



**TUGAS AKHIR - MN 184802**

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT  
IJUK (*ARENKA PINNATA*) SEBAGAI PENGGANTI SERAT  
GLASS DENGAN VARIASI *SCHEDULE* LAMINASI UNTUK  
KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN**

**Helmi Lukman  
NRP 0411144000087**

**Dosen Pembimbing  
Dr.Ir.Heri Supomo,M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**





---

**TUGAS AKHIR - MN 184802**

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT  
IJUK (*ARENKA PINNATA*) SEBAGAI PENGGANTI SERAT  
*GLASS* DENGAN VARIASI *SCHEDULE* LAMINASI UNTUK  
KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN**

**Helmi Lukman  
NRP 0411144000087**

**Dosen Pembimbing  
Dr.Ir.Heri Supomo,M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**



**FINAL PROJECT - MN 184802**

**ANALYSIS TECHNICAL AND ECONOMICAL OF USE FIBER  
IJUK (*ARENKA PINNATA*) AS A SUBSTITUTE FOR FIBER  
GLASS WITH VARIOUS *SCHEDULE* LAMINATION FOR  
CONSTRUCTION HULL FISHING VESSEL**

**Helmi Lukman  
NRP 04111440000087**

**Supervisor  
Dr.Ir.Heri Supomo,M.sc.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT IJUK (*ARENCA PINNATA*) SEBAGAI PENGGANTI SERAT GLASS DENGAN VARIASI *SCHEDULE* LAMINASI UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN

### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HELMI LUKMAN**  
NRP 0411144000087

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I



**Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.**  
NIP 19640416 198903 1 003

Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



**Dr. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19640216 198903 1 001

SURABAYA, JULI 2019

## LEMBAR REVISI

# ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT IJUK (*ARENKA PINNATA*) SEBAGAI PENGGANTI SERAT GLASS DENGAN VARIASI *SCHEDULE* LAMINASI UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN

### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 02 Juli 2019

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**HELMI LUKMAN**  
NRP 0411144000087

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Muhammad Nurul Misbach, S.T., M.T.
2. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
3. Imam Baihaqi, S.T., M.T.
4. Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



SURABAYA, JULI 2019

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT IJUK (*ARENGA PINNATA*) SEBAGAI PENGANTI SERAT GLASS DENGAN VARIASI *SCHEDULE* LAMINASI UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN” ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr.Ir.Heri Supomo,M.sc.selaku Dosen pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal, Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium.
3. Kepada bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc.,Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan ITS.
4. Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T., bapak Imam Baihaqi, S.T..M.T., bapak Mohammad Sholikhhan Arif, S.T., M.T., serta bapak Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc, selaku Dosen Pengajar yang telah memberikan kritik dan sarannya dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Fairil, Bapak Didik dan Mas Agil yang telah membantu Penulis dalam pelaksanaan pengujian di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan
6. Kepada ibu sulastri selaku pengerajin serat Ijuk dari Tulungagung yang telah menaMPar serta mengayam *woven roving* untuk penelitian ini.
7. Kepada pat fat yang telah membantu pada proses pembuatan spesimen komposit pada penelitian ini.
8. Kedua orang tua penulis, ibu Yanti kuswahyuning Sari dan bapak Edy Suhaedi. yang selalu mendukung penulis dari segi moral hingga ekonomis.
9. Kepada Novando Afdol, Hazmi Farkhan, Reyhan Altariq dan Galih teman seperjuangan saya serta teman-teman bidang Indutri Teknik Perkapalan ITS yang selalu memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Surabaya, 26 Juli 2019

Helmi Lukman

# ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT IJUK (ARENGA PINNATA) SEBAGAI PENGGANTI SERAT *GLASS* DENGAN VARIASI *SCHEDULE* LAMINASI UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN

Nama Mahasiswa : Helmi Lukman  
NRP : 0411144000087  
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : Dr.Ir.Heri Supomo,M.Sc.

