

**KAJI EKSPERIMENTAL DAN TEORITIS
KEKUATAN LENTUR KOMPOSIT TENUNAN RAMIE
DAN PENYERAPAN AIR LAUT DENGAN METODE STATISTIK**

***THE EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDY OF THE COMPOSITE
BENDING STRENGTH OF RAMIE FABRIC AND THE APPLICATION OF
THE SEA WATER ABSORPTION AND STATISTIC ANALYSIS***

MUHAMAD IQBAL ACHMAD



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**KAJI EKSPERIMENTAL DAN TEORITIS KEKUATAN LENTUR
KOMPOSIT TENUNAN RAMIE DAN PENGARUH
PENYERAPAN AIR LAUT DENGAN METODE STATISTIK**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Derajat Magister

**Program Studi
Teknik Mesin / Konstruksi Mesin**

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMAD IQBAL ACHMAD

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

T E S I S

KAJI EKSPERIMENTAL DAN TEORITIS KEKUATAN LENTUR KOMPOSIT TENUNAN RAMIE DAN PENGARUH PENYERAPAN AIR LAUT DENGAN METODE STATISTIK

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMAD IQBAL ACHMAD

Nomor Pokok P2202211401

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 25 September 2013

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat

Prof.Dr.Ir.H.Hammada Abbas,MSME

Ketua

Dr. Ir. Johannes Leonard. DEA

Anggota

Ketua Program Studi

Teknik Mesin,

Direktur Program Pascasarjana

Universitas Hasanuddin,

Rafiuddin Syam,ST.M.Eng.Ph.D

Prof.Dr.Ir.Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : **MUHAMAD IQBAL ACHMAD**

NOMOR POKOK : P2202211401

PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN / KONSTRUKSI MESIN

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 25 September 2013

Yang menyatakan,

MUHAMAD IQBAL ACHMAD

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, oleh karena atas berkah, rahmat dan perkenaan-Nya sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Tesis yang berjudul “ ***Kaji Eksperimental Dan Teoritis Kekuatan Lentur Komposit Tenunan Ramie Dan Pengaruh Penyerapan Air Laut Dengan Metode Statistik*** ” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar magister pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua penulis, Alm. Ayahanda Haji Achmad Latengko, Ibunda terkasih Hajjah Sitti Maryana Malik, Istri tercinta Maryam Nurlaila, kedua anakku Muhamad Al Qohar Baharsandyah Achmad dan Sitti Nurafiat Rizkillah Achmad dan kakakku serta adik-adikku. Terima kasih atas doa, dorongan, semangat dan sumber inspirasinya, sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini.

Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk, terutama kepada :

1. **Prof. Dr. Ir. H. Hammada Abbas, MSME**, selaku ketua komisi penasehat atas segala waktu dan bimbingannya selama penyusunan tesis ini.

2. **Dr.Ir.Johannes Leonard,DEA**, selaku anggota komisi penasehat atas segala waktu dan bimbingannya selama penyusunan tesis ini.
3. **Prof. Dr. Ir. Syukri Himran,MSME**, selaku Ketua Tim Penguji atas waktu dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyelesaian tesis ini..
4. **Rafiuddin Syam, ST., M. Eng. Ph.D.**, selaku ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Mesin sekaligus sebagai Anggota Tim Penguji atas waktu dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyelesaian tesis ini.
5. **Dr. Eng. Jalaluddin, ST., MT** ,selaku Anggota Tim Penguji atas waktunya dan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
6. **Dr.-Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. **Bapak Direktur beserta Staf Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin** atas segala pelayanannya.
8. **Ir. Zulkifli Djafar. MT** (Mahasiswa Pasca Sarjana Program S3 Universitas Gajah Mada) yang telah membantu melakukan penelitian dan pengambilan data pada Laboratorium Metalurgi dan Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
9. **Dosen dan Staf Karyawan pada Program Pascasarjana Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin** yang telah memberikan pengetahuan serta membimbing penulis selama proses perkuliahan.

10. **Sahabat terbaikku Johanes Ohoiwutun, Edi Rande Padang, Zulkifli, Hamka Munir, Randis, Saeful** serta teman-teman yang telah memberikan semangat dan dorongannya. Terima kasih untuk semuanya.

Akhir kata, terima kasih atas semua dukungan yang telah diberikan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan oleh karena itu, masukan dan kritikan sekalian kiranya dapat membantu pengembangan penelitian ini selanjutnya.

Makassar, 25 September 2013

Muhamaad Iqbal Achmad

ABSTRAK

MUHAMMAD IQBAL ACHMAD. *Kaji Eksperimental dan Teoretis Kekuatan Lentur Komposit Tenunan Ramie dan Penyerapan Air Laut dengan Metode Statistik* (dibimbing oleh Hammad Abbas dan Johannes Leonard).

Penelitian ini bertujuan mengetahui dan menganalisis pengaruh perendaman selama 28, 56, dan 84 hari terhadap kekuatan lentur material komposit diperkuat tenunan ramie.

Metode penelitian ini menggunakan tenunan alat tenun bukan mesin (ATBM) model basket dari serat ramie jenis Klon Pujon X yang dipotong sepanjang 250 mm x 250 mm, matriks epoxy resin hardener dengan perbandingan 40:60 melalui teknik press mold. Perancangan dan penelitian untuk pengujian lentur dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi dan Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta, sedangkan untuk perendaman material dilakukan di perairan pulau Barrang Lompo, Makassar. Lama perendaman material komposit tenunan ramie mengikuti standar ASTM D570-98 dan untuk benda uji lentur dipotong sesuai standar ASTM D790-02.

Hasil pengujian lentur menunjukkan bahwa penambahan berat dan variasi lama perendaman menurunkan kekuatan lentur komposit. Tegangan maksimum tertinggi dicapai oleh komposit dengan lama perendaman 28 hari, yaitu sebesar 78,6948 MPa, sedangkan tegangan terendah dicapai oleh komposit dengan lama perendaman 84 hari, yaitu sebesar 72,3061 MPa. Modulus lentur maksimum tertinggi dicapai oleh komposit dengan lama perendaman 84 hari, yaitu sebesar 1,8057 GPa, sedangkan yang terendah dicapai oleh komposit dengan lama perendaman 28 hari, yaitu sebesar 1,6991 GPa.

Kata kunci: komposit, lama perendaman, tenunan ramie, kekuatan lentur



ABSTRACT

MUHAMMAD IQBAL ACHMAD. The Experimental and Theoretical Study of the Composite Bending Strength of Ramie Fabric and the Application of the Sea Water Absorption and Statistic Analysis (supervised by Hammada Abbas and Johannes Leonard).

This research aimed to find out the effect of the soaking technique on the bending strength of the composite materials strengthened by ramie fabric.

The research used the Basket model of the ATBM fabric woven from ramie fiber, Pujon X clones type, which was then cut into 250 x 250 cm in length, the matrix of epoxy resin hardener in the ratio of 40 : 60 with a press mold technique. The research design was conducted in the Metallurgy and Material Laboratory of the Engineering Department of Gajah Mada University to test bending capacity and in the waters of Barrang Lompo Island to soak the materials. The duration of soaking the composite material of the ramie fabric followed the standard of ASTM D57 - 98 and the material for testing the bending capacity was cut following the standard of ASTM D790 - 02.

The result of the bending capacity test indicated that the weight increase and the variation of the soaking durations could reduce the bending strength of the composite. That the maximum tension of 74.6948 MPa was achieved by the composite which was soaked for 28 days, while the lowest tension of 72.3061 MPa was achieved by the composite which was soaked for 84 days. The flexural modulus also showed an increase when the composite was soaked for 84 days, and the highest maximum flexural modulus of 1.8057 GPa was achieved by the composite soaked for 84 days, while the lowest flexural modulus of 1.6991 GPa was achieved by the composite soaked for 28 days.

