelombang lebih pendek dan dua kali intensitas sebagai $K\alpha_2$.

Sebuah catatan detector pada proses sinyal sinar-X yang kemudian mengubah sinyal menjadi hitungan yang kemudian dikeluarkan menjadi data melalui perangkat seperti printer atau komputer. X-ray Diffraction paling banyak

digunakan untuk identifikasi bahan kristalin seperti mineral dan senyawa anorganik.

2.14 Scanning Electromagnetic Microscope (SEM)

Scanning electron microscope (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari sampel yang dianalisis. SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada optical microscope (OM). Hal ini disebabkan panjang gelombang de Broglie yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang OM. Karena semakin kecil panjang gelombang yang digunakan maka semakin tinggi resolusi mikroskop. SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada OM. Resolusi yang mampu dihasilkan OM hanya 200 nm, sedangkan resolusi yang dapat dihasilkan SEM mencapai 0.1 – 0.2 nm.

2.15 Komposit

Komposit adalah perpaduan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing-masing material penyusun.

Komposit juga dapat dibagi menjadi tiga pengertian dasar beberapa definisi komposit adalah sebagai berikut:

- Tingkat dasar: pada molekul tunggal dan kisi kristal, bila material yang disusun dari dua atom atau lebih disebut komposit (contoh senyawa, paduan, polimer dan keramik)

- Mikrostruktur: pada kristal, phase dan senyawa, bila material disusun dari dua phase atau senyawa atau lebih disebut komposit (contoh paduan Fe dan C)
- Makrostruktur: material yang disusun dari campuran dua atau lebih penyusun makro yang berbeda dalam bentuk dan / atau komposisi dan tidak larut satu dengan yang lain disebut material komposit.

2.16 Karakteristik Komposit

Komposit merupakan paduan dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat yang berbeda, maka hasilnya akan diperoleh sifat serta karakteristik yang berbeda pula. Menurut Urquhart (1991) sifat maupun karakteristik dari komposit ditentukan oleh :

- Material yang menjadi penyusun komposit Karakteristik komposit ditentukan berdasarkan karakteristik material penyusun menurut rule of mixture sehingga akan berbanding secara proporsional.
- Bentuk dan penyusunan struktural dari penyusun Bentuk dan cara penyusunan komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit.
- Interaksi antar penyusun Bila terjadi interaksi antar penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit.

2.17 Klasifikasi Komposit

Secara umum pengelompokan komposit dapat dibedakan menjadi dua, pengelompokan tersebut yaitu berdasarkan matrik dan penguatnya. Berdasarkan matriknya komposit dapat digolongkan menjadi tiga yaitu:

- a) Komposit matrik logam (KML), yaitu logam sebagai matrik
- b) Komposit matrik polimer (KMP), yaitu polimer sebagai matrik

c) Komposit matrik keramik (KMK), yaitu keramik sebagai matrik.

Yang kedua adalah berdasarkan unsur penguatnya, dapat dibedakan menjadi tiga:

a) Particulate composite, yaitu penguatnya berbentuk partikel

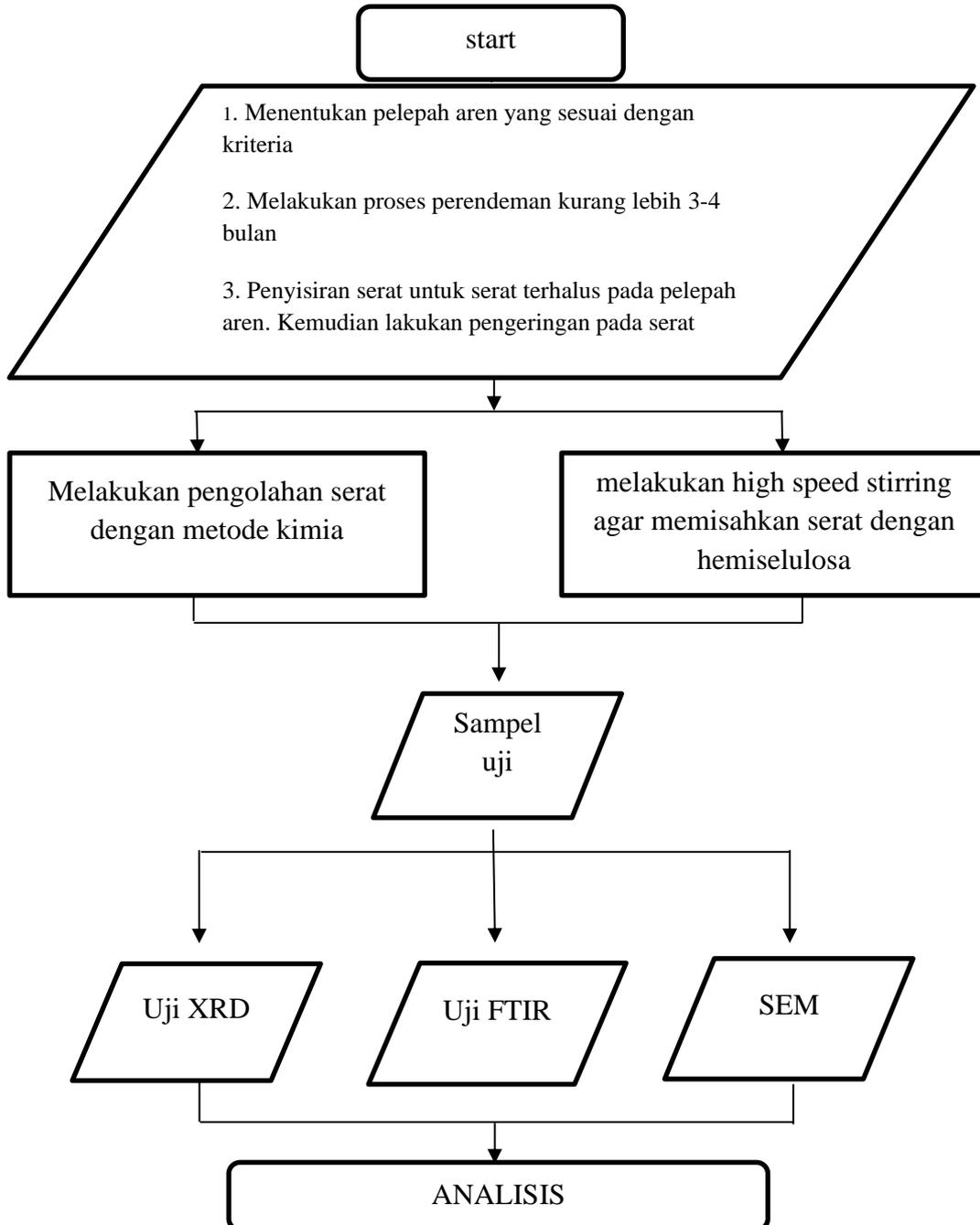
b) Fibre composite, yaitu penguatnya berbentuk serat

c) Structural composite, yaitu cara penggabungan material komposit

BAB III

METODELOGI

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir proses pengolahan dan pengujian serat

3.2 Persiapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian alat dan bahan yang dipergunakan untuk pembuatan fibrilasi komposit dipersiapkan terlebih dahulu agar dapat mempermudah pada proses jalannya penelitian sehingga dapat berjalan dengan lancar dan sesuai dengan rencana.

3.2.1 Alat – alat yang Digunakan

Alat alat yang dipergunakan wadah pembuatan fibrilasi komposit serat aren dengan variasi putaran dan waktu, alat yang digunakan untuk pembuatan fibrilasi komposit adalah sebagai berikut:

1. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah peralatan laboratorium umum yang digunakan untuk mengukur volume cairan. Alat ini memiliki bentuk silinder dan setiap garis penanda pada gelas ukur mewakili jumlah cairan yang telah terukur. Gelas yang dipergunakan yaitu berukuran 100 ml.



Gambar 3.2. Gelas ukur

2. Gergaji

Gergaji berfungsi perkakas berupa besi tipis bergigi tajam yang digunakan untuk memotong atau membelah kayu atau benda lainnya.



Gambar 3.3. Gergaji

3. Sikat Kawat

Sikat kawat merupakan perkakas yang digunakan untuk mengambil serat baik halus maupun kasar agar memisahkan dari daging pelepah.



Gambar 3.4. Sikat kawat

4. Wadah

Wadah berfungsi sebagai tempat proses perlakuan alkali dan proses steam pada pembuatan fibrilasi serat aren



Gambar 3.5. Wadah

5. Panci

Panci berfungsi sebagai alat merebus air untuk proses steam pada serat aren.



Gambar 3.6. Panci

6. Kompor Listrik

Kompor listrik pada penelitian ini berfungsi sebagai alat steam serat yang sebelumnya sudah melalui proses perlakuan alkali.



Gambar 3.7. Kompor listrik

7. Botol Plastik

Pada proses pembuatan fibrilasi serat alam diperlukan botol plastik yang berfungsi sebagai tampungan sementara serat yang telah diaduk.



Gambar 3.8. Botol plastik

8. Kertas Saring

Pada proses pemisahan serat dibutuhkan kertas saring yang berfungsi sebagai penyaring agar serat yang telah diaduk tidak larut tersaring dan memungkinkan bagian dari larutan dapat terpisahkan melalui pori-pori kertas.



Gambar 3.9. Kertas saring

9. Plastik Klip

Plastik klip berfungsi untuk penyimpanan serat yang telah melalui proses pengadukan dan pengeringan.



Gambar 3.10. Plastik bungkus klip

10. Gunting

Gunting berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk memotong serat aren sesuai ukuran yang telah di tentukan.



Gambar 3.11. Gunting

11. Timbangan Digital

Timbangan digital ini berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk menimbang berat serat.



Gambar 3.12. Timbangan digital

12. Kertas Label

Kertas label digunakan untuk pencacatan hasil waktu dan kecepatan pemutaran pada specimen agar tidak terjadi kesalahan dalam proses berikutnya.



Gambar 3.13. Kertas label

13. Pengaduk Putaran Tinggi

Pengaduk magnetik diadakan untuk mendukung proses pembuatan komposit. Alat pengaduk ini pada prinsipnya mempunyai fungsi sama dengan pengaduk mekanik untuk daya rendah. Berbeda dengan pengaduk mekanik, alat pengaduk magnetik sudah dilengkapi pemanas, sensor temperatur dan sensor putaran



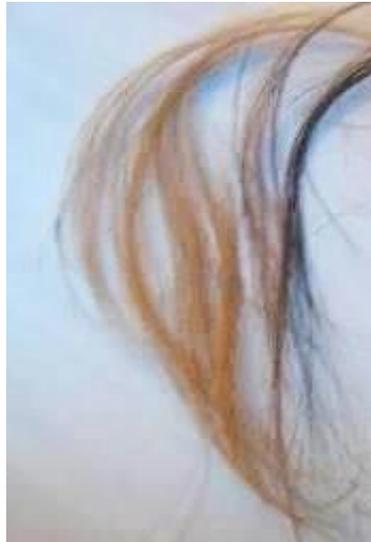
Gambar 3.14. Alat pengaduk putaran tinggi

3.2.2 Bahan yang akan Digunakan

Bahan – bahan yang digunakan untuk pembuatan fibrilasi serat alam untuk komposit adalah sebagai berikut:

1. Serat Aren

Serat yang digunakan dalam pembuatan fibrilasi serat alam ini adalah menggunakan serat aren.



Gambar 3.15. Serat aren

2. NaOH (Alkali)

Dalam proses pembuatan fibrilasi serat aren untuk nano komposit bahan yang digunakan yaitu alkali untuk meningkatkan kandungan selulosa.