## ABSTRAK

Dewasa ini penggunaan serat kaca pada kapal FRP sudah menjadi masalah umum karena material yang susah di uraikan, serat Ijuk dijadikan bahan alternatif penguat FRP serat ini berasal dari pohon aren merupakan penguat komposit alami yang memiliki struktur serat yang kontinu kuat, tahan lama serta tahan terhadap asam garam air laut, ramah lingkungan, serta SDM yang melimpah khususnya di negara Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui presentasi serat Ijuk sebagai *core material fiber* terhadap sifat fisis dan mekanisme komposit serat Ijuk berpenguat resin yang nantinya di pakai sebagai bahan pembuatan konstruksi kulit kapal. Komposit material akan di bagi menjadi 2 konfigurasi susunan laminasi yang dimana tiap konfigurasi memiliki 4 macam variasi yang di bedakan dengan susunan *woven roving* serta susunan *mat*. Pengujian *tensile* dan elastisitas pada komposit dilakukan agar mengetahui sifat fisis serta mekanis komposit. Pengujian *bending* digunakan untuk mengetahui kelenturan komposit. Pengujian *tensile* digunakan untuk mengetahui elastisitas komposit terhadap beban normal. ASTM 638-02 menjadi acuan spesimen tarik dan ASTM D790-00 menjadi acuan spesimen tekuk. Spesimen tipe A.1 yang memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 menjadi variasi *schedule* laminasi yang terbaik dari 8 variasi yang lainnya dari segi kekuatan tarik, kekuatan tekuk dan elastisitasnya. Setelah melakukan analisa dari hasil pengujian tarik dan tekuk bahwa *schedule* laminasi mempengaruhi nilai kekuatan material itu sendiri, bahwa semakin kecil berat jenis *chopped strand mat* dan *woven roving* membuat kekuatan dan kelenturan material meningkat. Ketebalan kulit kapal OFRP cenderung lebih tebal dari kapal FRP karena faktor fabrikasi *mat* dan *roving* yang dilakukan secara *handmade*. Biaya pembangunan kulit kapal ikan ukuran 5 GT menggunakan bahan serat Ijuk sebagai penguat FRP memiliki biaya yang lebih murah. Biaya Pembangunan kapal OFRP dan FRP memiliki selisih biaya dengan persentase 1,36% sampai 0,58% lebih murah OFRP. Namun penggunaan resinnya 2 kali lebih banyak dari pada kapal berbahan *glass*. Pengaruh banyaknya penggunaan resin terhadap *mat* dan *woven roving* karena serat Ijuk pada dasarnya tidak menyerap resin.

Kata kunci: *Schedule* Laminasi, Serat Ijuk, Konstruksi Kulit Kapal, Pengujian Tarik dan Pengujian Tekuk



# **ANALYSIS TECHNICAL AND ECONOMICAL OF USE FIBER IJUK (*ARENGA PINNATA*) AS A SUBSTITUTE FOR FIBER GLASS WITH VARIOUS *SCHEDULE* LAMINATION FOR CONSTRUCTION HULL FISHING VESSEL**

Author : Helmi Lukman  
ID No. : 0411144000087  
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology  
Supervisors : Dr.Ir.Heri Supomo,M.Sc.