Keywords: *Composite, soaking duration, ramie fabric, flexural strength.*



DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Batasan Masalah	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Komposit	8
1. Klasifikasi Bahan Komposit	8
2. Tipe Komposit Serat	9
3. Faktor yang mempengaruhi Performa Komposit	11
4. Serat	15
B. Serat Rami	17
1. Struktur Molekul	17
2. Susunan Kimia	18
3. Bentuk Serat Rami	19
4. Sifat Fisika	19

5. Sifat Kimia	.....	20
C. Tenunan	.....	21
1. Kain Tenun dengan Silang Polos (<i>Plain Weave</i>)		22
2. Kain Tenun dengan Silang Kepar (<i>Twill Weave</i>)		22
3. Kain Tenun dengan Silang Satin (<i>Satin Weave</i>)		24
a) Tenunan Silang Polos (<i>Plain Weave</i>)		25
b) Tenunan Silang Kepar (<i>Twill Weave</i>)		25
c) Tenun Silang Satin (<i>Satin Weave</i>)		26
d) Sateen	.....	26
e) Tenunan silang keranjang (<i>Basket Weave</i>)		27
f) Tenunan Dobby (<i>Dobby Weave</i>)	.....	27
D. Air Laut	.....	28
1. Salinitas	.....	29
2. Temperatur	.....	29
3. Konduktivitas	.....	30
4. Densitas	.....	30
E. Penyerapan Air (Water Absorption)	.....	31
F. Regresi	.....	33
1. Pengertian Regresi	.....	33
2. Analisis regresi linier sederhana	.....	33
G. Kekuatan Lentur	.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	.....	37
A. Tempat dan Waktu Penelitian	.....	37
B. Alat dan Bahan Penelitian	.....	37
1. Alat	.....	37
2. Bahan	.....	40
C. Proses Pencetakan	.....	42
D. Proses Perendaman	.....	43

E.	Proses Pengujian Lentur Komposit	44
F.	Diagram Alir Penelitian	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
A.	Hasil	48
1.	Uji Penyerapan Air Laut	48
2.	Perendaman Material	50
3.	Uji Lentur	57
B.	Pembahasan	66
1.	Uji Penyerapan Air Laut	66
2.	Perendaman Material	67
3.	Uji Lentur	71
BAB V	PENUTUP	74
A.	Kesimpulan	74
B.	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
1	Kelas kekuatan kayu	2
2	Sifat mekanik dari beberapa jenis serat.(Dieter H. Mueller)	16
3	Komposisi Kimia Serat Rami	18
4	Keterangan ukuran dimensi dari gambar spesimen	45
5	Data Penyerapan Air Laut per minggu	48
6	Gambaran rata – rata Berat Material dan Lama Perendaman.	51
7	Korelasi hubungan antara Berat Material dan Lama Perendaman.	51
8	Variabel masuk dan keluar terhadap Berat Material dan Lama Perendaman.	52
9	Model Sisaan terhadap Berat Material dan Lama Perendaman.	52
10	Analisis Varians terhadap Berat Material dan Lama Perendaman.	53
11	Koeffisien Variabel Bebas terhadap Berat Material dan Lama Perendaman.	53
12	Data Spesimen Lentur untuk Panel 1	55
13	Data hasil pengujian pada mesin uji lentur <i>Torsee's Universal Testing Machine</i> untuk panel 1	56
14	Hasil Pengujian Lentur untuk Panel 1.	56
15	Data Hasil pengujian dan perhitungan lentur untuk material komposit tenunan ramie dengan lama perendaman 28 hari	59
16	Data Hasil perhitungan uji lentur pada panel rata-rata perbulan untuk material komposit tenunan ramie dengan lama perendaman 84 hari	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
1	Klasifikasi Bahan Komposit (Hadi, 2001)	9
2	Tipe Komposit Serat (Gibson, 1994)	11
3	Skema penyusunan serat.	17
4	Struktur Molekul Serat Selulosa	18
5	Penampang Serat Rami	19
6	Tenunan silang polos (<i>plain weave</i>)	25
7	Tenunan Silang Kepar (<i>Twill Weave</i>)	26
8	Tenunan Silang Satin (<i>Satin Weave</i>)	26
9	Sateen	27
10	Tenunan Silang Keranjang (<i>Basket Weave</i>)	27
11	Tenunan Dobby (<i>Dobby Weave</i>)	28
12	Kandungan air laut	28
13	Water Absorption komposit	31
14	Penampang uji lentur (Standart ASTM D 790-02)	35
15	Cetakan komposit	37
16	Gelas ukur	38
17	Alat Press Hidrolik	38
18	Jangka sorong	38
19	Mesin gergaji potong	39
20	Neraca Digital	39
21	Wax (Lilin)	39
22	Peralatan Penunjang	40
23	Alat Tenun Bukan Mesin dan Tenunan Serat Ramie	41
24	Epoksi resin dan epoksi hardener	41
25	Panel komposit hasil cetakan	43
26	Mesin uji lentur <i>Torsee's Universal Testing Machine</i>	45
27	Spesimen uji lentur	45
28	Pemasangan benda uji	46

29	Diagram alir penelitian	47
30	Pengaruh lama perendaman terhadap persentase penyerapan air laut pada material komposit tenunan ramie untuk masing - masing panel	50
31	Pengaruh waktu perendaman dalam air laut terhadap pertambahan berat material komposit tenunan ramie untuk masing-masing panel.	54
32	Distribusi sebaran data disekitar garis lurus	54
33	Diagram batang untuk tegangan lentur maksimum komposit tenunan ramie Vs spesimen pada panel dengan lama perendaman 28 hari	60
34	Diagram batang untuk regangan lentur komposit tenunan ramie Vs spesimen pada panel dengan lama perendaman 28 hari	61
35	Diagram batang untuk modulus elastisitas lentur komposit tenunan ramie Vs spesimen pada panel dengan lama perendaman 28 hari	61
36	Hubungan tegangan lentur komposit tenunan ramie terhadap lama perendaman.	62
37	Hubungan regangan lentur komposit tenunan ramie terhadap lama perendaman	63
38	Hubungan modulus elastisitas lentur komposit tenunan ramie terhadap lama perendaman.	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lamp.	Keterangan	Hal.
1	ASTM. D 570 – 98 Standard test method for water absorption of plastics. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials	76
2	ASTM. D 790 – 02 Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.	79
3	Tabel 3.A. Persentase (%) Penyerapan Air Laut 28 Hari	88
	Tabel 3. B Persentase (%) Penyerapan Air Laut 56 Hari	89
	Tabel 3. C Persentase (%) Penyerapan Air Laut 84 Hari	90
	Tabel 3. D Mutu Serat Ramie	92
4	Tabel 4. A Pengamatan Pertambahan Berat Material 28 Hari	93
	Tabel 4. B Pengamatan Pertambahan Berat Material 56 Hari	94
	Tabel 4. C Pengamatan Pertambahan Berat Material 84 Hari	95
	Proses pengolahan data dengan bantuan program SPSS (<i>Statistical Product and Service Solution</i>) version 17.0, Lama Perendaman 56 Hari	98
	Proses pengolahan data dengan bantuan program SPSS (<i>Statistical Product and Service Solution</i>) version 17.0, Lama Perendaman 84 Hari	100
5	Tabel 5.A Ukuran Spesimen Lentur untuk Panel	102

	Tabel 5.B	Data Hasil Uji Lentur untuk per Panel. <ul style="list-style-type: none"> • Lama Perendaman 1 Bulan • Lama Perendaman 2 Bulan • Lama Perendaman 3 Bulan 	103
	Tabel 5.C	Hasil Pengujian Lentur untuk per Panel <ul style="list-style-type: none"> • Lama Perendaman 1 Bulan • Lama Perendaman 2 Bulan • Lama Perendaman 3 Bulan 	106
	Tabel 5.D	Hasil Perhitungan Lentur untuk material komposit tenunan ramie	109
		Diagram Batang untuk (a) Tegangan Lentur Maksimum (b) Regangan Lentur (c) Modulus Elastisitas Lentur Komposit Tenunan Ramie Vs Spesimen pada Kepingan dengan Lama Perendaman 56 hari	110
	Gambar	Diagram Batang untuk (a) Tegangan Lentur Maksimum (b) Regangan Lentur (c) Modulus Elastisitas Lentur Komposit Tenunan Ramie Vs Spesimen pada Kepingan dengan Lama Perendaman 84 hari	111
	Tabel 5.E	Hasil perhitungan lentur spesimen rata - rata material komposit tenunan ramie	112
6	Tabel 6.A	Konversi Satuan	113
	Tabel 6.B	Awalan S.I	114
	Tabel 6.C	Konversi dari satuan yang biasa di AS ke Satuan SI	114
7	Dokumentasi Penelitian		116

DAFTAR NOTASI

No	Notasi	Keterangan	Satuan
1	σ_f	Tegangan Lentur Maksimum	MPa
2	P	Beban	N
3	b	Lebar	mm
4	h	Tebal	mm
5	L	Panjang	mm
6	ϵ_f	Regangan Bending	%
7	δ	Defleksi	mm
8	E_f	Modulus Elastisitas	MPa
9	m	Slope Tangent pada kurva beban defleksi	N/mm
10	M_b	Massa Sampel dalam keadaan basah	gr
11	M_k	Massa Sampel dalam keadaan kering	gr
12	PAL	Penyerapan Air Laut	%

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki wilayah seluas 7,7 juta Km², dengan luas lautan 2/3 wilayah Indonesia, dan garis pantai terpanjang ke empat di dunia sepanjang 95.181 km, serta memiliki 17.480 pulau mempunyai potensi ekonomi pada jasa transportasi laut (pelayaran) yang sangat besar, karena sudah tidak dapat dielakkan lagi bahwa transportasi laut (kapal) merupakan sarana transportasi utama guna menjangkau dan menghubungkan pulau-pulau di wilayah nusantara sehingga menciptakan konektivitas antar pulau di Indonesia [1].