Gambar 3.16. Alkali (NaOH)

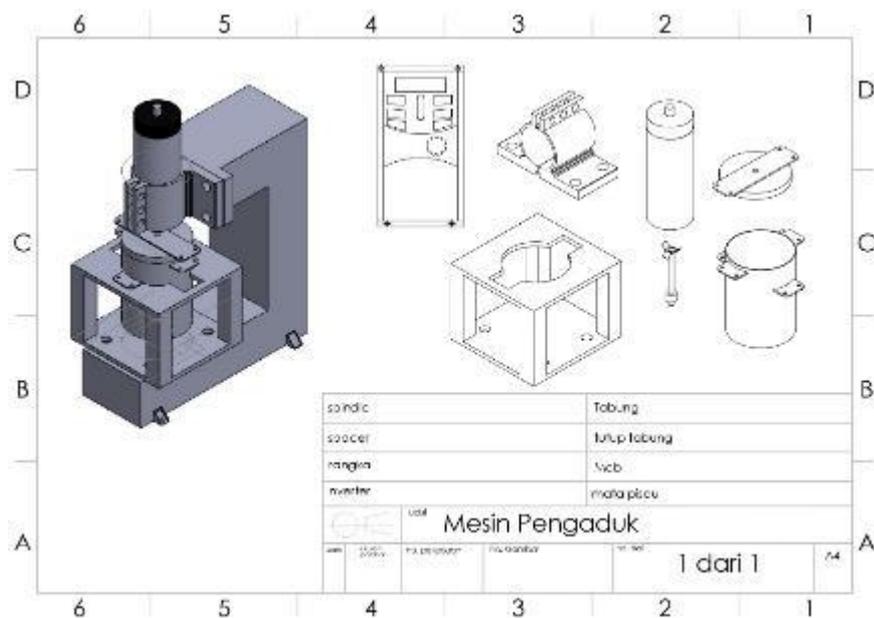
3. Aquades

Dalam proses pembuatan fibrilasi serat aren untuk komposit digunakan air aquades yang merupakan air hasil penyulingan atau biasa disebut dengan proses distilasi atau biasa juga disebut dengan air murni.



Gambar 3.17. Aquades

3.3 High Speed Stirring



Gambar 3.18. Pengaduk putaran tinggi

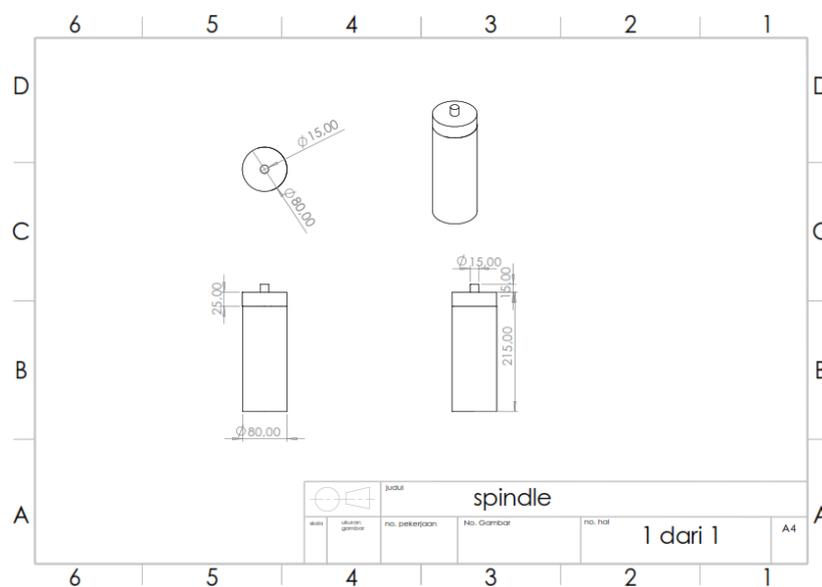
Mesin pengaduk pada prinsipnya ada 2 yakni pengaduk mekanik (*mechanic stirrer*) dan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*). Mesin pengaduk mekanik pada

prinsipnya terdiri dari tabung, sudu pengaduk, *spindle*, *inverter*, rangka dan dudukan (*spacer*). Alat pengaduk ini pada prinsipnya mempunyai fungsi sama dengan pengaduk mekanik untuk daya rendah. Berbeda dengan pengaduk mekanik, alat pengaduk magnetik sudah dilengkapi pemanas, sensor temperatur dan sensor putaran.

Mesin pengaduk memiliki beberapa komponen dengan fungsinya sebagai berikut.

a. Spindle

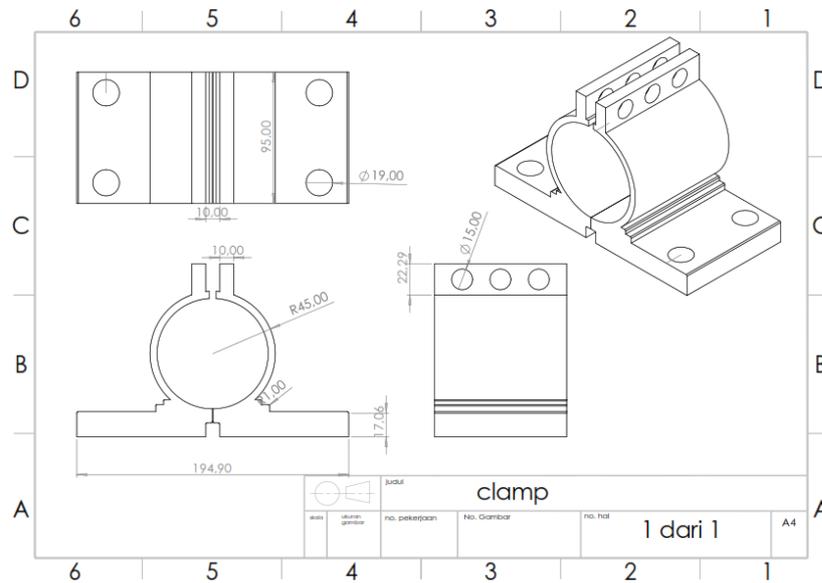
Spindle adalah lubang sepanjang headstock. Lubang ini berfungsi saat kita ingin memutar poros yang memiliki panjang lebih dari panjang mesin bubut itu sendiri.



Gambar 3.19. Spindel

b. Clamp Spindle

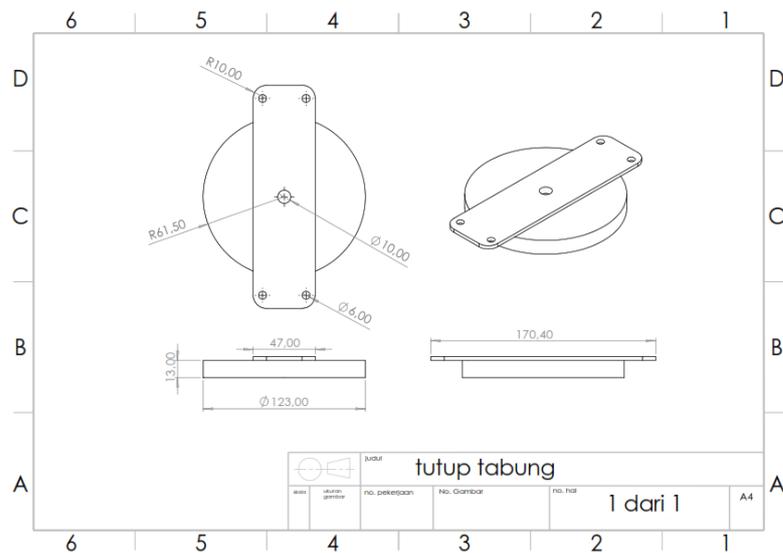
Clamp spindle adalah dudukan headstock dudukan ini berfungsi untuk saat spindle berputar tidak ada pergeseran.



Gambar 3.20. Clamp spindel

c. Tutup Tabung

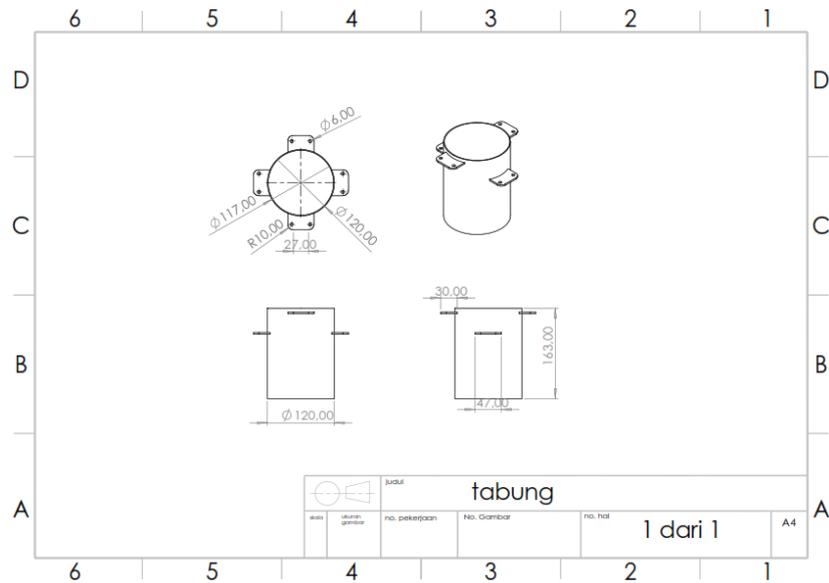
Tutup tabung digunakan sebagai penutup tabung yang berfungsi untuk menutup tabung saat mesin beroperasi agar spesimen tetap berada di tabung.



Gambar 3.21. Tutup tabung

d. Tabung

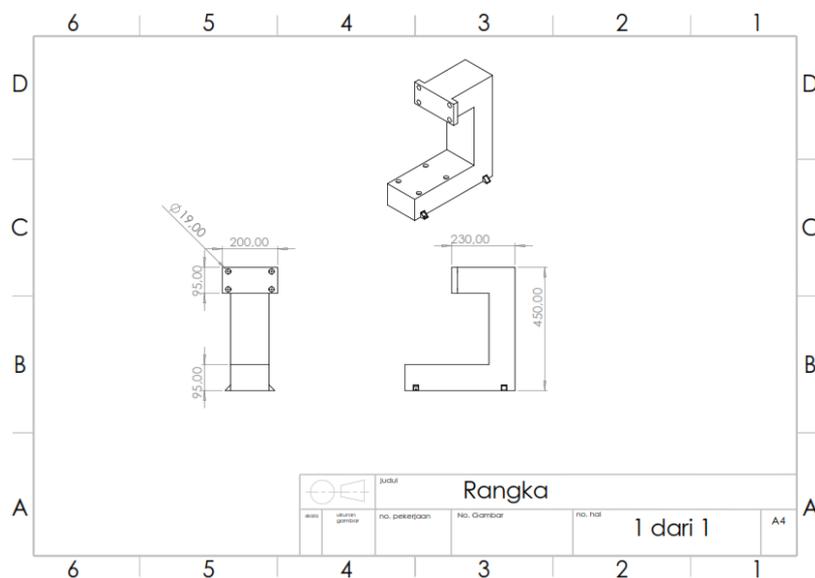
Tabung digunakan sebagai tempat pengadukan spesimen yang akan di uji.



Gambar 3.22. Tabung

e. Rangka Utama

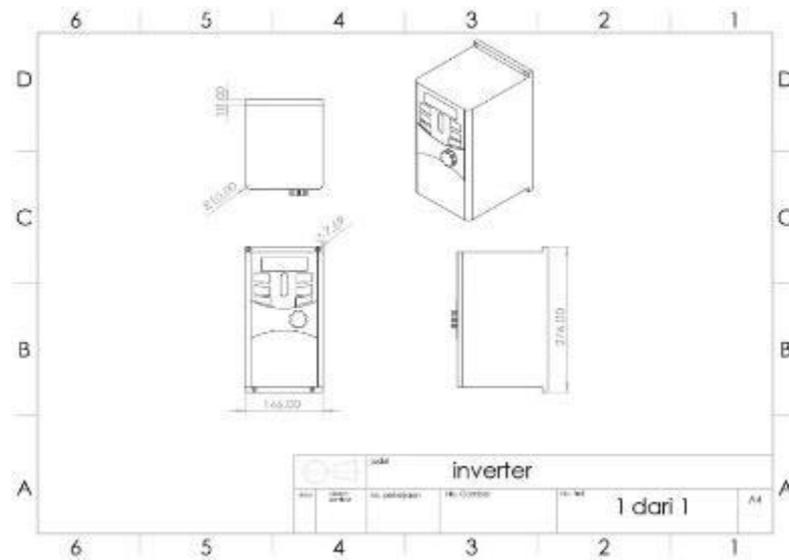
Rangka adalah sebuah rangka yang mampu menahan beban dari komponen-komponen mesin. Panjang rangka bagian alas berukuran 40 cm. Hasil pengukuran rangka bagian alas didapat lebar 14 cm.