## **ABSTRACT**

Nowadays the use of glass fiber on FRP vessels has become a common problem because materials that are difficult to describe, Ijuk fibers are used as an alternative material for reinforcing FRP fibers derived from palm trees is a natural composite reinforcement that has a continuous strong fiber structure, durable and acid resistant salt water, environmentally friendly, and abundant human resources, especially in Indonesia. This study aims to determine the presentation of palm fiber as a fiber core material for the physical properties and mechanism of resin fiber reinforced fiber composite which will be used as material for the manufacture of ship leather construction. Composite material will be divided into 2 configurations of laminate arrangements in which each configuration has 4 kinds of variations that are distinguished from the arrangement of woven roving and arrangement of mat. Tensile testing and elasticity in the composite were carried out to determine the physical and mechanical properties of the composite. The bending test is used to determine the composite flexibility. Tensile testing is used to determine the elasticity of the composite against normal loads. ASTM 638-02 is a reference for tensile specimens and ASTM D790-00 is a reference for buckling specimens. Type A.1 specimens which have an arrangement of 4 layers of CSM 300 and 1 layer of woven roving 600 are the best variations of the laminate *schedule* of the other 8 variations in terms of tensile strength, bending strength and elasticity. After analyzing the tensile and bending test results that *schedule* lamination affects the strength of the material it self, that the smaller the density of the chopped strand mat and woven roving make the strength and flexibility of the material increase. The thickness of OFRP vessels tends to be thicker than FRP vessels due to handmade fabrication and roving factors. The cost of building a leather boat size 5 GT using palm fiber as FRP reinforcement has a lower cost. The cost of constructing OFRP and FRP vessels has a cost difference of 1.36% to 0.58% OFRP have a low cost. But the use of resin is 2 times more than on a glass-based ship. The influence of the number of uses of resin on mat and woven roving is because fiber fibers basically do not absorb resin.

Keyword: *Schedule* Laminate, Ijuk Fiber , Hull Fishing Vessel Construction, Tensile Testing and Bending Testing.

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR REVISI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR SIMBOL .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR .....	5
2.1. Serat Ijuk ( <i>ARENKA PINNATA</i> ).....	5
2.1.1. Sifat Fisis Serat Ijuk .....	6
2.1.2. Potensi Serat Ijuk Di Indonesia .....	8
2.2. Kapal Ikan OFRP( <i>Organic Fiberglass Reinforce Plastic</i> ) .....	9
2.2.1. Kapal Ikan.....	10
2.3. <i>Schedule</i> Laminasi.....	12
2.4. Metode Pembuatan Komposit .....	12
2.5. <i>Matriks/Resin</i> .....	17
2.5.1. Jenis-jenis <i>Matriks/Resin</i> .....	18
2.6. Material Penguat .....	21
2.6.1. <i>Woven roving</i> .....	21
2.6.2. <i>Chopped Strand Mat (CSM)</i> .....	22
2.6.3. Serat <i>Mat Bi-Axial</i> .....	23
2.7. Pengujian Komposit .....	23
2.7.1. Pengujian Tarik.....	24
2.7.2. Pengujian Tekuk.....	28
2.7.3. Ukuran Tebal <i>Schedule</i> Laminasi.....	31
2.8. Proses Pembangunan Kapal OFRP .....	32
2.8.1. <i>Owner Requirement</i> .....	33
2.8.2. Perhitungan dan Penyediaan Material .....	33
2.8.3. <i>Lofting</i> .....	33
2.8.4. Pembuatan Cetakan .....	33
2.8.5. Proses Laminasi OFRP .....	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	37
3.1. Umum.....	37