Kapal sebagai suatu sarana transportasi kelautan sangat berperan dalam peningkatan laju perekonomian suatu daerah atau wilayah. Dengan adanya kapal sebagai sarana transportasi sangat memudahkan perpindahan barang, produk hasil-hasil perikanan, pertanian, jasa dari suatu daerah ke daerah lain sehingga dapat mendatangkan devisa dan keuntungan bagi suatu daerah atau wilayah.

Pemilihan bahan baku kayu sebagai bahan dasar pembuatan kapal di wilayah Indonesia yang berlangsung secara terus menerus hingga saat ini perlu pengkajian secara mendalam untuk waktu-waktu yang akan datang, walaupun potensi kayu sebagai bahan baku utama masih banyak tersedia diseluruh wilayah Indonesia namun tidak mustahil jika pada

waktu-waktu yang akan datang kebutuhan akan bahan baku kayu akan sulit diperoleh baik kualitas maupun kuantitasnya dan komoditi kayu tidak akan semurah dan semudah sekarang. Hal ini sejalan dengan semakin meningkatnya industri perindustri lokal sebagai komoditi ekspor seperti kayu lapis dan kayu gergajian serta industri perabot rumah tangga yang memanfaatkan bahan baku kayu.

Kekuatan kayu dibagi atas V (lima) kelas berdasarkan *vademecum* kehutanan Indonesia [2], seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Kelas kekuatan kayu

Kelas Kayu	Berat Jenis	Keteguhan Lekung Mutlak (kg/cm ²)	Keteguhan Tekan Mutlak (kg/cm ²)
I	0,90	1.100	650
II	0,60 ≤ 0,90	725 ≤ 1.100	425 ≤ 650
III	0,40 ≤ 0,60	500 ≤ 725	300 ≤ 425
IV	0,30 ≤ 0,40	300 ≤ 500	215 ≤ 300
V	≤ 0,30	≤ 300	≤ 215

Salah satu yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah kadar air yang dikandung kayu tersebut. Menurut Robby Tamba (2005) perendaman kayu pada air laut mengakibatkan peningkatan kadar garam dalam kayu sebesar 0,6 % s/d 2,5% tetapi dengan meningkatnya kadar garam menyebabkan penurunan kekuatan kayu sebesar 1,33% s/d 16,10% terhadap kuat tekan kayu tanpa perendaman, sebesar 3,42% s/d 23,29% terhadap kuat tarik kayu tanpa perendaman dan sebesar 1,36% s/d 20,85% terhadap kuat lentur kayu tanpa perendaman.

Pemenuhan kebutuhan akan bahan dengan karakteristik tertentu menjadi salah satu faktor pendorong pesatnya perkembangan teknologi bahan dewasa ini. Berbagai macam bahan telah digunakan dan dilakukan penelitian untuk mendapatkan bahan yang tepat guna, salah satunya bahan komposit. Komposit merupakan suatu material di dunia teknik yang dibuat dengan penggabungan dua macam bahan yang mempunyai sifat berbeda menjadi satu material baru dengan sifat yang berbeda pula. Komposit dari bahan serat terus dikembangkan guna menjadi bahan alternatif pengganti bahan kayu dan logam, hal ini disebabkan sifat komposit serat yang lebih kuat dan ringan dibandingkan dengan kayu dan logam.

Serat alami memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan serat sintetis seperti beratnya lebih ringan, dapat diolah secara alami ramah lingkungan, merupakan bahan terbaharukan, mempunyai kekuatan dan kekakuan yang relative tinggi serta tidak menyebabkan iritasi kulit [4]. Keuntungan lainnya adalah kualitas dapat divariasikan dan stabilitas panas yang rendah. Selain itu, serat alam memiliki sifat yang mampu menyerap air dan mencapai titik jenuh dalam waktu tertentu. Water absorption dalam komposit merupakan kemampuan komposit dalam menyerap uap air dalam waktu tertentu dan menjadi salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit di luar ruangan [5]. Kapilarisasi terjadi secara hampir linier dan terjadi secara lambat hingga mencapai keadaan jenuh dalam waktu yang lama [6]. Ini dikarenakan, adanya celah

diantara ikatan matrik dengan serat yang membuat aliran air dapat masuk secara kapilarisasi.

Water absorption pada komposit berpenguat serat alam memiliki beberapa pengaruh yang merugikan dalam propertiesnya dan mempengaruhi kemampuannya dalam jangka waktu yang lama juga penurunan secara perlahan dari ikatan interface komposit serta menurunkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tariknya [7]. Daya tahan terhadap water absorption dalam komposit berpenguat serat alami dapat ditingkatkan dengan memodifikasi permukaan serat tersebut [8].

Pemilihan serat rami sebagai bahan penelitian didasarkan pada pertimbangan atas potensi serat rami di Indonesia yang berlimpah dan belum dimanfaatkan secara baik. Termasuk didalamnya adalah isu tentang lingkungan, dimana saat ini berkembang pandangan baru tentang *go green*, kembali ke alam dan isu tentang pengurangan limbah yang berbahaya. Tanaman rami sangat prospektif untuk dikembangkan secara komersial. Serat dari tanaman rami mempunyai sifat yang hampir sama dengan serat kapas dan dapat digunakan sebagai bahan tekstil. Selain itu, penanaman rami lebih menghemat lahan daripada tanaman kapas. Misalnya untuk menghasilkan 450.000 ton serat alam dari tanaman kapas diperlukan 2.250.000 ha lahan, sementara dengan tanaman rami hanya diperlukan 224.000 ha lahan. Siklus panen kapas hanya sekali/musim, sedangkan rami yang berumur 7 tahun akan terus berproduksi dan panen dapat dilakukan 50-60 hari sekali secara kontinu [9].

Reputasi (publisitas) serat rami sebagai bahan baku industri tekstil di luar negeri sangat baik. Tanaman rami lebih tahan terhadap penyakit, gulma dan perubahan iklim. Derajat polimerisasi yang tinggi (3.000) membuat serat rami mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, baik dalam keadaan kering maupun basah. Serat rami juga digunakan sebagai penguat berbagai produk karet, antara lain ban berjalan dan ban mobil [9]. Hingga saat ini, penggunaan bahan komposit sudah sangat luas. Pemakaian bahan komposit tersebut antara lain sebagai bahan dinding kendaraan-kendaraan darat, laut, udara, alat-alat olahraga dan alat-alat rumah tangga. Di bidang militer, material komposit menunjukkan kemampuan dalam penggunaannya sebagai bahan rompi anti peluru dan kapal patroli milik TNI AL.

Serat rami yang berasal dari serat alam sangat berpotensi untuk dikembangkan dan memenuhi kriteria penggunaan bahan alami. Dengan demikian, pemanfaatan serat rami sebagai bahan penguat komposit merupakan salah satu solusi yang tepat untuk meningkatkan fungsi guna dari serat ramie menjadi material teknik dan mempunyai nilai untuk teknologi dan ekonomi,

Berdasarkan penjelasan di atas, maka kami tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul **Kaji Eksperimental Dan Teoritis Kekuatan Lentur Komposit Tenunan Ramie Dan Pengaruh Penyerapan Air Laut Dengan Metode Statistik.**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana daya penyerapan air laut material komposit diperkuat tenunan ramie yang direndam selama 84 hari ?
2. Bagaimana rumus empiris dari regresi penyerapan air laut pada material komposit selama 84 hari ?
3. Bagaimana pengaruh perendaman selama 84 hari pada kekuatan lentur material komposit diperkuat tenunan ramie?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis dan mengetahui daya penyerapan air laut pada material komposit selama 84 hari.
2. Menganalisis rumus empiris regresi sederhana dari penyerapan air laut pada material komposit selama 84 hari.
3. Menganalisis dan mengetahui pengaruh perendaman selama 84 hari pada kekuatan lentur material komposit diperkuat tenunan ramie.