Gambar 3.23. Rangka utama

f. Inverter Motor

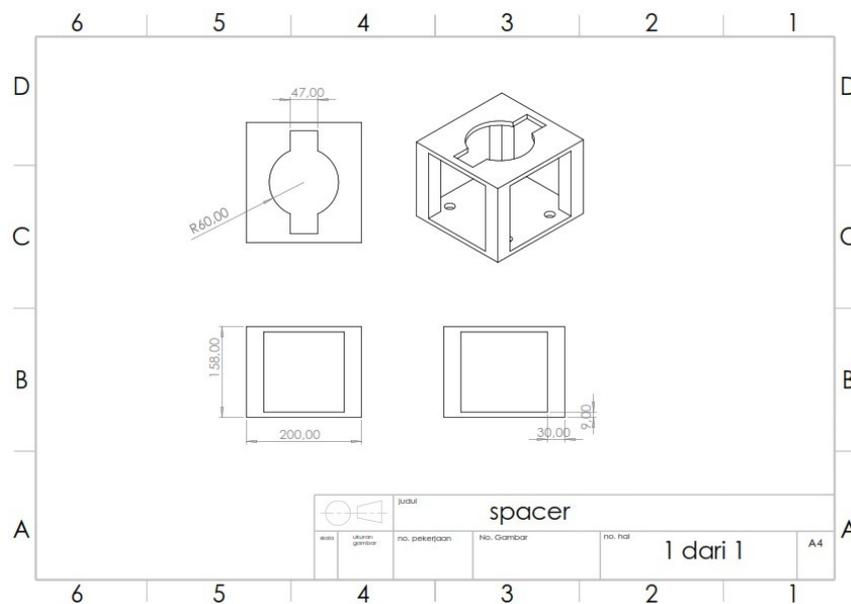
Inverter merupakan alat/komponen untuk mengatur kecepatan motor-motor listrik/servo. Atau bisa disebut converter drive.



Gambar 3.24. Inverter

g. Specer Tabung

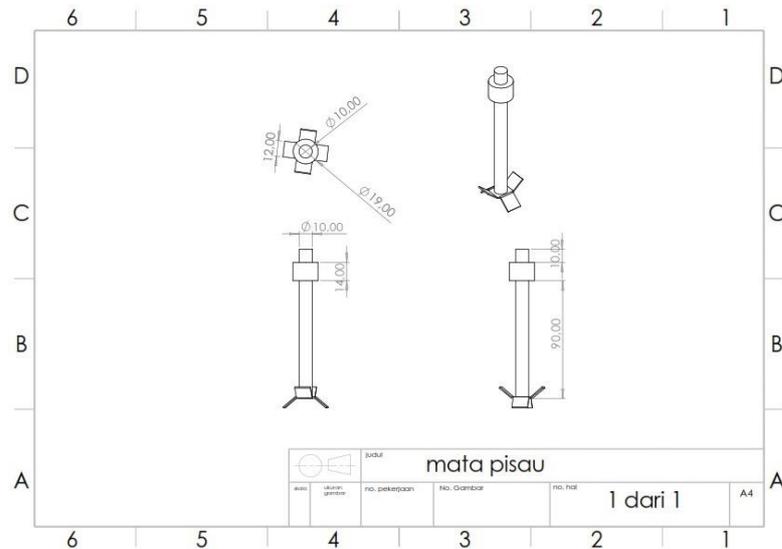
Specer tabung adalah sebuah specer yang mampu menahan beban dari tabung agar posisi tabung tidak bergerak.



Gambar 3.25. Spacer Tabung

h. Mata Pisau

Mata pisau berfungsi untuk menghaluskan serat yang belum fibril dan ukuran serat aren akan menjadi berukuran skala nano.



Gambar 3.26. Mata pisau

3.3.1 Spesifikasi Mesin Pengaduk Putaran Tinggi

Mesin pengaduk putaran tinggi yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

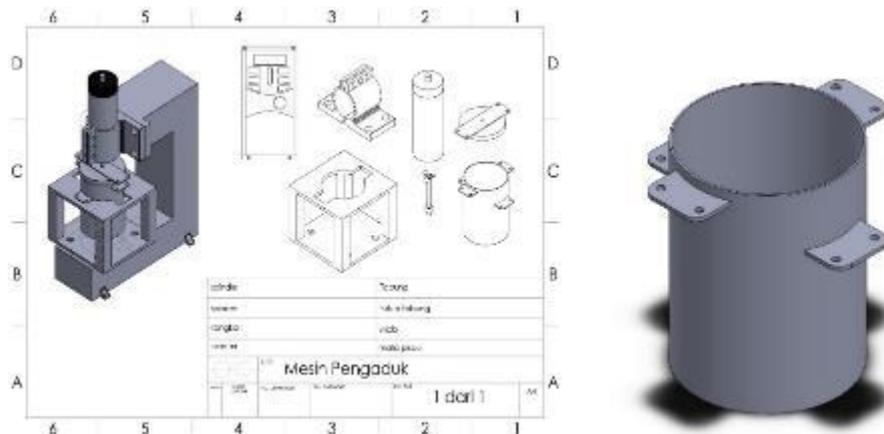
Tabel 3.1. Speksifikasi mesin pengaduk putaran tinggi

Dimensi Tabung (D x T)	120 mm x 163 mm
Daya	1.500 watt
Putaran	24.000 RPM
Spindle	ER16
Rangka (P x L x T)	400 mm x 140 mm x 450 mm
Spacer tabung (P x L x T)	210 mm x 200 mm x 158 mm
Tutup tabung (D x T)	120 mm x 10 mm
Inverter	GD20-1R5G-S2

3.3.2 Pembuatan Komponen dan Pengerjaan Alat

Proses pembuatan komponen pendukung putaran tinggi sebagai berikut:

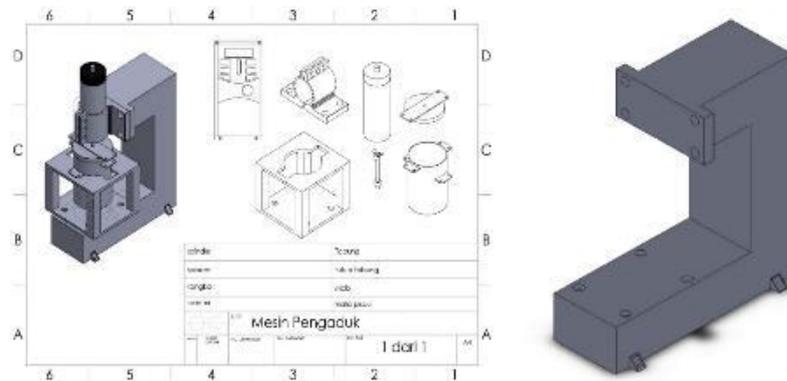
1. Tabung



Gambar 3.27. Tabung

Pembuatan tabung pendukung putaran tinggi diawali dengan pemilihan bahan yang akan digunakan yaitu plat besi yang dibentuk menjadi tabung berdiameter 120 mm dengan ketebalan 3 mm. setelah itu plat besi yang sudah dibentuk menjadi tabung dipotong sesuai ukuran panjang tabung 163 mm dilanjutkan dengan pemotongan plat datar untuk dijadikan alas dan penyangga tabung dengan spacer. Setelah itu dilakukannya pemotongan komponen tabung kemudian disambung dengan cara di las.

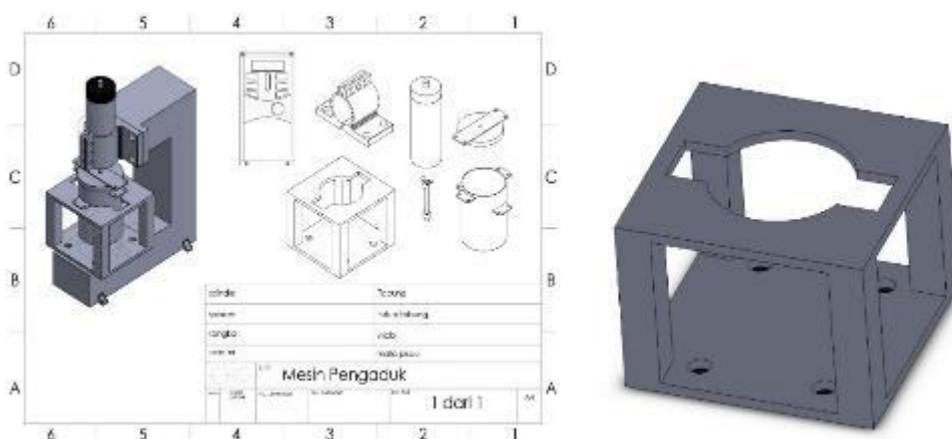
2. Rangka Alat



Gambar 3.28. Rangka alat

Dalam pembuatan rangka yang pertama yaitu mendesain sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan kemudian bahan yang digunakan untuk rangka mesin pengaduk putaran tinggi yaitu material besi berbentuk persegi dengan ketebalan panjangnya 200 mm dan lebar 95 mm. Setelah pemilihan bahan, langkah selanjutnya yaitu pengukuran bahan sesuai pada desain yang telah dibuat. proses selanjutnya yaitu peyambungan rangka menggunakan pengelasan.

3. Spacer

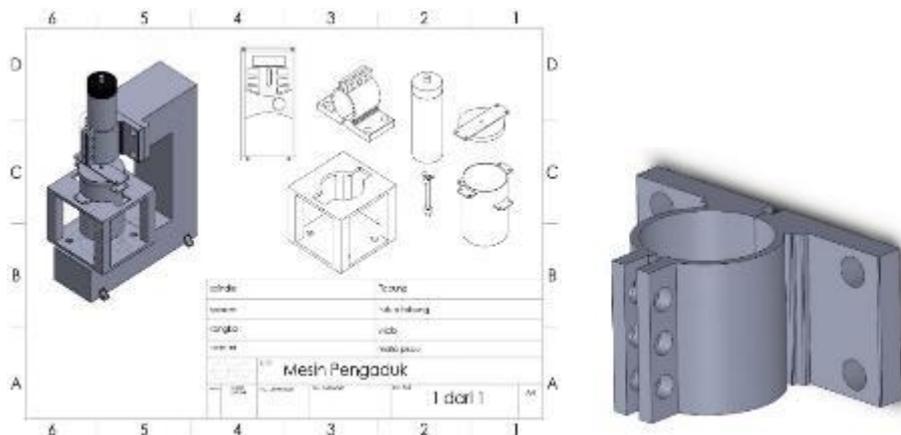


Gambar 3.29. Spacer

Spacer mesin pengaduk berbentuk persegi dengan rangka alas dan rangka bawah menggunakan plat besi dengan ketebalan 3 mm yang di sangga dengan

material besi di setiap ujung spacer. Rangka atas di lakukan pemotongan berbentuk lingkaran dengan sisi kanan dan kiri berbentuk persigi yang berfungsi untuk menyangga tabung pengaduk.

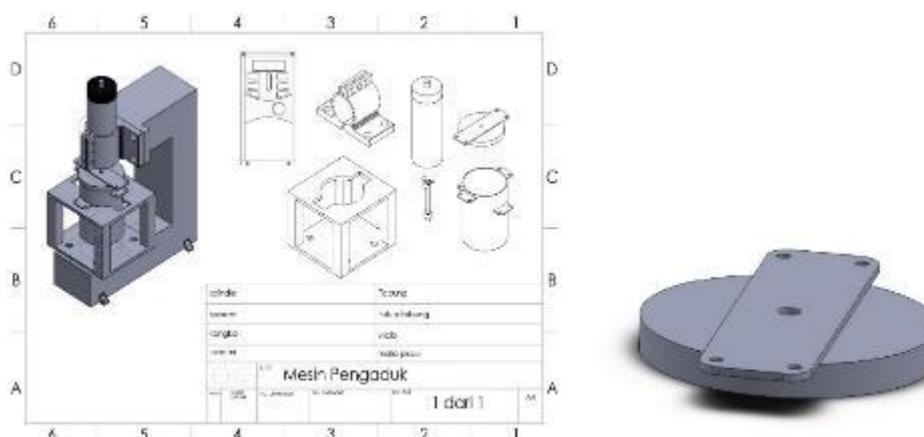
4. Clamp Spindel



Gambar 3.30. Clamp spindel

Clamp spindle di buat dengan menggunakan material besi yang berbentuk setengah lingkaran dan berbentuk persegi panjang dimana kedua bentuk tersebut digabungkan dengan pengelasan. Clamp spindle ini dibuat sebanyak 2 buah untuk dudukan spindle.