3.2.	Proses Pengerjaan.....	39
3.2.1.	Tempat Penelitian.....	39
3.2.2.	Pengambilan Serat Ijuk.....	39
3.2.3.	Pembuatan Cetakan Spesimen.....	39
3.2.4.	Pembuatan <i>Woven roving</i> .....	40
3.2.5.	Pembuatan Matt.....	41
3.2.6.	Pengujian Kekuatan Tarik.....	41
3.2.7.	Pengujian Kekuatan Tekuk.....	43
3.3.	Pembuatan Spesimen.....	44
3.3.1.	Perencanaan Spesimen Uji.....	44
3.3.2.	Susunan Spesimen Uji.....	45
3.3.3.	Persiapan Bahan dan Peralatan.....	46
3.3.4.	Proses Pengerjaan Spesimen.....	47
3.4.	Berat Komposit <i>Schedule</i> Laminasi.....	52
3.5.	Analisa Teknis.....	53
3.6.	Analisa Ekonomis.....	53
3.7.	Kesimpulan.....	54
BAB 4 HASIL DATA PENGUJIAN.....		55
4.1.	Hasil Pengujian Tarik.....	55
4.1.1.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen <i>Schedule</i> Laminasi Konfigurasi Tipe A.....	55
4.1.1.1.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.1 (4 CSM300 - 1 WR600).....	55
4.1.1.2.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.2 (4 CSM450 - 1 WR600).....	57
4.1.1.3.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.3 (4 CSM300 - 1 WR800).....	59
4.1.1.4.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.4 (4 CSM450 - 1 WR800).....	61
4.1.2.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen <i>Schedule</i> Laminasi Konfigurasi Tipe B.....	63
4.1.2.1.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.1 (2 CSM300 - 2 WR600).....	63
4.1.2.2.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.2 (2 CSM450 - 2 WR600).....	65
4.1.2.3.	Variasi <i>Schedule</i> laminasi Tipe B.3 (2 CSM300 - 2 WR800).....	67
4.1.2.4.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.4 (2 CSM450 - 2 WR800).....	69
4.2.	Bending Test (Uji Tekuk) Spesimen Ijuk OFRP.....	71
4.2.1.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.....	72
4.2.1.1.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.1 (4 CSM300 - 1 WR600).....	72
4.2.1.2.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.2 (4 CSM450 - 1 WR600).....	73
4.2.1.3.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.3 (4 CSM450 - 1 WR800).....	75
4.2.1.4.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe A.4 (4 CSM450 - 1 WR800).....	77
4.2.2.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.....	79
4.2.2.1.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.1 (2 CSM300 - 2 WR600).....	79
4.2.2.2.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.2 (2 CSM450 - 2 WR600).....	81
4.2.2.3.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.3 (2 CSM300 - 2 WR800).....	83
4.2.2.4.	Variasi <i>Schedule</i> Laminasi Tipe B.4 (2 CSM450 - 2 WR800).....	84
BAB 5 ANALISIS TEKNIS <i>SCHEDULE</i> LAMINASI SERAT IJUK.....		87
5.1.	Umum.....	87
5.2.	Grafik Hasil Pengujian Tarik <i>Schedule</i> Laminasi.....	87
5.2.1.	Grafik <i>Tensile Stength</i> .....	88
5.2.2.	Grafik <i>Modulus Of Tensile Strength</i> .....	89
5.3.	Pengaruh <i>Schedule</i> Laminasi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit.....	89
5.3.1.	Analisa Kekuatan <i>Tensile Strength Schedule</i> Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450.....	90