D. Batasan Masalah

1. Difokuskan pada analisa daya serap air laut, kekuatan lentur, dan struktur material komposit diperkuat tenunan ramie.
2. Jenis komposit yang dijadikan sebagai bahan penelitian adalah jenis komposit serat (*fibrous composit*).
3. Matrik yang digunakan dalam pembuatan bahan komposit berupa epoxy resin dengan epoxy hardener.

4. Sebagai penguat digunakan serat dalam bentuk kontinyu dan tenunan ramie jenis basket.
5. Benda uji dibuat dengan cara *press mold*.
6. Benda uji yang di rendam adalah panel komposit yang diperkuat tenunan ramie dengan ukuran 300 x 300 x 4 mm.
7. Benda uji direndam per 24 jam sesuai standar ASTM D570-98.
8. Benda uji lentur adalah balok komposit yang diperkuat tenunan ramie sesuai standar ASTM D 790-02.
9. Benda uji direndam ± 10 cm di bawah permukaan air laut selama 84 hari.
10. Analisis numerik regresi sederhana penyerapan air laut menggunakan metode statistik (*Software SPSS for windows 17.0*) dan analisis secara eksperimental menggunakan mesin pengujian lentur (*Merk Torsee's Universal Testing Machine*)

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti adalah untuk menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang penelitian material komposit.
2. Bagi akademik, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk penelitian tentang komposit serat alam.
3. Bagi industri dapat digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam pembuatan komposit yang terbuat dari serat alam, khususnya serat ramie sehingga meningkatkan nilai jual serat ramie sekaligus meningkatkan pendapatan masyarakat khususnya petani ramie.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Komposit adalah penggabungan dua atau lebih material yang berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya serat, sedangkan bahan pengikatnya polimer yang mudah dibentuk. Penggunaan serat yang utama adalah menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekakuan, kekuatan serta sifat mekanik lainnya.

Sebagai bahan pengisi, serat digunakan untuk menahan gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik berfungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

1. Klasifikasi Bahan Komposit

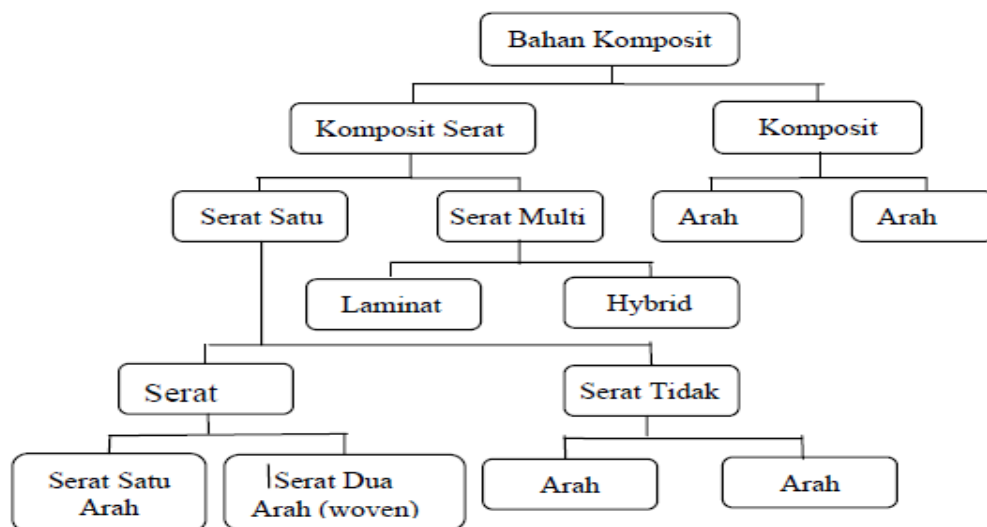
Klasifikasi komposit serat (*fiber-matrik composites*) dibedakan menjadi;

- a. *Fibre composites* adalah gabungan serat dengan matrik.
- b. *Flake composites* adalah gabungan serpih rata dengan matrik.

- c. *Particulate composites* adalah gabungan partikel dengan matrik.
- d. *Filled composites* adalah gabungan matrik *continous skeletal*.
- e. *Laminar composites* adalah gabungan lapisan / unsur pokok lamina.

Bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu komposit partikel (*particulate composite*) dan komposit serat (*fibre composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel yang diikat matrik. Komposit serat ada dua macam, yaitu serat panjang (*continuos fibre*) dan serat pendek (*short fibre* atau *whisker*) [10].

Klasifikasi komposit ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Klasifikasi Bahan Komposit (Hadi, 2001)

2. Tipe Komposit Serat

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit, yaitu :

- a. *Continuous Fibre Composite*, tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriknya. Tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan.
- b. *Woven Fibre Composite (bi-directional)*, komposit ini tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan melemah.
- c. *Discontinuous Fibre Composite*, tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan lagi menjadi 3 :
 - 1) *Aligned discontinuous fibre*
 - 2) *Off-axis aligned discontinuous fibre*
 - 3) *Randomly oriented discontinuous fibre*
- d. *Hybrid Fibre Composite*, merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Continuous Fibre Composit



Woven Fibre Composite



Gambar 2. Tipe Komposit Serat (Gibson, 1994)

3. Faktor yang mempengaruhi performa komposit

a. Faktor Serat

b. Letak Serat

- 1) *One dimensional reinforcement*, mempunyai kekuatan pada arah axis serat.
- 2) *Two dimensional reinforcement (planar)*, mempunyai kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
- 3) *Three dimensional reinforcement*, mempunyai sifat isotropic kekuatannya lebih tinggi dibanding dengan dua tipe sebelumnya.

c. Panjang Serat_serat panjang lebih kuat dibanding serat pendek. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan maupun modulus komposit. Serat panjang (*continous fibre*) lebih efisien dalam peletakannya daripada serat pendek.

d. Bentuk Serat_tidak mempengaruhi, yang mempengaruhi adalah diameter seratnya. Semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang tinggi.

e. Faktor Matrik_matrik berfungsi mengikat serat.

Matrik dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik [11]. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik yang bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik, matrik yang dipilih secara umum mempunyai ketahanan panas yang tinggi [12].

Matrik yang digunakan dalam komposit adalah harus mampu meneruskan beban sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik artinya tidak ada reaksi yang mengganggu. Menurut Diharjo (2003) pada bahan komposit matrik mempunyai kegunaan yaitu sebagai berikut :

- Matrik memegang dan mempertahankan serat pada posisinya.
- Pada saat pembebanan, merubah bentuk dan mendistribusikan tegangan ke unsur utamanya yaitu serat.
- Memberikan sifat tertentu, misalnya *ductility*, *toughness* dan *electrical insulation*.

Menurut Diharjo (2003), bahan matrik yang sering digunakan dalam komposit antara lain :

1) Polimer

Polimer merupakan bahan matrik yang paling sering digunakan.

Adapun jenis polimer yaitu:

- Thermoset, adalah plastik atau resin yang tidak bisaberubah karena panas (tidak bisa di daur ulang). Misalnya : *epoxy*, *polyester*, *phenolic*.

- Termoplastik, adalah plastik atau resin yang dapat dilunakkan terus menerus dengan pemanasan atau dikeraskan dengan pendinginan dan bisa berubah karena panas (bisa didaur ulang).
Misalnya : *Polyamid, Nylon, Polysurface, Polyether.*

2) Kramik

Pembuatan komposit dengan bahan keramik yaitu Keramik dituangkan pada serat yang telah diatur orientasinya dan merupakan matrik yang tahan pada temperatur tinggi. Misalnya : SiC dan SiN yang sampai tahan pada temperatur 1650 C.

3) Karet

Karet adalah polimer bersistem *cross linked* yang mempunyai kondisi semi kristalin dibawah temperatur kamar.

4) Matrik Logam

Matrik cair dialirkan sekeliling sistem *fiber*, yang telah diatur dengan perekatan difusi atau pemanasan.