5. Tutup Tabung

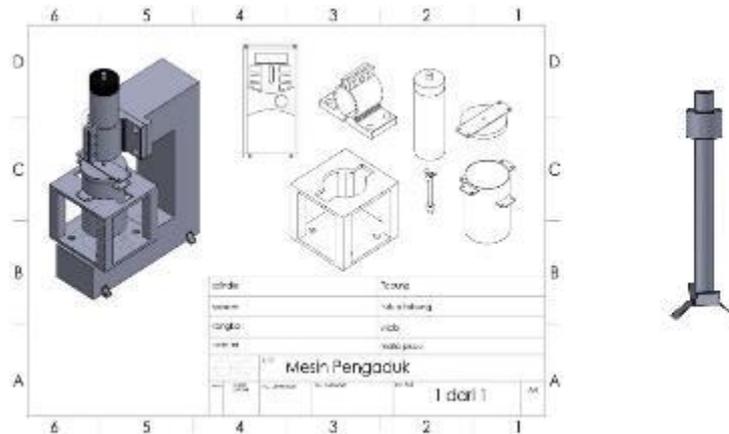


Gambar 3.31. Tutup tabung

Pembuatan tutup tabung dalam hal ini menggunakan plastik tebal yang solid berbahan PVC yang kemudian dibentuk dengan ukuran yang sama persis

dengan lebar tabung, tetapi di lebihkan untuk menutup tabung dengan rapat yang berfungsi agar spesimen pada tabung tidak meluap.

6. Mata Pisau



Gambar 3.32. Mata pisau

Pisau pada mesin pengaduk berkecepatan tinggi yang tersedia di lab terbuat dari bahan stainless steel, bahan ini dipilih karena tidak mudah berkarat. Mata pisau yang dipakai pada mesin pengaduk berkecepatan tinggi berjumlah 4 buah yang dipasang melintang dan dibaut ke poros

3.4 Prosedur Penggunaan Mesin Pengaduk Putaran Tinggi

Memahami prosedur menjalani mesin pengaduk putaran tinggi sangatlah penting karena mesin tersebut berputar sangat tinggi:

1. Membersihkan tabung dan mata pisau dari kotoran yang menempel.
2. Siapkan bahan yang akan digunakan
3. Masukkan bahan ke dalam tabung pengaduk
4. Pasang tabung pada spacer alat usahakan sesuai tanda yang telah di sediakan
5. Tutup tabung pengaduk dengan pengaduk yang telah menyatu pada poros mata pisau

6. Kencangkan penutup tabung dengan menggunakan baut usahakan juga sesuaikan dengan tang yang disediakan pada spacer dan plat penutup tabung agar tidak terjadi kebocoran
7. Sambungkan colokan alat pada aliran listrik
8. Switch MCB dari off ke on
9. Atur inverter sesuai putaran yang akan dilakukan dengan cara memutar tombol rotary pada inverter
10. Lalu yang terakhir tekan tombol RUN pada inverter dan mesinpun akan berputar sesuai dengan putaran yang telah di atur pada inverter.

3.5 Pemeriksaan Data Alat

Mesin pengaduk putaran tinggi yang saya uji memiliki kecepatan pada satuan Hertz tetapi yang kita butuhkan satuannya RPM, dengan cara mengkalikan 0,016667hz.

3.6 Kalkulasi

3.6.1 Merencanakan Daya Motor

Mendefinisikan daya motor harus dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan daya motor tersebut. Untuk definisi dan perhitungan daya motor dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

Daya motor dihitung dengan persamaan, $P = T \cdot \omega$

$$\text{Atau } P = T \cdot \frac{2 \pi n}{60}$$

Dimana: P = Daya yang diperlukan (Watt)

T = Torsi (N.m)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

N = Putaran motor (rpm)

Untuk mencari torsi, maka persamaan yang digunakan ialah:

$$T = 9.74 \times 10^5 \times \frac{P}{N_p}$$

Dimana: P = Daya yang dibutuhkan (Watt)

N_p = Putaran motor (rpm)

3.6.2 Daya Motor Penggerak

Motor penggerak yang digunakan adalah jenis motor listrik dc. Motor listrik merupakan salah satu sumber utama sebagai tenaga untuk mensuplai daya ke poros.

3.6.3 Daya Penggerak untuk Menggerakkan Perangkat Mesin

Untuk menggerakkan seluruh komponen perangkat mesin, maka perlu diketahui daya motor penggerak yang dibutuhkan agar mampu menggerakkan seluruh komponen-komponen mesin tersebut. Dari seluruh komponen yang berotasi diperoleh momen inersia (I) berikut:

$$I = \frac{\pi}{64} \times d^4$$

Dimana: I = momen inersia (m⁴)

D = Diameter poros (m)

3.6.4 Poros dengan Beban Bending

Ketika poros yang hanya menerima momen bending, maka tegangan maksimum (Tarik dan tekan) diberikan oleh persamaan berikut:

$$\frac{M}{I} = \frac{\sigma_b}{y}$$

Dimana;

$$M = w \times l$$

$$\sigma = \frac{M x y}{I}$$

$$m = \rho x v$$

Maka;

$$V = \frac{\pi}{4} x d^2 x l$$

$$y = \frac{d}{2}$$

Dimana: M = Momen bending

I = momen inersia penampang poros

σ_b = Tegangan bending

y = jarak dari sumbu netral ke permukaan luar poros

w = berat poros

v = volume silinder

ρ = Massa jenis poros

m = massa poros

l = Panjang poros

3.7 Pemeriksaan Fisik Peralatan dan Komponen

Sebelum melakukan pemutaran dilakukan pemeriksaan alat secara visual seperti pada alat inverter, rangka dudukan, dan circuit breaker, kemudian dilanjutkan pemeriksaan komponen kabel, steker, socket, mur dan baut.

Pemeriksaan yang dilakukan pada peralatan High Speed Steering termasuk dalam hal:

1. Iverter GD20-1R5G-S2

Inverter memiliki peran penting pada alat pengaduk putaran tinggi. Inverter sendiri terdiri dari sirkuit yang sangat presisi. Oleh karena itu inverter harus diperlihara secara berkala. Pmeliharaannya meliputi sebagai berikut:

a. Pengujian kinerja produk

Inverter yang tidak dalam kondisi optimal maka akan gagal memenuhi kinerjanya. Oleh karena itu sebelum pembelian inverter harus di periksa sesuai spesifikasi dan mengukur konversi daya inverter.

b. Pengujian resistansi isolasi

Pengujian resistansi isolasi digunakan untuk memeriksa pengurangan pada isolasi kawat. Pengujian tersebut dilakukan tidak hanya setelah masalah ditemukan, tetapi juga secara teratur untuk mencegah masalah tersebut sebagai bagian dari masa pemeliharaan mesin berkala.

c. Pemeriksaan malfungsi

Ketika terjadi malfungsi pada inverter maka tidak dapat memperbaiki sampai bagian dalam. Pengujian inverter diperlukan untuk memeriksa malfungsi inverter dan diperbaiki jika ada yang perlu diperbaiki agar inverter berjalan dengan semestinya.

2. MCB (Miniatur Circuit Breaker)

Permeriksaan MCB bertujuan untuk menjaga agar breaker dapat selalu beroperasi dengan baik, sesuai dengan fungsinya dan tetap aman. Pemeriksaan MCB dilakukan dengan cara pengecekan pada switch on/off apakah terjadi

kelonggaran atau tidak. Pembongkaran MCB dilakukan untuk mengetahui apakah ada yang terbakar pada salah satu komponen jika salah satu itu terjadi diharapkan untuk mengganti dengan MCB baru agar tetap aman.



Gambar 3.33. MCB Tipe C10

3. Motor listrik DC (Arus Searah)

Permeriksaan Motor listrik bertujuan agar kinerjanya tetap optimal. Pemeriksaan yang kami lakukan dengan cara menyalakan mesin dengan cara membandingkan antara kecepatan 1000 rpm dengan 5000 rpm jika pada kedua kecepatan tersebut memiliki getaran yang berbeda maka motor listrik masih keadaan normal namun jika pada putaran 5000 rpm motor listrik memiliki getaran yang minim seperti getaran 1000 rpm maka motor listrik dalam kondisi lemah atau rusak.



Gambar 3.34. Spindel.

4. Kabel

Pemeriksaan yang kami lakukan pada kabel hanya dengan menggunakan visual dan menekuk kabel. Pada kondisi kabel yang sudah mulai getas maka Ketika kabel ditekuk akan terlihat kegetasan yang terjadi pada kabel, bahkan jika sudah lama pengaman pada kabel tersebut mudah sekali patah dan terlihat tembaganya. Jika sudah seperti itu diharuskan segera melakukan penggantian kabel agar tidak terjadi kecelakaan saat penggunaan alat, sebisa mungkin penempatan kabel dijauhkan dari hal yang mudah terbakar apabila kabel tersebut terbakar tidak mudah terkena benda lain.

5. Rangka, tabung, dan poros

Rangka, tabung dan poros terbuat dari logam. Oleh karena itu pemeriksaan yang dilakukan hanya pengamatan visual. Seperti yang diketahui logam memiliki sifat korosi jadi jika terdapat korosi pada salah satu komponen, yang kami lakukan yaitu pengecatan namun jika adanya korosi maka dilakukan penggantian komponen yang baru.

6. Mata pisau

Pemeriksaan mata pisau yang terdapat pada mesin pengaduk yaitu kami melakukan pengamatan secara visual dikarenakan Ketika kami akan menggunakan alat sebelum dan sesudahnya mata pisau dibersihkan dari serat yang menempel sehingga dapat meminimalisir korosi pada mata pisau.

3.8 Pemeriksaan Peralatan pada saat Reparasi

Pada saat reparasi kabel dilakukan pengecekan apabila kabel sudah getas atau terlihat tembaganya, maka dilakukan penggantian, kemudian jika miniature circuit breaker mengalami adanya kelonggaran pada switch maka dilakukan penggantian miniatur circuit breaker yang baru, pengecekan pada rangka dudukan apabila rangka tersebut terlihat korosi dan keropos maka sebaiknya dilakukan pengecatan atau penggantian rangka yang baru. Apabila ulir pada mur dan baut telah aus maka lakukan penggantian mur dan baut yang baru. Jika arus listrik melebihi spesifikasi pada inverter maka inverter akan mengalami korsleting dan jika arus listrik dibawah spesifikasi inverter maka inverter tidak dapat digunakan.



Gambar 3.35. Mur dan baut korosi

Untuk tegangan listrik yang dibutuhkan pada lab harus memenuhi syarat inverter jika kurang maka inverter tidak menyala atau berputar lalu keluar tulisan pada LCD inverter bertuliskan SP0 yang berarti tegangan listrik yang masuk ke inverter kurang memadai sehingga muncul pesan malfungsi.



Gambar 3.36. Pesan malfungsi pada inverter

3.9 Pemeriksaan Komponen pada saat Komponen Jadi

Pemeriksaan komponen yang pertama kali adalah memeriksa sambungan las pada produk rangka, kemudian pemeriksaan rangka sambungan baut, kemudian sambungan listrik menuju inverter agar sambungan listrik tidak terkena air ataupun gesekan dengan benda lain yang menyebabkan arus pendek.

3.10 Pemeriksaan Alat pada saat Pengujian Awal

Pada pemeriksaan alat yang akan dilakukan pengujian awal dapat disimpulkan bahwa alat tersebut tidak mengalami kerusakan dan pada sambungan rangka tidak adanya pergeseran yang dapat mengakibatkan poros mata pisau bergesekan pada pengaman tabung.



Gambar 3.37. Running test

3.11 Pemeriksaan pada saat Beroperasi

Selanjutnya pada saat alat beroperasi dilakukan pengecekan pada baut penutup tabung apakah sudah terpasang dengan benar, jika itu tidak diperhatikan maka bahan yang ada di dalam tabung akan keluar dan membasahi lab pengujian.



Gambar 3.38. Pemeriksaan saat beroperasi

3.12 Pemeriksaan Peralatan pada saat Tidak Beroperasi

Alat yang sudah digunakan maka dilakukan pembersihan agar alat tersebut tidak mengalami korosi dan agar tidak tercampur saat melakukan pengujian Kembali.