5.3.2.	Analisa Kekuatan <i>Tensile Strength Schedule</i> laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	91
5.3.3.	Analisa Kekuatan <i>Modulus Of Tensile Elasticity Schedule</i> Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	91
5.3.4.	Analisa Kekuatan <i>Modulus Of Tensile Elasticity Schedule</i> Laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	92
5.4.	Grafik Hasil Pengujian Tekuk <i>Schedule</i> Laminasi .....	93
5.4.1.	Grafik <i>Bending Stength</i> .....	93
5.4.2.	Grafik <i>Modulus Of Bending Elasticity</i> .....	94
5.5.	Pengaruh <i>Schedule</i> Laminasi Terhadap Kekuatan Komposit .....	95
5.5.1.	Analisa Kekuatan <i>Bending Strength Schedule</i> Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	96
5.5.2.	Analisa Kekuatan <i>Bending Strength schedule</i> Laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	97
5.5.3.	Analisa Kekuatan <i>Modulus Of Bending Elasticity Schedule</i> Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	97
5.5.4.	Analisa Kekuatan <i>Modulus Of Bending Elasticity Schedule</i> Laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450 .....	98
5.6.	Data Konstruksi Kapal Ikan FRP 5 GT .....	99
5.6.1.	<i>Lines plan</i> .....	99
5.6.2.	<i>General Arrangement</i> .....	100
5.6.3.	<i>Construction Profile</i> .....	101
5.6.4.	Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT .....	102
5.7.	Perbandingan Kekuatan FRP Terhadap Komposit Serat Ijuk .....	103
5.8.	Perhitungan Tebal Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5GT.....	104
5.8.1.	Perbandingan Tebal Kapal FRP 5GT Terhadap FRP Komposit Serat Ijuk ....	105
5.9.	Perbandingan Kapasitas <i>Schedule</i> Laminasi Kapal Ikan 5GT .....	107
5.10.	Analisa Pengaruh <i>Schedule</i> Laminasi Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk Komposit Serat Ijuk.....	108
BAB 6 ANALISIS EKONOMIS .....		109
6.1.	Biaya Produksi Konstruksi Kapal Ikan 5 GT .....	109
6.2.	Harga Material Pembangunan Kapal FRP .....	109
6.2.1.	Perhitungan Kebutuhan Material Pada Pembuatan Cetakan .....	110
6.2.2.	Perhitungan Kebutuhan Resin Kapal FRP.....	110
6.2.3.	Perhitungan Biaya Material Utama Kapal FRP.....	112
6.2.4.	Perhitungan Biaya Pembuatan Cetakan Kapal FRP .....	112
6.2.5.	Perhitungan Biaya Material Penunjang Kapal FRP .....	112
6.2.6.	Total Biaya Material Keseluruhan.....	113
6.3.	Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Pembangunan Kapal Ikan FRP .....	114
6.4.	Harga Material Pembangunan Kapal OFRP .....	115
6.4.1.	Perhitungan Kebutuhan Material Cetakan Kapal OFRP .....	116
6.4.2.	Perhitungan Kebutuhan Resin Kapal OFRP.....	116
6.4.3.	Perhitungan Biaya Material Utama Kapal OFRP .....	118
6.4.4.	Perhitungan Biaya Pembuatan Cetakan Kapal OFRP .....	118
6.4.5.	Perhitungan Biaya Material Penunjang Kapal OFRP.....	119
6.4.6.	Total Biaya Keseluruhan Material Kapal OFRP 5 GT .....	120
6.5.	Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Pembangunan Kulit Kapal OFRP .....	121
6.6.	Rekapitulasi Perbandingan Biaya Konstruksi Kapal Ikan FRP Terhadap OFRP .....	122
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN .....		123

7.1.	Kesimpulan.....	123
7.2.	Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....		125
LAMPIRAN .....		127
LAMPIRAN A DESAIN EKSPERIMEN PENELITIAN .....		128
LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN TARIK SPESIMEN .....		134
LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN TEKUK SPESIMEN .....		142
LAMPIRAN D GRAFIK HASIL PENGUJIAN.....		150
LAMPIRAN E GRAFIK <i>STRESS STRAIN</i> .....		152
LAMPIRAN F PERHITUNGAN <i>SCANTLING</i> KAPAL IKAN 5GT .....		172
LAMPIRAN G HASIL PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS .....		177
BIODATA PENULIS.....		204