5) Matrik karbon

Fiber yang direkatkan dengan karbon sehingga terjadi karbonisasi.

Pemilihan matrik harus didasarkan pada kemampuan *elongisasi* saat patah yang lebih besar dibandingkan dengan *filler*. Selain itu juga perlunya diperhatikan berat jenis, viskositas, kemampuan membasahi *filler*, tekanan dan suhu *curing*, penyusutan dan *voids*.

Voids (kekosongan) yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut fiber tidak didukung oleh matrik, sedangkan

fiber selalu akan mentransfer tegangan ke matrik. Hal seperti ini menjadi penyebab munculnya *crack*, sehingga komposit akan gagal lebih awal.

Kekuatan komposit terkait dengan *voids* adalah berbanding terbalik yaitu semakin banyak void maka komposit semakin rapuh dan apabila sedikit *voids* komposit semakin kuat.

Dalam pembuatan sebuah komposit, matrik berfungsi sebagai pengikat bahan penguat, dan juga sebagai pelindung partikel dari kerusakan oleh faktor lingkungan. Beberapa bahan matrik dapat memberikan sifat-sifat yang diperlukan sebagai keliatan dan ketangguhan. Pada penelitian ini matrik yang digunakan adalah polimer termoset dengan jenis resin polyester.

Matrik polyester paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan, selain itu harganya murah, resin ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat diwarnai, transparan, dapat dibuat kaku dan fleksibel, tahan air, tahan cuaca dan bahan kimia. Polyester dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79°C atau lebih tergantung partikel resin dan keperluannya [13]. Keuntungan lain matrik polyester adalah mudah dikombinasikan dengan serat dan dapat digunakan untuk semua bentuk penguatan plastik.

f. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan

sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis dapat dibedakan ke dalam dua golongan utama : katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis heterogen adalah katalis yang ada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisinya, sedangkan katalis homogen berada dalam fase yang sama. Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat dalam komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk berubah menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang dicampurkan. Semakin banyak katalis yang ditambahkan maka makin cepat pula proses curingnya. tetapi apabila pemberian katalis berlebihan maka akan menghasilkan material yang getas ataupun resin bisa terbakar. Penambahan katalis yang baik 1% dari volume resin. Bila terjadi reaksi akan timbul panas antara 60°C–90°C. Panas ini cukup untuk mereaksikan resin sehingga diperoleh kekuatan dan bentuk plastic yang maksimal sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan [14]. Dalam penelitian ini menggunakan katalis *metilethyl katon peroxide* (MEKPO) yang berbentuk cair, berwarna bening.

4. Serat

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material [12].

Selain itu serat (*fiber*) juga merupakan unsur yang terpenting, karena seratlh nantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan, kekuatan dan sebagainya [15].

Fungsi utama dari serat adalah:

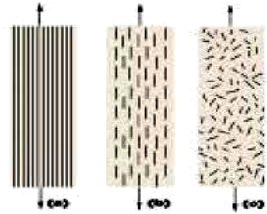
- Sebagai pembawa beban. Dalam struktur komposit 70 % - 90 % beban dibawa oleh serat.
- Memberikan sifat kekakuan, kekuatan, stabilitas panas.
- Memberikan insulasi kelistrikan (konduktivitas) pada komposit, tetapi ini tergantung dari serat yang digunakan.

Tabel 2. Sifat mekanik dari beberapa jenis serat (Mueller, Dieter H)

		Cotton	Flax	Jute	Kenaf	E-Glass	Ramie	Sisal
Diameter	Mm	-	11-33	200	200	5-25	40-80	50-200
Panjang	Mm	10-60	10-40	1-5	2-6	-	60-260	1-5
Kekuatan tarik	MPa	330-585	345-1035	393-773	930	1800	400-1050	511-635
Modulus Elastisitas	GPa	4.5-12.6	27.6-45.0	26.5	53.0	69.0-73.0	61.5	9.4-15.8
Massa jenis	g/cm ³	1.5-1.54	1.43-1.52	1.44-1.50	1.5	2.5	1.5-1.6	1.16-1.5
Regangan Maksimum	%	7.0-8.0	2.7-3.2	1.5-1.8	1.6	2.5-3.0	3.6-3.8	2.0-2.5
Spesifik kekuatan tarik	km	39.2	73.8	52.5	63.2	73.4	71.4	43.2
Spesifik Kekakuan	km	0.85	3.21	1.80	3.60	2.98	4.18	1.07

Arah serat penguat menentukan kekutan komposit, arah serat sesuai dengan arah kekuatan maksimum. Arah serat mempengaruhi jumlah serat yang dapat diisikan kedalam matrik. Makin cermat penataannya, makin banyak penguat dapat dimasukkan. Bila sejajar berpeluang sampai 90%, bila separuh-separuh saling tegak lurus peluangnya 75%, dan tatanan acak hanya berpeluang pengisian 15-50%. Hal tersebut menentukan optimum saat komposit maksimum [16].

Skema penyusunan arah serat dapat dilihat pada gambar berikut :



- a. continuous fibres,
- b. discontinuous fibres,
- b. random discontinuous fibres.

Gambar 3. Skema penyusunan serat.

(<http://arumaarifu.wordpress.com/2010/02/04/apa-itu-komposit/>)

B. Serat Ramie

Kata ramie berasal dari melayu kuno. Di Jawa Barat tanaman ini disebut dengan istilah haramay, sedangkan di beberapa negara penghasil serat istilah yang digunakan untuk ramie yaitu “*Chuma*” di China, “*Rhea*” di India, “*Amurai*” di Filipina dan “*Karamushi*” di Jepang.

Serat rami mempunyai sifat-sifat:

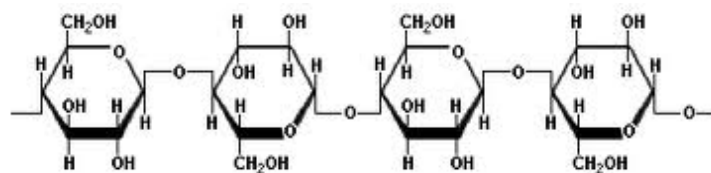
- Berwarna putih, mudah diberi warna.
- Kuat, memiliki kekuatan 4X lebih besar dari pada linen, 6X dari sutera dan 7X dari kapas.
- Kilapnya lebih tinggi dari beberapa linen, daya serap terhadap kelembaban 12 %, (daya serap kapas 8 %)
- Elastisitas rendah, licin dan kaku.

1. Struktur Molekul

Rami merupakan serat tumbuh-tumbuhan jenis *boehmeria nivea*. Selulosa mempunyai rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$, dimana “*n*” merupakan derajat

polimerisasinya dan sebagian besar serat rami ($\pm 75\%$) terdiri dari selulosa.

Analisa Frennderberg, Haworth dan Braun dalam buku Tekstil Fiber menunjukkan bahwa selulosa dibentuk oleh cindin glukosa, sehingga dapat disebutkan bahwa struktur serat selulosa merupakan kesatuan dari anhydro glukosa yang dihubungkan satu dengan yang lainnya oleh jembatan oksigen pada kedudukan 1 – 4, seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 4. Struktur Molekul Serat Selulosa

(<https://evgust.wordpress.com/2011/04/16/serat-rami/>)

2. Susunan Kimia

Analisa kimia memperlihatkan bahwa selulosa merupakan komponen utama dari serat rami.

Komposisi kimia serat ramie dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Komposisi Kimia Serat Ramie.

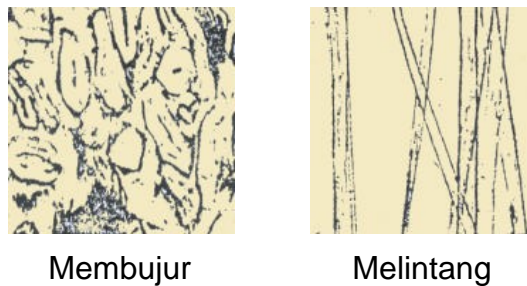
No.	Komposisi	% terhadap berat kering
1	Selulosa	75
2	Hemi Selulosa	16
3	Pektin	2
4	Lignin	0,1
5	Lemak	0,3
6	Zat-zat lain	6

(<https://evgust.wordpress.com/2011/04/16/serat-rami/>)

3. Bentuk Serat Ramie

Serat ramie panjangnya sangat bervariasi dari 2,5 cm sampai dengan 50 cm dengan panjang rata-rata 12,5 cm sampai dengan 15 cm. diameternya berkisar antara 25 μ sampai dengan 75 μ dengan rata-rata 30 – 50 μ .