Gambar 3.39. Pemeriksaan saat tidak beroperasi

3.13 Prosedur Percobaan

3.13.1 Pelepasan Serat dari Pelepah Aren

Pada proses ini dilakukan pemotongan pelepah aren dari 60 cm menjadi 30 cm, kemudian dilanjutkan dengan perendaman selama kurang lebih 3-4 bulan sampai pelepah menjadi lunak. Pelepah akan dilakukan proses penyisiran untuk memisahkan antara daging pelepah dengan serat halus maupun kasar. Serat yang sudah didapat dilakukan proses pengeringan dibawah terik matahari untuk memisahkan air perendaman dari serat.



Gambar 3.40. Serat aren

3.13.2 Mekanisme Kimia Serat Pelepah Aren Skala Mikrometer

Proses kimiawi dilakukan dengan perendaman bahan dengan menggunakan NaOH, dimana NaOH berfungsi untuk melunakkan serat, memisahkan selulosa dari ikatan, dan melarutkan lignin dan zat-zat lain yang terkandung, konsentrasi NaOH yang terlalu tinggi dan waktu perendaman terlalu lama bisa mengakibatkan kerusakan pada selulosa.

Pada proses perendaman menggunakan NaOH sebanyak 2 gr di air aquades kemudian tempatkan serat pelepah aren didalam wadah yang berisi larutan alkali. Pada proses perendaman serat dibiarkan terendam seluruhnya selama 4 jam dan akan mengakibatkan pemisahan hemiselulosa dan lignin dengan begitu dinamakan perlakuan kimia.



Gambar 3.41. Mengukur berat alkali untuk spesimen

Perlakuan kimia berpengaruh secara langsung terhadap struktur serat dan mengubah komposisi kimia serat, mengurangi kecenderungan penyerapan kelembaban oleh serat, sehingga akan memberikan ikatan antara serat dengan matriks yang lebih baik. Hal ini akan menghasilkan sifat mekanik dan termal komposit yang lebih baik.



Gambar 3.42. Perlakuan alkali

3.13.3 Mekanisme Fisik Serat Pelepah Aren Skala Mikrometer

Setelah dilakukannya proses perendaman selama 4 jam maka spesimen akan dilakukan pengukusan (*steaming*) hingga kering selama \pm 1 jam.



Gambar 3.43. Proses steaming serat

Proses pemotongan serat aren berukuran 2 mm akan ditimbang sebesar 2 gr, kemudian serat akan dimasukkan kedalam tabung alat pengaduk putaran tinggi dan ditambahkan aquades sebesar 400 ml. tabung dikencangkan sesuaikan dengan dudukan dan apabila sudah kencang maka

mesin siap dijalankan dengan putaran 10000 rpm interval waktunya 60 menit dan 120 menit.



Gambar 3.44. Pemotongan serat aren

3.13.4 Mekanisme Mekanik Serat Pelepah Aren Skala Nanometer

Spesimen akan ditimbang sebesar 2 gr pada pengujian ini dibagi beberapa waktu yaitu: 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Begitu juga untuk putaran diantaranya 7500 rpm dan 10000 rpm. Setelah itu serat akan di pisahkan dengan hemiselulosa dengan metode pengadukan menggunakan alat *highspeed stirring* berdasarkan klasifikasi waktu dan putaran.



Gambar 3.45. Pemutaran serat aren

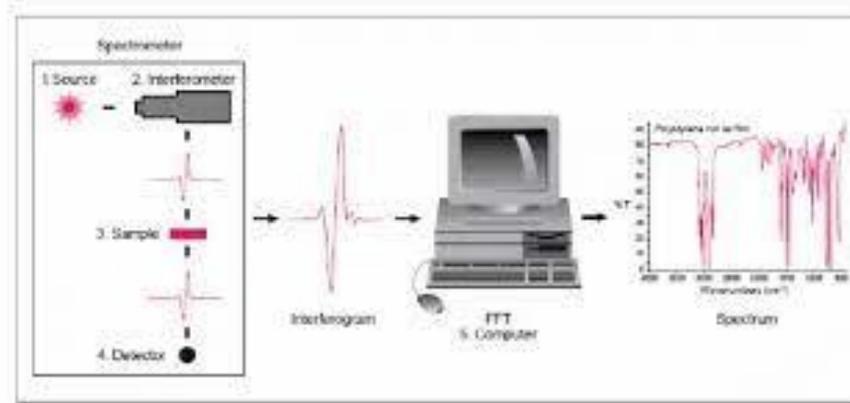
3.14 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

FTIR dilakukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada pada serat aren. Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan pertama kali karena untuk mengetahui ikatan dari serat aren.



Gambar 3.46. Preparasi sample FTIR

Persiapan spesimen untuk pengujian FTIR dilakukan langkah awal yaitu penyortiran serat setelah itu serat dimasukkan kedalam wadah plastic dan akan diklasifikasikan sesuai waktu putaran dan kecepatan putaran. Pada pengujian FTIR ini akan menghasilkan spektrum vibrasi sample serat untuk mengenali sebanyak mungkin puncak sehingga nantinya ada tahapan lebih lanjut analisis spektrum hasil pengukuran menggunakan pengujian lainnya.



Gambar 3.47. Alat uji FTIR

Adapun cara kerja FTIR seperti berikut ini: Mula mula zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati chopper. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh recorder. Selanjutnya diperlukan amplifier bila sinyal yang dihasilkan sangat lemah.

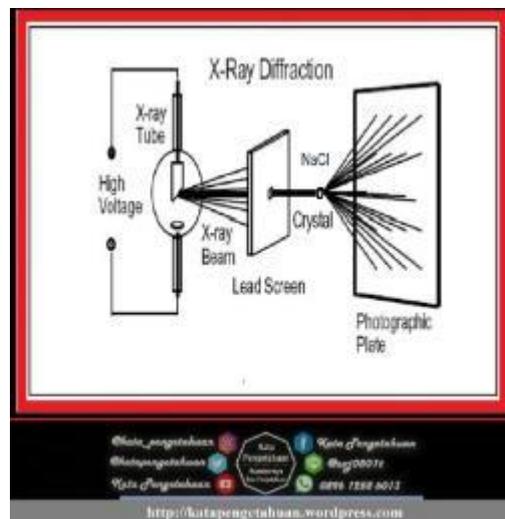
3.15 *X-Ray Diffraction (XRD)*

Persiapan spesimen untuk pengujian XRD dilakukan langkah awal yaitu penyortiran serat setelah itu serat dimasukkan kedalam wadah plastik dan akan diklasifikasikan sesuai waktu putaran dan kecepatan putaran.



Gambar 3.48. Preparasi sample XRD

Pada pengujian XRD untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta mendapatkan ukuran partikel, penentuan partikel tunggal dan penentuan struktur kristal dari material yang tidak diketahui.



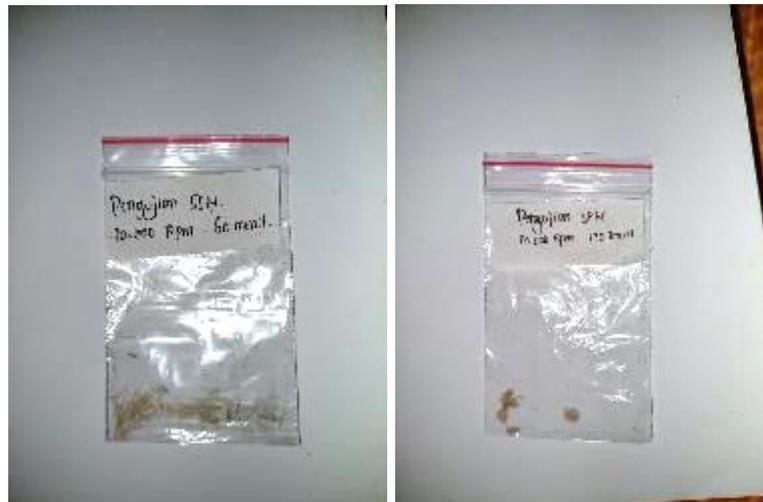
Gambar 3.49. Prinsip kerja XRD

Prinsip kerja XRD sinar X yang dihasilkan dari hasil suatu logam tertentu memiliki Panjang gelombang tertentu, sehingga dengan memfariasi besar sudut pantulan sehingga terjadi pantulan elastis yang dapat dideteksi. Sinar-X dihasilkan di suatu tabung sinar katode dengan pemanasan kawat pijar untuk menghasilkan

elektron-elektron, kemudian elektron-elektron tersebut dipercepat terhadap suatu target dengan memberikan suatu voltase, dan menembak target dengan elektron. Ketika elektron-elektron mempunyai energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron-elektron dalam target, maka karakteristik spektrum sinar-X dihasilkan.

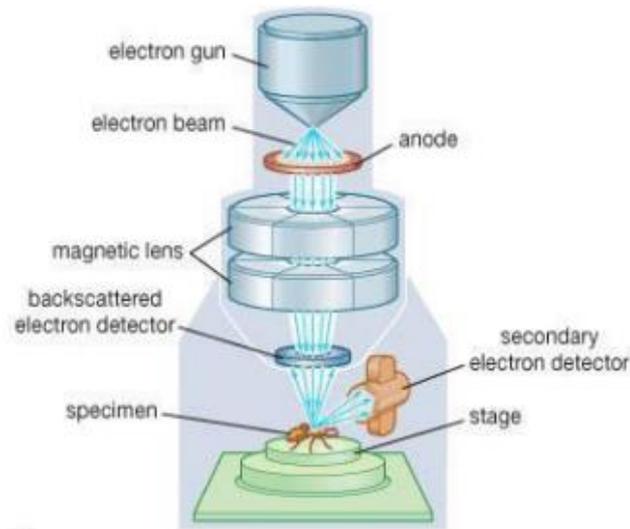
3.16 *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Pengujian Mikrostruktur dari komposit dilakukan dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)* untuk melihat bentuk dan ukuran partikel penyusunnya. *Scanning Electron Microscope (SEM)* merupakan mikroskop electron yang banyak digunakan untuk analisa permukaan material. SEM juga dapat digunakan untuk menganalisa data kristalografi, sehingga dapat dikembangkan untuk menentukan elemen atau senyawa.



Gambar 3.50. Preparasi sample SEM

Spesimen yang dipersiapkan untuk uji SEM diharuskan serat yang memiliki ukuran yang sangat kecil dan tidak menggumpal. Oleh karena itu pada proses penyortiran serat harus teliti setelah dilakukan penyortiran serat di masukan kedalam plastik kecil.



Gambar 3.51. Prinsip kerja SEM

Prinsip kerja dari SEM sebuah pistol elektron akan memproduksi sinar elektron, kemudian elektron tadi dipercepat oleh anoda, setelah itu lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel, elektron telah fokus tadi memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai, ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT). Pengamatan sampel dilakukan dengan menembakkan berkas elektron yang berintensitas tertinggi ke permukaan sampel, kemudian scan seluruh permukaan material pengamatan. Karena luasnya daerah pengamatan, dapat dibatasi lokasi yang akan diamati dengan melakukan zoom-in atau zoom-out. Dengan memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat diketahui dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat di dalam komputer.

SEM menggunakan prinsip scanning, maksudnya berkas electron diarahkan dari titik ke titik objek. Gerakan berkas electron dari suatu titik ke titik yang lain ada suatu daerah objek yang menyerupai gerakan membaca. Gerakan ini disebut *scanning*. Komponen utama SEM terdiri dari dua unit yaitu electron *coloumn* dan

display coloumn. Elektron *coloumn* merupakan model electron *beam scanning*. Sedangkan *display console* merupakan elektron sekunder yang di dalamnya terdapat CRT. Pancaran elektron energi tinggi dihasilkan oleh *electron gun* yang kedua tipenya berdasarkan pada pemanfaatan arus.

3.16.1 Persiapan Sampel Uji SEM

1. Tempelkan *carbon tape* pada *specimen mount* untuk meletakkan sampel.
2. Pasang sampel pada *specimen*. Setting tinggi permukaan sampel sama dengan tinggi permukaan *specimen holder*, kemudian kencangkan skrup dengan kunci L yang sesuai.
3. Pastikan sampel menempel pada *carbon tape* dan bebas debu dengan cara *diblower*.
4. Untuk sampel yang non konduktif apabila ingin dianalisa di *high vacuum* sebelum dimasukkan ke dalam *chamber*, sampel harus di *coating* dulu menggunakan *Auto Fine Coater*.