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daun, Batang dan Serat Ijuk ( <i>Arenga Pinnata</i> ).....	6
Gambar 2.2 Proses <i>hand lay-up</i> .....	13
Gambar 2.3 Proses <i>Vacuum bag</i> .....	14
Gambar 2.4 Proses <i>Pressure bag</i> .....	14
Gambar 2.5 Proses <i>Spray-Up</i> .....	15
Gambar 2.6 Proses <i>Compression Moulding</i> .....	15
Gambar 2.7 Proses <i>Injection Moulding</i> .....	16
Gambar 2.8 Proses <i>Continuous Pultrusion</i> .....	16
Gambar 2.9 Resin <i>Epoxy</i> .....	19
Gambar 2.10 Resin <i>Polyester</i> .....	19
Gambar 2.11 Resin <i>Silikon</i> .....	20
Gambar 2.12 Resin <i>Furan</i> .....	20
Gambar 2.13 Resin <i>Fenol</i> .....	21
Gambar 2.14 <i>Woven roving</i> berbahan serat Ijuk.....	22
Gambar 2.15 <i>Mat</i> berbahan serat Ijuk.....	22
Gambar 2.16 Serat <i>Bi-aksial</i> .....	23
Gambar 2.17 Desain spesimen uji Tarik ASTM D638.....	24
Gambar 2.18 Skema Pengujian Tarik.....	25
Gambar 2.19 Kurva Umum Hasil Uji Tarik.....	26
Gambar 2.20 Desain spesimen pengujian tekuk ASTM D 790.....	28
Gambar 2.21 Skema Pengujian Tekuk.....	30
Gambar 2.22 Diagram Alir Proses Produksi Kapal FRP.....	32
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	38
Gambar 3.2 Cetakan Spesimen.....	39
Gambar 3.3 Proses Penamparan Serat.....	40
Gambar 3.4 Bentuk Tampanan Serat Ijuk.....	40
Gambar 3.5 Proses Penganyaman Serat Ijuk menjadi <i>Woven roving</i> .....	41
Gambar 3.6 Latek cair untuk perekat matt.....	41
Gambar 3.7 Mesin pengujian <i>tensile</i> .....	42
Gambar 3.8 Mesin pengujian tekuk.....	43
Gambar 3.9 Konfigurasi laminasi tipe A.....	46
Gambar 3.10 Konfiogurasi laminasi tipe B.....	46
Gambar 3.11 Menyiapkan kaca yang telah dipotong.....	47
Gambar 3.12 <i>Mirror glaze</i> atau <i>wax</i> .....	48
Gambar 3.13 Pembuatan <i>gelcoat</i> .....	48
Gambar 3.14 Melapisi cetakan dengan <i>gelcoat</i> .....	49
Gambar 3.15 Pengukuran berat resin untuk CSM.....	49
Gambar 3.16 Pengukuran berat resin pada <i>woven roving</i> .....	50
Gambar 3.17 Pelapisan CSM 300.....	50
Gambar 3.18 Pelapisan <i>woven roving</i> 600.....	51
Gambar 3.19 Material komposit serat Ijuk yang telah <i>curing</i> .....	51

Gambar 3.20 Pemotongan komposit .....	52
Gambar 3.21 Mesin pemotong atau gerinda.....	52
Gambar 4.1 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM300 + 1 WR600	56
Gambar 4.2 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.1.....	57
Gambar 4.3 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM450 + 1 WR600....	58
Gambar 4.4 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.2.....	59
Gambar 4.5 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM300 + 1 WR800....	60
Gambar 4.6 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.3.....	61
Gambar 4.7 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM450 + 1 WR800....	62
Gambar 4.8 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.4.....	63
Gambar 4.9 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 2 CSM300 + 2 WR600....	64
Gambar 4.10 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.1 .....	65
Gambar 4.11 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi Tipe 2 CSM450 + 2 WR600.....	66
Gambar 4.12 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.2.....	67
Gambar 4.13 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi Tipe 2 CSM300 + 2 WR800.....	68
Gambar 4.14 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.3.....	69
Gambar 4.15 Grafik <i>load</i> dan <i>elongation</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 2 CSM450 + 2 WR800 .	70
Gambar 4.16 Dokumentasi spesimen tarik variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.4.....	71
Gambar 4.17 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM300 + 1 WR600...	72
Gambar 4.18 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.1 .....	73
Gambar 4.19 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM450 + 1 WR600...	74
Gambar 4.20 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.2 .....	75
Gambar 4.21 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM300 + 1 WR800...	76
Gambar 4.22 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.3 .....	77
Gambar 4.23 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 4 CSM450 + 1 WR800...	77
Gambar 4.24 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe A.4 .....	79
Gambar 4.25 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 2 CSM300 + 2 WR600...	79
Gambar 4.26 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.1 .....	81
Gambar 4.27 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 2 CSM450 + 2 WR600...	81
Gambar 4.28 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.2 .....	82
Gambar 4.29 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 2 CSM300 + 2 WR800...	83
Gambar 4.30 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.3 .....	84
Gambar 4.31 Grafik <i>load</i> dan <i>deflection</i> variasi <i>schedule</i> laminasi 2 CSM450 + 2 WR800...	85
Gambar 4.32 Dokumentasi spesimen tekuk variasi <i>schedule</i> laminasi tipe B.4 .....	86
Gambar 5.1 Grafik <i>stress strain</i> pada <i>schedule</i> laminasi A.1 (4 CSM300-1 WR600)	87
Gambar 5.2 Grafik rata-rata <i>tensile strength</i> terhadap <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk	88
Gambar 5.3 Grafik rata-rata <i>modulus of tensile elasticity</i> terhadap <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk.....	89
Gambar 5.4 Grafik rata-rata <i>Tensile Stength</i> <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan	90
Gambar 5.5 Grafik rata-rata <i>Tensile Strength</i> <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan .....	91
Gambar 5.6 Grafik rata-rata <i>Modulus Of Tensile Elasticity</i> <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan .....	92
Gambar 5.7 Grafik rata-rata <i>Modulus Of Tensile Elasticity</i> <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan .....	93
Gambar 5.8 Grafik rata-rata <i>bending strength</i> terhadap <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk .....	94