Bentuk memanjang serat ramie seperti silinder dengan permukaan bergaris-garis dan berkerut-kerut membentuk benjolan-benjolan kecil. Sedangkan irisan lintang berbentuk lonjong memanjang dengan dinding sel yang tebal dan lumen yang pipih, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 5. Penampang Serat Rami

(<https://evgust.wordpress.com/2011/04/16/serat-rami/>)

4. Sifat Fisika

Sifat fisika serat rami dalam keadaan standar, sebagai berikut :

- 1) Kekuatan : 33 – 99 gr/tex rata-rata 67 – 78 gr/tex
- 2) Mulur : 2 – 10 % rata-rata 3 – 4 %
- 3) Kehalusan : 0,5 – 1, 16 tex rata-rata 0,66 – 0,77 tex
- 4) Moisture regain : 12 %
- 5) Berat jenis : 1,50 – 1,55 rata-rata 1,51

5. Sifat Kimia

- Pengaruh asam

Serat ramie dapat turun kekuatannya atau rusak dalam beberapa kondisi Asam kuat. Adanya asam akan menghidrolisa selulosa menghasilkan Hidroselulosa.

- Pengaruh Alkali

Serat ramie tahan terhadap Alkali, larutan alkali encer tidak mempengaruhi serat meskipun pada suhu mendidih apabila tidak ada udara.

- Pengaruh Panas

Serat ramie mempunyai ketahanan yang baik terhadap panas. Warna serat akan berubah kekuning-kuningan bila dipanaskan pada suhu 120°C selama ± 5 jam. Sedangkan dalam waktu beberapa menit dengan suhu 240°C serat akan rusak.

- Pengaruh Bakteri dan Jamur

Serat ramie sangat tahan terhadap bakteri dan jamur.

- Gum

Gum adalah polisakarida atau merupakan derivat polisakarida. Polisakarida $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ berupa rangkaian molekul-molekul monosakarida yang sejenis ataupun yang berlainan jenis. Polisakarida yang terdiri atas molekul heksosa yang disebut heksosan, contohnya glikogen, zat tepung, selulosa, pectin, getah-getahan, manan, galaktan dan hemi selulosa.

C. Tenunan

Kain tenun dibuat dengan menyilang benang-benang membujur menurut panjang kain (arah lusi) dengan isian kain melintang menurut lebar kain (arah pakan). Benang pakan dan benang lusi di persilangkan tegak lurus (membentuk sudut 90°).

Benang-benang lusi di tarik memanjang ke atas pada suatu alat tenun dan benang-benang pakan di sisipkan selang seling di atas dan di bawah benang-benang lusi, dengan gerakan maju mundur. Kekencangan dari suatu tenunan tergantung pada jumlah benang-benang lusi dan benang-benang pakannya dalam setiap centimeter (cm). Semakin banyak jumlah benang per 1 cm², kain tenun semakin awet. Konstruksi tenunan didasarkan pada silang tenunan, yaitu silang dasar dan silang dasar yang divariasi.

Ada tiga macam silang dasar, yaitu silang polos, silang kepar, dan silang satin. Kebanyakan silang tenunan lainnya adalah variasi dari semuanya ini, kecuali untuk tenunan yang berpola (*patterned*). Silang tenunan seperti ini berstruktur rumit dan memerlukan perencanaan khusus dari tenunan, yang diganti dengan merubah penataan benang-benang lusi dan benang-benang pakan yang digabungkan pada perkakas tenunnya. Setiap bahan tenunan mempunyai pinggiran yang dinamakan tepi kain (*selvage*) sepanjang kedua sisi kain dan biasanya tenunannya sedikit berbeda dari dasar bahannya. Hal ini bertujuan untuk menguatkan kain dan melindungi benang-benang supaya tidak mudah *berodhovaus* pada

tirasnya. Selalu pastikan bahwa benang-benang pakan ada pada sudut yang tepat pada tepi kainnya (*selvage*). Ini akan menunjukkan bahwa bahan terletak pada lajurnya (*Grain*), suatu pertimbangan yang penting ketika memotong bahan.

1. Kain Tenun dengan Silang Polos (*Plain Weave*).

Silang polos merupakan silang paling tua dan paling banyak digunakan diantara silang lainnya. Diperkirakan 80% dari semua silang kain tenun adalah silang polos dan variasinya. Silang polos juga merupakan silang yang paling sederhana dengan permukaan timbal balik yang sama. Pada silang ini, benang pakan menyilang bergantian yaitu diatas benang lusi dan berikutnya dibawah benang lusi, begitu seterusnya. Silang ini dapat dinyatakan dengan rumus 1/1 yang artinya satu benang lusi diatas benang pakan dan seterusnya. Karena silang diantara benang-benang lusi dan pakan pada silang polos paling banyak dibandingkan dengan silang lainnya, maka kain dengan silang kokoh adalah silang yang paling kokoh. Beberapa tenunan dengan silangan polos yang terkenal dan banyak di pakai antara lain : kain muslim, mori, nainsook, voile, organdi, blacu dan sebagainya.

2. Kain Tenun dengan Silang Kepar (*Twill Weave*).

Silang kepar (*Twill*) adalah suatu benang-benang dengan silang lusinya menyilang di atas atau di bawah dua benang pakan atau lebih, dengan silangan benang lusi sebelah kiri atau kanannya, bergeser satu

benang lusi sebelah kiri atau kanannya, bergeser satu benang pakan atau lebih untuk membentuk garis diagonal atau garis kepar. Cara pembuatan kain kepar yang paling sederhana hanya dapat di tulis dengan rumus $2/1$, yaitu angka dua menunjukkan lusi menyilang di atas dua pakan, kemudian menyilang di bawah sebuah benang pakan berikutnya yang di tunjukkan oleh angka satu. Dalam hal ini, permukaan kain merupakan permukaan lusi karena lusi menyilang diatas pakan lebih banyak daripada menyilang di bawah pakan.

Kain kepar mempunyai dua permukaan, yaitu permukaan depan dan permukaan belakang. Kalau permukaan depan merupakan efek-efek lusi, maka permukaan belakang merupakan efek-efek pakan. Demikian pula sebaliknya, kalau garis kepar pada permukaan depan ke arah kanan, maka pada permukaan belakang, garis keparnya kekiri dan begitu sebaliknya. Dibandingkan dengan tenunan polos, kain kepar kurang kuat sebab kain kepar mempunyai silangan lebih sedikit sehingga benang-benangnya lebih longgar. Kain kepar lebih lembut dan supel sebab kain kepar mempunyai efek benang yang panjang-panjang sehingga benang-benangnya masih lebih bebas dan mudah bergerak. Karena persilangan benang pada silang kepar berkurang, kekokohan tenunan kepar pun berkurang dibandingkan dengan tenunan silang polos karena itulah kebanyakan tenunan kepar lebih rapat dari pada tenunan polos dan tenunan kepar pada umumnya lebih kuat dari tenunan polos. Beberapa

tenunan dengan silang kepar antara lain drill, jeans, denim, gabardin, dan sebagainya.

3. Kain Tenun dengan Silang Satin (*Satin Weave*)

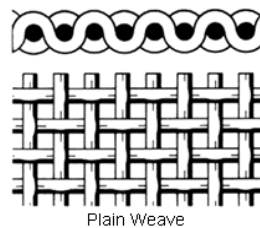
Efek-efek yang panjang, baik kearah lusi maupun kearah pakan menempati sebagian besar permukaan kain, tidak ada titik silang yang berimpit melainkan tersebar merata. Pada satin yang teratur, titik-titik silang pada lusi berikutnya bergeser dua pakan atau lebih. Efek yang panjang mengakibatkan kain yang lebih mengkilap daripada efek yang pendek-pendek. Satin dengan efek yang lebih panjang akan kurang kekuatannya karena benang-benang yang tidak kokoh letaknya, sehingga cenderung untuk mengendor. Satin biasanya di buat dari benang-benang filamen sutra maupun serat buatan seperti rayon, nilon dan sebagainya. Satin dibuat dari benang kapas, kainnya di merser dinamakan sateen (*satine*) yang biasanya dengan efek pakan, sedangkan satin dengan efek lusi. Kilau merupakan karakter yang paling menonjol pada kain satin. Jenis serat dan benang yang di gunakan dan panjang efek akan mempengaruhi kilau satin. Filamen yang berkilau dengan antihan yang rendah akan menyebabkan kain lebih berkilau. Benang filamen di pakai untuk permukaan satin karena serat filamen meskipun antihanya rendah cukup kuat untuk di pakai sebagai benang lusi, sedangkan benang staple yang antihannya rendah tidak cukup kekuatannya. Apabila efek benang staple biasanya diperlukan pengerjaan penyempurnaan tertentu, seperti penyetricaan kalender. Karena sedikitnya jumlah silang pada satin

menyebabkan berhimpit satu sama lain dan menghasilkan sifat-sifat kain yang lebih halus, berkilau lembut dan lebih langsai dari kain-kain silang dasar lainnya.