Preparasi sampel tergantung dari jenis sampel

Metode Coating

1. Buka tutup *Auto Fine Coater* kemudian letakkan tutupnya ditempel yang disediakan
2. Masukkan sampel pada *Auto Fine Coater Chamber*, letakkan pada posisi ditengah.
3. Setting arus yang digunakan 10mA dan waktu operasi *coating* 30 detik.
4. Setelah selesai biarkan sebentar hingga vakum berkurang, kemudian buka tutup dan ambil sampel yang telah *dicoating*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Bending pada Poros Mata Pisau

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui beban bending pada poros mata pisau. Data yang didapat adalah sebagai berikut:

D: Diameter poros = 10 mm = 0.01 m

ℓ : Panjang poros = 114 mm = 0.114 m

ρ : Massa jenis = 0.62 kg/m³

Np: Putaran per menit = 24.000 Rpm

P: Daya = 1500 watt = 1.5 Kw

1. Volume poros

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \ell \\ &= \frac{3.14}{4} \times (0.01)^2 \times 0.114 \\ &= 8.949 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Massa poros

$$\begin{aligned} M &= \rho \cdot V \\ &= 0.62 \text{ kg/m}^3 \times 8.949 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \\ &= 5.548 \times 10^{-6} \text{ kg} \end{aligned}$$

3. Momen Inersia penampang

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} \cdot d^4 \\ &= \frac{3.14}{64} \times (0.01)^4 \\ &= 4.906 \times 10^{-10} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

4. Tegangan Bending

M_b = Momen Bending

$$\begin{aligned} M_b &= W \cdot \ell \\ &= 5.548 \times 10^{-6} \text{ kg} \times 0.114 \text{ m} \\ &= 6.324 \times 10^{-7} \text{ kg.m} \end{aligned}$$

σ_b = Tegangan Bending

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{M_b \cdot y}{I} \\ &= \frac{6.324 \times 10^{-7} \cdot \text{m} \times 0.005 \text{ m}}{4.906 \times 10^{-10} \text{ m}^4} = 6.445 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

5. Daya motor yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} P &= T \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} \\ &= 0.59535 \frac{2 \times 3.14 \times 24.000}{60} \\ &= 1500 \text{ watt} \end{aligned}$$

6. Momen torsi

$$\begin{aligned} T &= 9.74 \times 10^5 \cdot \frac{P}{Np} \\ &= 9.74 \times 10^5 \times \frac{1.5 \text{ Kw}}{24.000} \\ &= 595.35 \text{ N.mm} = 0.59535 \text{ N.m} \end{aligned}$$

4.2 Pengamatan Hasil Pemutaran

Pada saat sebelum pemutaran serat aren akan dilakukan perendaman kurang lebih 3-4 bulan sampai pelepah menjadi lunak, kemudian pelepah akan dilakukan proses penyisiran yang dimana pada proses ini memisahkan antara daging pelepah dengan serat halus maupun kasar. Serat aren yang sudah didapat akan di keringkan dibawah terik matahari.

Proses kimiawi dengan metode perendaman menggunakan bahan NaOH dimana bahan ini berfungsi untuk melunakkan serat, memisahkan selulosa dari

ikatan, melarutkan lignin dan zat-zat lain yang terkandung. Proses perendaman serat aren dibutuhkan 2 jenis bahan yaitu NaOH dan aquades. cairan aquades sebanyak 100 ml dituangkan pada wadah kemudian 2 gr NaOH dimasukkan pada wadah tersebut samapai NaOH terlarut pada cairan aquades. Selanjutnya serat aren dimasukkan kedalam larutan tersebut selama 4 jam dimana proses perendaman akan mengakibatkan pemisahan hemiselulosa dan lignin.



Gambar 4.1. Perlakuan alkali pada serat aren

Serat aren yang sudah dilakukan proses kimiawi maka spesimen dilakukan pengukusan (*steaming*) selama ± 1 jam kemudian serat aren dipotong hingga berukuran 2 mm dan ditimbang sebesar 2 gr.



Gambar 4.2. Proses steaming serat

Spesimen yang sudah ditimbang sebesar 2 gr akan dilakukan proses mekanik dimana proses tersebut akan memberikan gaya penetrasi lagi pada proses fibrilasi untuk serat yang belum fibril dan ukuran serat aren akan menjadi berukuran skala nano. Spesimen dimasukan kedalam tabung alat pengaduk putaran tinggi dan ditambahkan aquades sebesar 400 ml. Spesimen yang sudah dihaluskan dengan pengadukan pada putaran 10000 rpm variasi waktu 60 dan 120 menit akan dimasukkan kedalam wadah botol dan didiamkan sampai serat mengendap ke bagian bawah botol, kemudian botol tersebut dituang pada kertas penyaring.



Gambar 4.3. Pengendapan dan penyaringan serat aren

Serat yang sudah disaring akan dipisahkan dari kertas saring berdasarkan pengujian FTIR, XRD dan SEM. Pada pengujian SEM serat yang dipilih serat yang halus dalam artian serat yang tersisa dikertas kemudian digesekan agar serat yang terhalus jatuh ke plastik klip, kemudian sampel dikelompokkan berdasarkan kecepatan putar dan waktu.

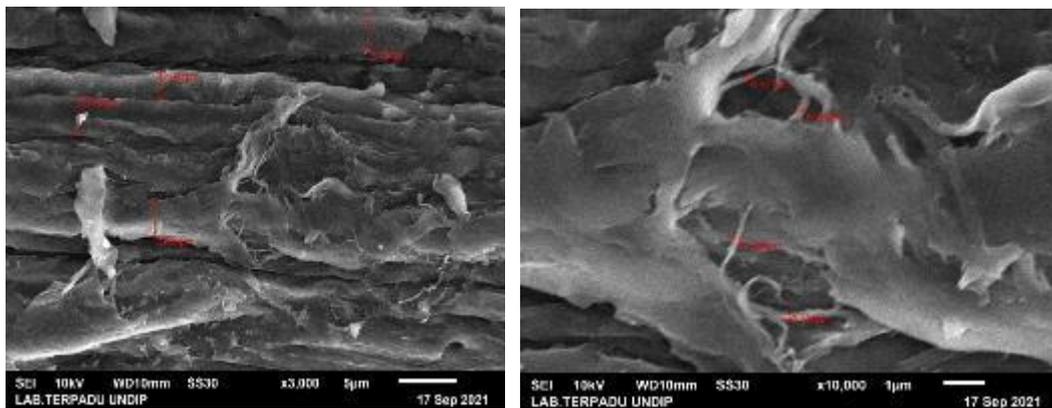


Gambar 4.4. Penyortiran serat

4.3 Analisa SEM

Proses pengujian SEM ini dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Diponegoro Semarang. Pengujian Scanning Electron Microscope digunakan untuk megkarakteristik morfologi permukaan spesimen serat pelepah aren dengan berbagai variasi perlakuan pemutaran pada serat di tunjukan dengan foto material tersebut dengan perbesaran berukuran mikro.

1. serat dengan perlakuan alkali dan putaran 60 menit

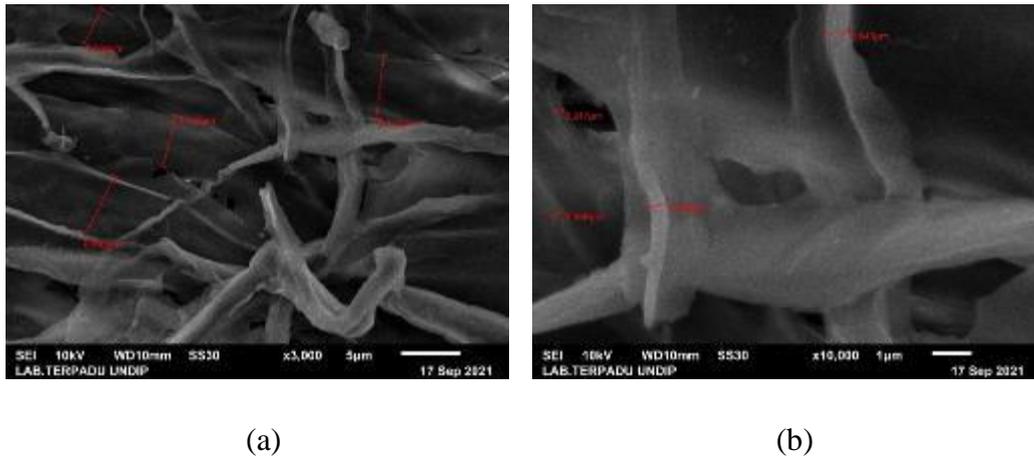


(a)

(b)

Gambar 4.5. Hasil foto SEM serat pelepah aren perlakuan alkali dan waktu putaran 60 menit dengan perbesaran (a) 3000x dan (b) 10000x

2. serat dengan perlakuan alkali dan putaran 120 menit



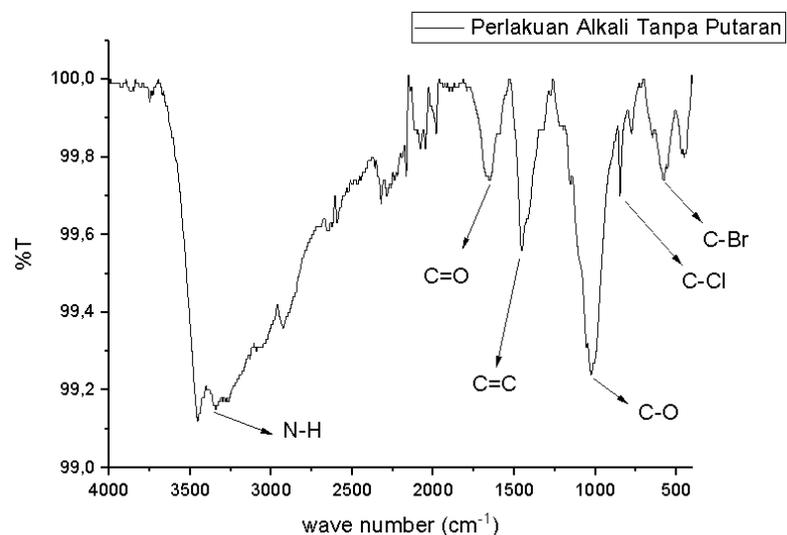
Gambar 4.6. Hasil foto SEM serat pelepah aren perlakuan alkali dan waktu putaran 120 menit dengan perbesaran (a) 3000x dan (b) 10000x

Hasil uji sem serat pelepah aren dengan metode alkali dan putaran 10000 rpm variasi waktu 60 menit dan 120 menit terlihat jelas kedua sample dengan perbedaan perbesaran yang dilakukan waktu pengujian. Gambar diatas merupakan hasil SEM dengan perbedaan pada waktu pemuatan. Terlihat pada perbesaran 3000x dengan capaian fibrilasi ukuran 2.204 – 3.003 μm atau 2204 – 3003 nanometer, permukaan serat pelepah aren dengan waktu putaran 60 menit masih ditutupi lapisan lignin di perkuat pada perbesaran 10000x yang memiliki ukuran fibrilasi mencapai 0.117 – 0.209 μm atau 117 – 209 nanometer, permukaan serat masih terlihat kasar dan bercabang. Pada perbesaran 3000x dan 10000x serat pelepah aren dengan waktu putaran 120 menit menunjukkan lignin dan pengotor lainnya sudah sedikit menghilang dari permukaan serat sehingga permukaan serat terlihat lebih bersih. Perbesaran 3000x memiliki ukuran fibrilasi mencapai 3.369 – 6.052 μm atau 3369 – 6052 nanometer sedangkan untuk perbesaran 10000x capaian fibrilasi ukuran 0.247 – 0.643 μm atau 247 – 643 nanometer.