Gambar 5.9 Grafik rata-rata <i>modulus of bending elasticity</i> terhadap <i>schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk .....	95
Gambar 5.10 Grafik rata-rata <i>Bending Stength schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan .....	96
Gambar 5.11 Grafik rata-rata <i>Bending Stength schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan .....	97
Gambar 5.12 Grafik rata-rata <i>Modulus Of Bending Elasticity schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan .....	98
Gambar 5.13 Grafik rata-rata <i>Modulus Of Bending Elasticity schedule</i> laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan .....	99
Gambar 5.14 Rencana garis kapal ikan ukuran 5 GT KKP.....	100
Gambar 5.15 Rencana umum kapal ikan ukuran 5 GT .....	101
Gambar 5.16 Konstruksi <i>Profile</i> kapal Ikan 5 GT.....	102
Gambar 5.17 3D luasan kapal ikan ukuran 5GT .....	102
Gambar 5.18 <i>Main dimension</i> kapal ikan ukuran 5GT .....	104
Gambar 6.1 Harga Material FRP Serat Ijuk .....	115



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Serat Ijuk Berdasarkan Kelompok Diameternya.....	8
Tabel 2.2 Kekuatan Tarik dan tekuk komposit serat alam .....	8
Tabel 3.1 Berat tiap lembar serat penguat Ijuk.....	44
Tabel 3.2 Berat resin yang di butuhkan tiap laminasi .....	45
Tabel 3.3 Perbandingan <i>aerosil, talc</i> , katalis dengan <i>gelcoat</i> .....	48
Tabel 3.4 Rekapitulasi berat komposit setelah <i>curing</i> .....	53
Tabel 4.1 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe A.1 .....	56
Tabel 4.2 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe A.2 .....	58
Tabel 4.3 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe A.3 .....	60
Tabel 4.4 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe A.4 .....	62
Tabel 4.5 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe B.1.....	64
Tabel 4.6 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe B.2.....	66
Tabel 4.7 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe B.3.....	68
Tabel 4.8 Hasil rekapitulasi pengujian tarik <i>schedule</i> laminasi tipe B.4.....	70
Tabel 4.9 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe A.1 .....	73
Tabel 4.10 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe A.2 .....	74
Tabel 4.11 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe A.3 .....	76
Tabel 4.12 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe A.4.....	78
Tabel 4.13 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe B.1 .....	80
Tabel 4.14 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe B.2 .....	82
Tabel 4.15 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe B.3 .....	83