Adapun konstruksi bahan tenunan antara lain :

a. Tenunan Silang Polos (*Plain Weave*).

Tenunan silang polos (*plain weave*) adalah tenunan yang paling sederhana dan sangat umum dari semua struktur tenunan. Memiliki pola silang satu diatas dan satu dibawah yang kuat serta awet.

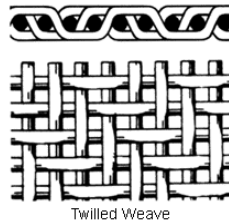


Gambar 6. Tenunan silang polos (*plain weave*)

(<http://www.howardwire.com/terminology.html>)

b. Tenunan Silang Kepar (*Twill Weave*)

Tenunan silang kepar (*twill weave*) adalah adalah tenunan yang memiliki pola silang dua (bisa lebih) di atas, dua dibawah. Dengan demikian tercipta suatu bahan yang sangat kuat. Garis alur (*Ribs*) diagonal dikenal sebagai wales yang bisa pindah dari kiri ke kanan atau kanan ke kiri. Tenun silang kepar adalah tenun yang kencang serta menghasilkan bahan yang awet serta kuat.

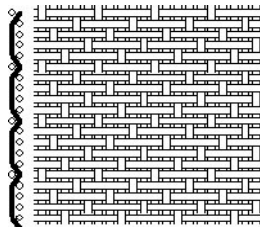


Gambar 7. Tenunan Silang Kepar (*Twill Weave*)

(<http://www.howardwire.com/terminology.html>)

c. Tenun Silang Satin (*Satin Weave*)

Tenun silang satin (*satin weave*) Menciptakan suatu bahan yang halus, berdaya drope yang tinggi dengan kilauan. Permukaan memantulkan cahaya sebab terbuat dari rakitan silang benang lusi (membujur) yang panjang berjalan menuju satu arah dan menjulur diatas empat sampai delapan benang pakan (melintang). Satin cenderung menjadi tenunan yang terlemah dari tiga dasar tenunan tersebut.



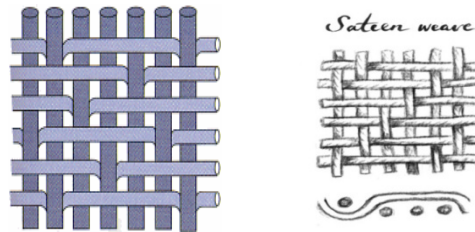
Gambar 8. Tenunan Silang Satin (*Satin Weave*)

(<http://www.tech.plym.ac.uk/sme/MATS324/MATS324C2%20fabrics.htm>)

d. Sateen

Sateen adalah suatu variasi dari tenunan silang satin, dimana rakitan silang benang pakan (melintang) memanjang secara horisontal di

atas benang lusi (membujur). Permukaan secara umum kurang berkilau di banding dengan satin.

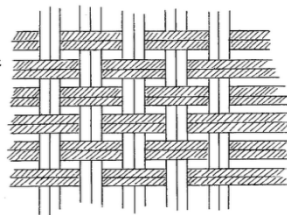


Gambar 9. Sateen

(<http://emillywickhammaterialworld.wikispaces.com/2.+Research+and+Investigation>)

e. Tenunan silang keranjang (*Basket Weave*)

Tenunan silang Keranjang (*basket weave*) adalah variasi dari tenunan silang polos/biasa. Tenunan ini di ciptakan dengan memperlakukan dua helai atau lebih benang, oleh karena benang-benang telah dipelintir bersama, maka tenunan menjadi lebih terbuka dan kurang stabil dari pada tenunan polos/biasa.

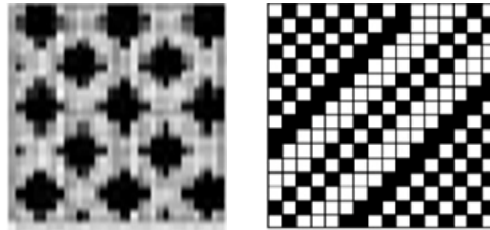


Gambar 10. Tenunan Silang Keranjang (*Basket Weave*)

(<http://motherearthdiploma.blogspot.com/2010/08/classification-of-weaves.html>)

f. Tenunan Dobby (*Dobby Weave*)

Tenunan Dobby (*dobby weave*) Dibuat dari suatu alat tenun yang berjarum banyak untuk membentuk pola yang kecil dan geometrik biasanya merupakan bahan yang mahal harganya.

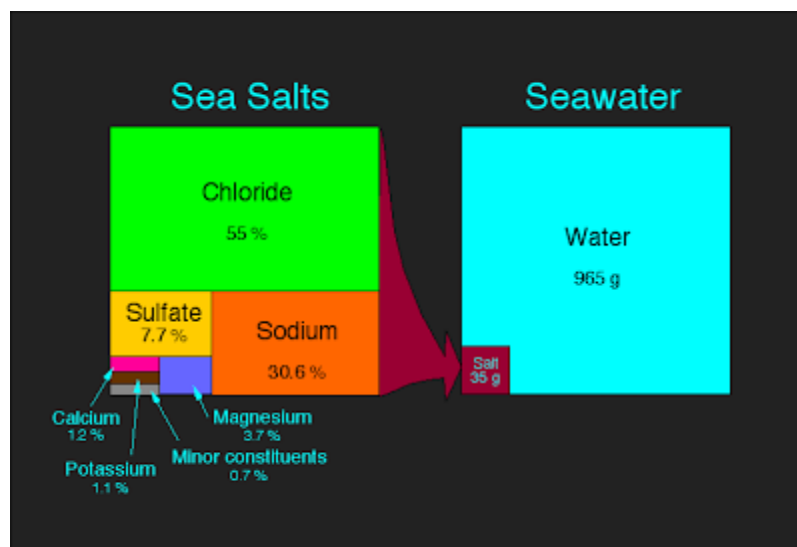


Gambar 11. Tenunan Dobby (*Dobby Weave*)

(<http://craftingahomestead.wordpress.com/2011/07/11/the-new-old-dobby-loom/>)

D. Air Laut

Air laut merupakan air dari laut atau samudra. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut memang berasa asin karena memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter air laut (1000 ml) terdapat 35 gram garam. Kandungan garam di setiap laut berbeda kandungannya.



Gambar 12. Kandungan air laut

(<http://gadang-e-bookformaterialscience.blogspot.com/2007/12/info-kandungan-umum-air-laut.html>)

Pada gambar di atas diambil dari suatu website tentang seawater memperlihatkan bahwa air laut terdiri dari 3,5% garam. Di dalam 3,5% garam terdiri dari Senyawa Klorida 55%, Senyawa sulfat 7,7%, Sodium 30,6%, Calcium 1,2%, Potassium 1,1%, Magnesium 3,7 %, Lain-lain 0,7%

Sifat-sifat fisis air laut sebagai berikut :

1. Salinitas

Secara ideal, salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis, untuk mengukur salinitas adalah susah, oleh karena itu penentuan harga salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl). Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh beberapa faktor dan keadaan lingkungannya seperti pola sirkulasi air, curah hujan, penguapan, musim, aliran sungai, serta interkasi antara laut dan daratan/gunung es. Secara umum, salinitas dapat disebut sebagai jumlah kandungan garam dari suatu perairan yang dinyatakan dalam permil (‰).