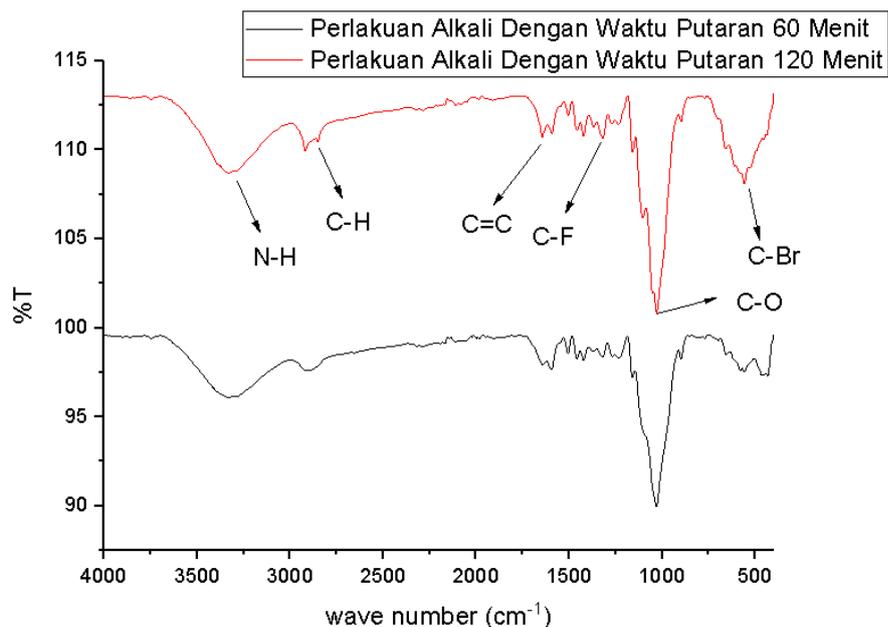
4.4 Analisa FTIR

Analisa FTIR ditujukan untuk mengetahui informasi terkait ikatan kimia yang ada pada serat aren. Ikatan kimia tersebut bisa diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ikatan dari serat pelepah aren (Arenga). Scan inframerah yang dihasilkan di wilayah pertengahan inframerah dari spektrum cahaya. Daerah pertengahan inframerah adalah 400-4000 cm^{-1} wavenumbers.

Penelitian ini menggunakan serat pelepah aren yang di alkalisasi. Proses alkalisasi ini bertujuan untuk menghilangkan lignin pada serat pelepah aren. Serat pelepah aren terdapat kandungan lignin, selulosa dan hemi selulosa. Gambar 4.7 menunjukkan hasil FTIR dengan proses alkalisasi tanpa putaran. Gambar 4.8 menunjukkan hasil FTIR menunjukkan hasil FTIR dengan proses alkalisasi dan putaran.



Gambar 4.7. Hasil uji FTIR serat aren dengan perlakuan alkali tanpa putaran



Gambar 4.8. Hasil uji FTIR serat aren perlakuan alkali dengan putaran waktu 60 dan 120 menit

Tabel 4.1. Daerah serapan inframerah serat aren putaran tinggi dan perlakuan alkalisasi

Daerah serapan (cm ⁻¹)		Ikatan dan jenis gugus fungsi	Daerah serapan (cm ⁻¹)	Ikatan dan jenis gugus fungsi
Waktu pemutaran			Perlakuan alkali	
60 menit	120 menit			
3317,04	3318,02	N-H stretching	3336,79	N-H stretching
2871,07	2894,58	C-H stretching	1654,95	C=O stretching
1649,47	1643,06	C=C weak	1460,68	C=C aromatic
1325,02	1321,63	C-F Streching	1022,81	C-O stretching
1033,77	1032,63	C-O stretching	848	C-Cl stretching
555	563, 14	C-Br stretching	583, 82	C-Br stretching

Pada gambar 4.8 Analisa FTIR menunjukkan daerah serapan infra merah serat aren perlakuan alkalisasi dengan putaran tinggi dan alkalisasi. Serat pelepah aren pada putaran 10000 rpm dengan waktu 60 menit pada puncak gelombang 3317,04 cm⁻¹ memiliki ikatan N-H stretching, pada puncak gelombang 2871,07 cm⁻¹ terdapat ikatan C-H stretching, puncak gelombang 1649,47 cm⁻¹ terdapat ikatan

C=C weak, puncak gelombang $1325,02\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-F Stretching, puncak gelombang $1033,77\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-O stretching, puncak gelombang 555 cm^{-1} terdapat ikatan C-Br stretching. Serat pelepah aren pada putaran 10000 rpm dengan waktu 120 menit pada puncak gelombang $3318,02\text{ cm}^{-1}$ memiliki ikatan N-H stretching, pada puncak gelombang $2894,58\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-H stretching, puncak gelombang $1643,06\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C=C weak, puncak gelombang $1321,63\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-F Stretching, puncak gelombang $1032,63\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-O stretching, puncak gelombang $563,14\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-Br stretching. Pada serat dengan perlakuan alkali tanpa pemutaran pada Gambar 4.7 puncak gelombang $3336,79\text{ cm}^{-1}$ memiliki ikatan N-H stretching, pada puncak gelombang $1654,95\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C=O stretching, puncak gelombang $1460,68\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C=C aromatic, puncak gelombang $1022,81\text{ cm}^{-1}$ terdapat ikatan C-O stretching, puncak gelombang 848 cm^{-1} terdapat ikatan C-Cl stretching, dan puncak gelombang $583,82\text{ cm}^{-1}$ terdapat pada ikatan C-Br stretching.

Puncak tajam pada bilangan $3200-3400\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus N-H dengan stretching vibration serta menunjukkan adanya ikatan hydrogen intramolekul, serta mengidentifikasi ikatan N-H mengalami peregangan akibat pengaruh alkalisasi. Ikatan C=C mengalami peregangan untuk serat yang dilakukan pemutaran terdapat di daerah serapan sekitar $1649,47-1643,06\text{ cm}^{-1}$ yaitu daerah serapan rendah dan serat yang tanpa putaran sekitar daerah serapan $1460,68\text{ cm}^{-1}$ yaitu daerah serapannya sedang.

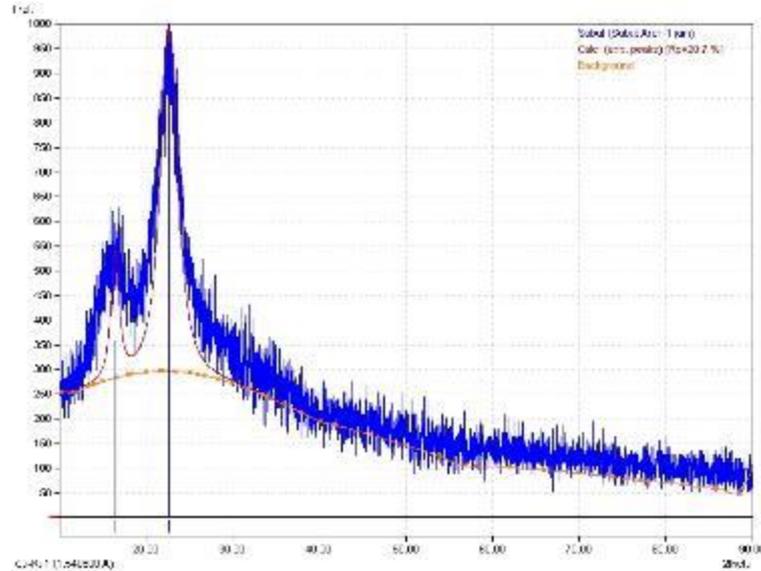
Daerah FTIR pada serapan sekitar $1300-1350\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan ikatan C-F stretching yang berdeformasi dalam selulosa terdapat pada serat aren pelakuan

alkalisasi yang melalui proses pemutaran 10000 rpm dengan waktu 60 dan 120 menit. Daerah ini menunjukkan area kristalin, dimana daerah serapan akan meningkat seiring dengan proses pemurnian. Pada lignin ditunjukkan oleh adanya peak pada rentang 1000-1200 cm^{-1} dengan gugus C-O, rentang tersebut intensitas berkurang sehingga mengindikasikan perlakuan alkali kurang optimal namun tidak menghilangkan lignin seluruhnya hanya mengurangi kadar dari lignin. Hasil uji FTIR menunjukkan serat aren yang melalui pemutaran 10000 rpm dengan waktu 60 dan 120 menit masih terdapat peak pada serapan sekitar 1000-1200 cm^{-1} berbeda dengan perlakuan alkali tanpa putaran masih terdapat banyak peak pada daerah serapan-serapan tertentu. Jadi serat aren di alkalisasi kurang optimal dengan masih menyisakan sebagian kadar lignin.

4.5 Analisa XRD

Data hasil pengujian XRD yang telah dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Diponegoro pada agustus 2021 didapatkan hasil berupa grafik hasil analisa XRD dengan putaran 10000 RPM waktu 60 menit dan grafik hasil analisa XRD dengan putaran 10000 RPM waktu 120 menit.

Dari hasil perlakuan alkali dan putaran 10000 rpm dengan waktu 60 menit pada serrata ren di dapatkan puncak intensitas tertinggi yaitu pada sudut $2\theta = 22.68$ yang bisa di lihat pada grafik dan table dibawah ini.



Gambar 4.9. Hasil analisa XRD dengan putaran 10000 rpm waktu 60 menit

Tabel 4.2. Peak analisa XRD putaran 10000 rpm waktu 60 menit

Pos. (2Th.)	Height (counts)	FWHM Left (2Th.)	d-spacing (Å)	Rel. int (%)
22.6602	89	2.62000	3.92087	100
20.7145	33	1.04000	1.04000	37
16.7805	26	1.64000	1.64000	29

(sumber: laboratorium Universitas Diponegoro terpadu)

Indeks kristalinitas CI dan presentase kristalinitas pada serat aren perlakuan alkali dan putaran 10000 rpm dengan waktu 60 menit dapat dihitung dengan persamaan 1 dan persamaan 2 berikut:

$$1. IC = \frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}}$$

$$2. CR (\%) = \frac{I_{002}}{I_{002} + I_{am}} \times 100$$

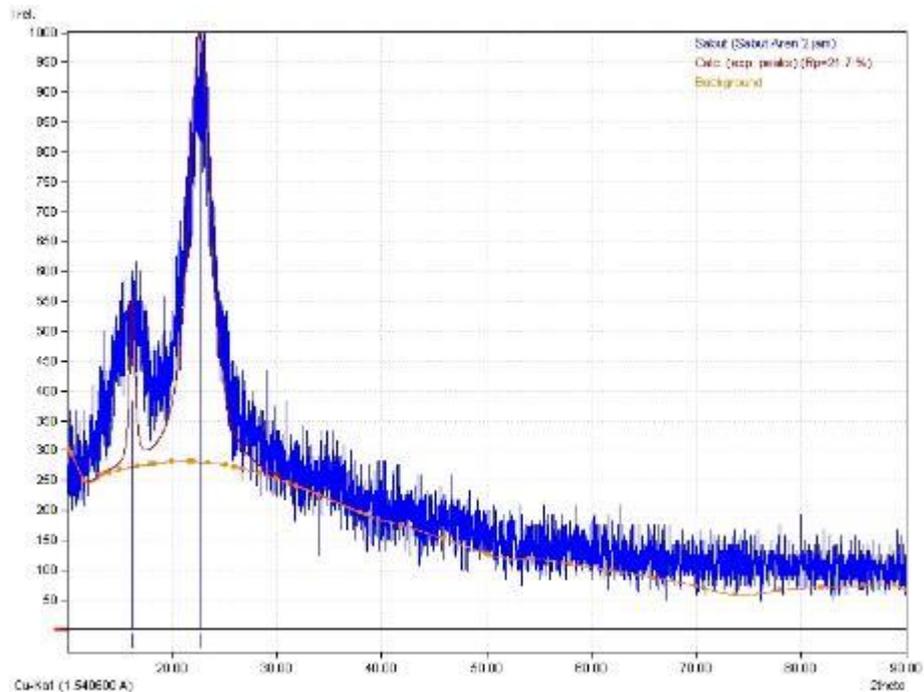
Di masukan dengan data $I_{002} = 22.68$ dan $I_{am} = 16.46$.

$$1. IC = \frac{22.68 - 16.46}{22.68} = 0.274$$

$$2. CR (\%) = \frac{22.68}{22.68 + 16.46} \times 100$$

$$= 57.94\%$$

Hasil data pada serat aren dengan perlakuan alkali dan putaran 10000 rpm dengan waktu 120 menit pada serat aren di dapatkan puncak intensitas tertinggi yaitu pada sudut $2\theta = 22.68$ yang bisa di lihat pada grafik dan table dibawah ini



Gambar 4.10. Hasil analisa XRD dengan putaran 10000 rpm waktu 120 menit

Tabel 4.3. Peak analisa XRD putaran 10000 rpm waktu 120 menit

Pos. (2Th.)	Height (counts)	FWHM Left (2Th.)	d-spacing (Å)	Rel. int (%)
22.6103	82	2.76000	3.92941	100
21.7721	55	1.60000	4.07876	67
24.1074	39	0.84000	3.68868	48

(sumber: laboratorium Universitas Diponegoro terpadu)

Indeks kristalinitas CI dan presentase kristalinitas pada serat aren perlakuan alkali dan putaran 10000 rpm dengan waktu 120 menit dapat dihitung dengan persamaan 1 dan persamaan 2 berikut:

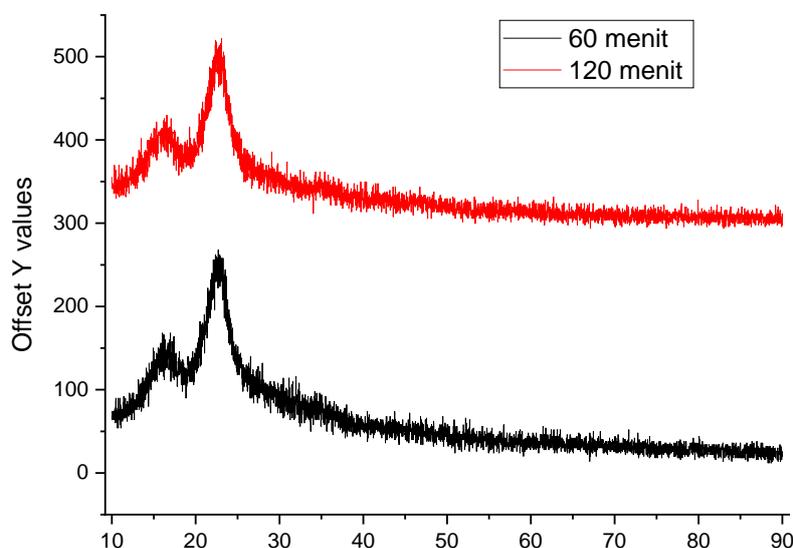
$$1. IC = \frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}}$$

$$2. CR (\%) = \frac{I_{002}}{I_{002} + I_{am}} \times 100$$

Di masukan dengan data $I_{002} = 22.68$ dan $I_{am} = 16.26$.

1. $IC = \frac{22.68 - 16.26}{22.68} = 0.283$
2. $CR (\%) = \frac{22.68}{22.68 + 16.26} \times 100$
 $= 58.24 \%$

Analisis difraksi sinar-X dilakukan untuk memberikan informasi tentang perubahan kristal yang terjadi pada serat aren selama perlakuan alkali dan putaran. Analisis XRD pelepah aren dengan perlakuan alkalisasi dan putaran selama 60 menit dan 120 menit memberikan hasil puncak-puncak dengan intensitas hamburan sinar-x untuk sudut tertentu dan memberi jarak antar bidang hamburan. Data hasil uji XRD pada serat aren putaran 10000 rpm dengan waktu 60 menit dan serat pelepah aren putaran 10000 dengan waktu 120 menit.



Gambar 4.11. Hasil analisa XRD serat aren

Berdasarkan hasil difraktogram XRD, serat aren dengan waktu pemutaran 120 menit menunjukkan adanya puncak yang muncul dengan intensitas tertinggi pada sudut $2\theta = 22.68^\circ$ yang bersesuaian dengan jarak d-spacing 3.92941. indeks kristanilitasnya diketahui sebesar 0.274 dan presentase kristalitas 58.24%. Pada

serat aren dengan waktu pemutaran 60 menit menunjukkan hasil yang sama dengan 120 menit yaitu adanya puncak yang muncul dengan intensitas tertinggi pada sudut $2\theta = 22.68^\circ$, namun untuk jarak spacingnya sedikit berbeda yaitu 3.92087. indeks kristanilitas diketahui sebesar 0.283 dan presentase kristanilitas 57.94 %. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa presentase kristanilitas dan indeks kristanilitas pada serat aren putaran 10000 rpm waktu putran 120 menit lebih tinggi dibandingkan dengan presentase kristanilitas pada serat aren putaran 10000 rpm waktu 60 menit.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian ini ukuran serat aren merupakan ukuran nano dengan metode pengadukan putaran tinggi dan perlakuan alkali. Pada kecepatan putar 10000 RPM dengan waktu 120 menit menghasilkan serat yang lebih baik dibandingkan dengan serat dengan waktu putaran 60 menit.
2. Berdasarkan hasil pengujian SEM menunjukkan bahwa pada permukaan serat pelepah aren dengan metode alkali dengan putaran 10000 rpm selama 60 menit masih banyak terdapat lapisan yang menempel seperti lignin dan pengotor lainnya, pada permukaan serat aren metode alkali dengan waktu putaran 120 menit mengalami penurunan kadar pengotornya sehingga pada permukaan serat lebih bersih.
3. Berdasarkan hasil pengujian FTIR dapat ditarik kesimpulan bahwa pengaruh alkalisasi terhadap serat pelepah aren baik yang diputar maupun tidak masih kurang optimal. Karena masih terdapat kadar lignin di masing-masing sample.
4. Berdasarkan hasil pengujian XRD dapat disimpulkan bahwa serat pelepah aren pemutaran 10.000 rpm variabel waktu 60 menit dan 120 menit dengan fase kristalan yang sama. Perbandingan pada kedua sample hanya pada intensitas tertinggi. Dalam 120 menit sample serat memiliki intensitas tinggi, maka nilai peak kecil dan nilai kristalinisasi tinggi.

5. Untuk menjadi sebuah komposit berkualitas baik, penggunaan bahan harus berkualitas yang baik. Serat merupakan salah satu bahan penyusun komposit. Serat yang mengandung sedikit lignin, hemiselulosa atau pengotor lainnya dapat digunakan sebagai bahan komposit. Penelitian ini menggunakan bahan serat dari pelepah pohon aren dengan tiga pengujian FTIR, XRD, dan SEM menunjukkan bahwa pada serat pelepah aren masih terdapat pengotor yang terkandung di dalam serat, sehingga serat tidak bisa menempel secara maksimal pada matriks. Hal ini disebabkan pengaruh alkali dan putaran yang kurang optimal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa serat pelepah aren ini belum bisa digunakan sebagai komposit.

5.2 Saran

1. Proses fibrilasi pada serat aren agar mencapai hasil pengurangan pengotor yang maksimal sebaiknya adanya perbedaan konsentrasi alkali.
2. Pada proses pembuatan spesimen selalu memperhatikan keselamatan diri sendiri maupun orang lain agar pengerjaan berjalan dengan aman dan lancar.
3. Dalam melakukan pengujian hendaknya dilakukan sendiri atau ikut pada pengujian agar kita dapat mengetahui proses pengujian tersebut.

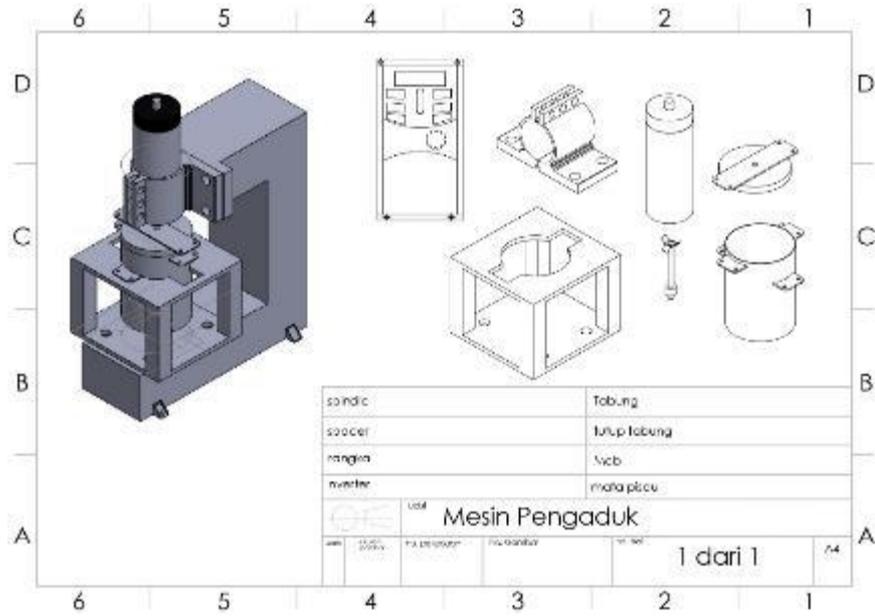
DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, N.M. dan Ahmad, I., (2013). "Potential of Using Polyester Reinforced Coconut Fiber Composites Derived from Recycling Polyethylene Terephthalate (PET) Waste". *Fibers and Polymers*, Vol.14, No.4, 584-590.
- Bondeson, D., Mathew, A & Oksman, K. (2006). Optimization of the isolation of nanocrystals from microcrystalline cellulose by acid hydrolysis. *Cellulose*, 13(2), 171-180.
- Deepa, B., Abraham, E., Cherian, B.M., Bismarck, A., Blaker, J.J., Pothan, L.A., Leao, A.L., de Souza, S.F., Kottaisamy, M., (2011). Structure, morphology and thermal characteristics of banana nano fibers obtained by steam explosion. *Bioresour. Technol.*
- Florent, D., Laurent Chazeau, Carherine Gauthier, Jean-Yves Cavaille, Re'my Dendievel. (2006). Large deformation mechanical behavior of flexible nanofiber filled polymer nanocomposites. *Polymer* 47, 2802-2812.
- Gräve, L., Putniņa, A., Kukle, S., Stramkale, V., (2013). Steam Explosion Impact to Technical Hemp Fiber Diameter 1. 112–115.
- Hemsri, S. , Asandei, A.D., dan Parnas, Grieco, K., (2012). "Wheat gluten composites reinforced with coconut fiber". *Composites*, Part A.
- Ibrahima, C., Diop, K., Lavoie, J., Huneault, M.A., (2015). Structural changes of *Salix miyabeana* cellulose fibres during dilute-acid steam explosion : Impact of reaction temperature and retention time. *Carbohydr. Polym.*, 119, 8–17.
- Menon V dan Rao . (2012). Trends in bioconversion of lignocellulosa: Biofuel, platform chemicals & biorefinery concept . *Progress in Energy and Combustion Science* , 8(4):522-550.
- moberg T, Rigdahl. . (2012). on the viscoelastic properties of microfibrillated cellulose (MFC) suspensions. *Annual Transactions of the nordic rheology society*, 20:123-130.
- Munawar, S.S. , Kenji Umemura , Fumio Tanaka dan Shuichi Kawai., (2007). " Effects of alkali, mild steam, and chitosan treatments on the properties of pineapple, ramie, and sansevieria fiber bundles". *J Wood Sci.*
- Nakagaito AN, Yano H. (2004). The effect of morphological change for pulp fiber towards micro-scale fibrillated. *app physics*, A 78:547-552.

- Silvija Kukle, Jānis Grāvītis, Anna Putniņa, A.S.,. (2011). The Effect Of Steam Explosion Treatment On Technical Hemp Fibres. *Environ. Technol. Resour. Proc. 8th Int. Sci. Pract. Conf.*, Vol. 1 1, 230–237.
- Siquiera G, Bras j. Dufresne A. (2010). Cellulosic bionanocomposites: a review of preparation properties and application. *5(2):728-765*.
- Siro I, Plackett D. (2010). Microfibrillated cellulose and new nanocomposites materials: a review . *cellulose*, 17(3):459-494.
- Spence KL., Venditti RA, Habibi Y, Rojas OJ, Pawlak JJ. (2011). comparative study of energy consumption and physical properties microfibrillated cellulose produced by different processing methods. *Cellulose*, 18(4):1097-1111.
- Widyastuti, Y. (1996). *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Zhao Y, Wang Y, Zhu JY, Ragauskas A, dan Deng Y. . (2008). Enhanced enzymatic hydrolysis of spruce by alkaline pretreatment at low temperature. *Biotechnol Bioeng* , 99:1320-1928.
- Zimmermann T, Pohler E, Geiger T. (2004). Cellulose Fibrils for polymer reinforcement. . *Adv. Eng. Mat*, 6(9):754-761.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Alat dan Komponen Pendukung



Lampiran 2. Persiapan specimen





Lampiran 3. Foto saat running mesin



Lampiran 4. Foto saat pengujian



Lampiran 5. Dokumentasi penyimpanan spesimen