2. Temperatur

Dalam oseanografi dikenal dua istilah untuk menentukan temperatur air laut yaitu temperatur dan temperatur potensial. Temperatur adalah sifat termodinamis cairan karena aktivitas molekul dan atom di dalam cairan tersebut. Semakin besar aktivitas (energi), semakin tinggi pula temperaturnya. Temperatur menunjukkan kandungan energi panas. Energi panas dan temperatur dihubungkan oleh energi panas spesifik. Energi panas spesifik sendiri secara sederhana dapat diartikan sebagai

jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur dari satu satuan massa fluida sebesar 1^0 . Jika kandungan energi panas nol (tidak ada aktivitas atom dan molekul dalam fluida) maka temperaturnya secara absolut juga nol (dalam skala Kelvin). Jadi nol dalam skala Kelvin adalah suatu kondisi dimana sama sekali tidak ada aktivitas atom dan molekul dalam suatu fluida. Temperatur air laut di permukaan ditentukan oleh adanya pemanasan (*heating*) di daerah tropis dan pendinginan (*cooling*) di daerah lintang tinggi. Kisaran harga temperatur di laut adalah -2^0 s.d. 35^0 C.

3. Konduktivitas

Konduktivitas air laut bergantung pada jumlah ion-ion terlarut per volumenya dan mobilitas ion-ion tersebut. Satuannya adalah mS/cm (*milli-Siemens per centimeter*). Konduktivitas bertambah dengan jumlah yang sama dengan bertambahnya salinitas sebesar 0,01, temperatur sebesar 0,01 dan kedalaman sebesar 20 meter. Secara umum, faktor yang paling dominan dalam perubahan konduktivitas di laut adalah temperatur.

4. Densitas

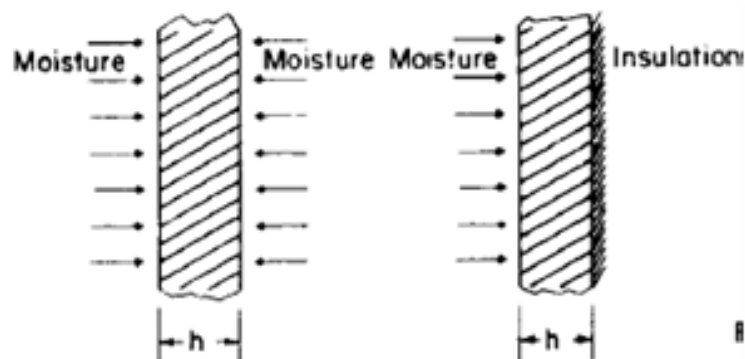
Densitas air laut merupakan jumlah massa air laut per satu satuan volume. Perbedaan densitas yang kecil secara horisontal (misalnya akibat perbedaan pemanasan di permukaan) dapat menghasilkan arus laut yang sangat kuat. Densitas air laut bergantung pada temperatur (T), salinitas (S) dan tekanan (p). Kebergantungan ini dikenal sebagai persamaan keadaan air laut (*Equation of State of Sea Water*): $\rho = \rho(T,S,p)$. Lambang

yang digunakan untuk menyatakan densitas adalah ρ (rho). Densitas bertambah dengan bertambahnya salinitas dan tekanan serta berkurangnya temperatur, kecuali pada temperatur di bawah densitas maksimum. Densitas air laut terletak pada kisaran 1.025 kg m^{-3} sedangkan pada air tawar 1.000 kg m^{-3} .

(www.wordpress.com/2009/11/05/sifat-sifat-fisis-air-laut-oseanografi)

E. Penyerapan Air (*Water Absorption*)

Water absorption dalam komposit merupakan kemampuan komposit dalam menyerap uap air dalam waktu tertentu. *Water absorption* pada komposit merupakan salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit di luar ruangan [5].



Gambar 13. *Water-absorption* komposit

Pori-pori yang terjadi pada komposit dapat menjadi reservoir air bebas didalam resin. Presentase berat air yang mampu diserap resin dan serat didalam air disebut daya serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam resin dan serat disebut kadar air. Jumlah air yang dapat diserap bergantung kepada jumlah matriks resin yang terdapat pada

komposit dan kualitas ikatan antara matriks resin dengan bahan pengisi. Pengujian daya serap air (*water absorption*) pada masing–masing komposit dapat dilakukan dengan cara menimbang massa kering sampel dan massa basah. Massa kering adalah massa pada saat sampel dalam keadaan kering, dan massa basah diperoleh setelah sampel mengalami perendaman. Menurut ASTM D570-98 untuk mendapatkan nilai penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PAL = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

PAL = Penyerapan air laut (%)

M_b = Massa sampel dalam keadaan basah (gr)

M_k = Massa sampel dalam keadaan kering (gr)

Water absorption pada komposit berpenguat serat alami memiliki beberapa pengaruh yang merugikan dalam propertiesnya dan mempengaruhi kemampuannya dalam jangka waktu yang lama juga penurunan secara perlahan dari ikatan interface komposit serta menurunkan sifat mekanis komposit seperti kekuatan tariknya [7]. Daya tahan terhadap *water absorption* dalam komposit berpenguat serat alami dapat ditingkatkan dengan memodifikasi permukaan serat tersebut [8].

F. Regresi

1. Pengertian Regresi

Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga dapat digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel. Jika kita memiliki dua buah variabel atau lebih maka sudah selajaknya apabila kita ingin mempelajari bagaimana variabel-variabel itu berhubungan atau dapat diramalkan.

Pengertian regresi secara umum adalah sebuah alat statistik yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih. Dalam analisis regresi dikenal 2 jenis variabel yaitu:

- a. Variabel Respon disebut juga variabel dependen yaitu variabel yang keberadaannya dipengaruhi oleh variabel lainnya dan dinotasikan dengan variabel Y.
- b. Variabel Prediktor disebut juga dengan variabel independen yaitu variabel yang bebas (tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya) dan dinotasikan dengan X

Tujuan utama regresi adalah untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel (*variabel dependen*) jika nilai variabel yang lain yang berhubungan dengannya (*variabel lainnya*) sudah ditentukan [27].

2. Analisis Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas

tunggal dengan variabel bebas tunggal [28]. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu peubah yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas

Bentuk umum dari persamaan regresi linier adalah :

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots(2)$$

Di mana:

Y = Variabel tak bebas

X = Variabel bebas

a = Parameter Intercep

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Menentukan koefisien persamaan a dan b dapat dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, yaitu cara yang dipakai untuk menentukan koefisien persamaan a dan b dari jumlah pangkat dua (kuadrat) antara titik-titik dengan garis regresi yang dicari yang terkecil.

Dengan demikian , dapat ditentukan:

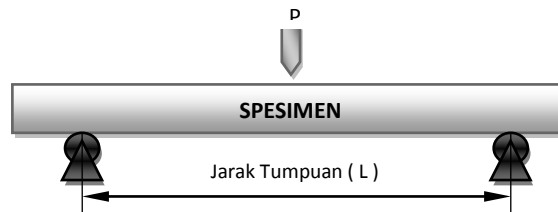
$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

G. Kekuatan Lentur

Material komposit mempunyai sifat tekan lebih baik dibanding tarik, pada perlakuan uji lentur spesimen, bagian atas spesimen terjadi proses tekan dan bagian bawah terjadi proses tarik sehingga kegagalan yang

terjadi akibat uji lentur yaitu mengalami patah bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik. Dimensi balok dapat kita lihat pada gambar berikut ini :



Gambar 14. Penampang uji lentur (Standart ASTM D 790-02)

Menentukan kekuatan lentur menggunakan persamaan (*Standart ASTM D790-02*) :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{M.Y}{I} = \frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot d}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^3} \\ &= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L \cdot d}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot d^2} \\ \sigma b &= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots(5)\end{aligned}$$

Sedangkan untuk menentukan modulus elastisitas lentur menggunakan rumus sebagai berikut (*Standart ASTM D790- 02*) :

$$Eb = \frac{L^3 \cdot P}{4bd^3\delta} \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

σb = kekuatan bending (MPa)

P = beban yang diberikan (N)

L = jarak antara titik tumpuan (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

δ = defleksi (mm)

E = modulus elastisitas (MPa)

Sedangkan persamaan untuk kekakuan dapat dicari dengan [30].

$$I = \frac{1}{12}bd^3 \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$D = EI \quad \dots\dots\dots(8)$$

dimana :

D = kekakuan (N/mm²)

E = modulus elastisitas (N/mm²)

I = momen inersia (mm⁴)

b = lebar (mm)

d = tinggi (mm)