Tabel 4.16 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk <i>schedule</i> laminasi tipe B.4 .....	85
Tabel 5.1 Perbandingan kekuatan FRP dan FRP <i>schedule</i> laminasi serat Ijuk .....	103
Tabel 5.2 Tabel perbandingan tebal FRP terhadap FRP serat Ijuk .....	106
Tabel 5.3 Rekapitulasi perhitungan <i>payload</i> variasi <i>schedule</i> laminasi untuk kapal ikan 5 GT .....	107
Tabel 6.1 Harga Material FRP.....	109
Tabel 6.2 Kebutuhan Material Untuk Cetakan Kapal 5 GT .....	110
Tabel 6.3 Perbandingan Serat dan Resin .....	110
Tabel 6.4 Luasan konstruksi kapal Ikan FRP .....	110
Tabel 6.5 Total luasan <i>gelcoat</i> kapal ukuran 5 GT.....	111
Tabel 6.6 Total penggunaan resin pada kapal ukuran 5GT .....	111
Tabel 6.7 Total biaya material utama kapal FRP 5 GT .....	112
Tabel 6.8 Total biaya pembuatan cetakan kapal FRP 5 GT .....	112
Tabel 6.9 Total biaya material penunjang kapal FRP 5GT .....	113
Tabel 6.10 Total biaya material habis pakai kapal FRP 5GT .....	113
Tabel 6.11 Total biaya material keseluruhan kapal FRP 5 GT .....	114
Tabel 6.12 Waktu Proses Produksi Kulit Kapal Ikan Konstruksi FRP Ukuran 5GT .....	114
Tabel 6.13 Perhitungan biaya Tenaga Kerja Langsung Untuk Pembangunan Kapal Ikan 5 GT .....	115
Tabel 6.14 Harga material kapal ikan 5 GT serat Ijuk .....	116
Tabel 6.15 Kebutuhan material cetakan kapal ikan OFRP.....	116
Tabel 6.16 Perbandingan serat Ijuk CSM dan <i>Woven roving</i> dengan resin .....	117

Tabel 6.17 Luasan konstruksi kapal OFRP .....	117
Tabel 6.18 Total luasan <i>gelcoat</i> kapal OFRP ukuran 5 GT.....	117
Tabel 6.19 Total penggunaan serat Ijuk pada kulit kapal OFRP ukuran 5GT .....	118
Tabel 6.20 Total biaya material utama kapal OFRP 5 GT .....	118
Tabel 6.21 Total biaya pembuatan cetakan kapal OFRP 5 GT .....	119
Tabel 6.22 Total biaya material penunjang kapal OFRP 5GT .....	119
Tabel 6.23 Total biaya material habis pakai kapal OFRP 5GT .....	120
Tabel 6.24 Total biaya material keseluruhan kapal OFRP 5 GT.....	120
Tabel 6.25 Waktu Proses Produksi Kulit Kapal Ikan Konstruksi OFRP Ukuran 5GT .....	121
Tabel 6.26 Perhitungan biaya Tenaga Kerja Langsung Untuk Pmebangunan Kapal Ikan 5 GT .....	122
Tabel 6.27 Rekapitulasi biaya total pembangunan konstruksi kapal Ikan FRP dan OFRP....	122

## DAFTAR SIMBOL

P	= Load (N)
A	= Luas permukaan pada titik tengah spesimen uji (mm <sup>2</sup> )
l	= Panjang awal <i>gauge</i> (mm)
$\Delta P/\Delta l$	= Gradien dari bagian linear pada grafik <i>load-deflection</i> (N/mm)
$\Delta l$	= Perubahan panjang <i>gauge</i>
b	= Lebar Spesimen Uji (mm)
t	= Tebal Spesimen Uji (mm)
$\Delta P/\Delta y$	= Gradien dari bagian linear pada grafik <i>load-deflection</i> (N/mm)
y	= <i>Deflection</i> pada titik tengah dari panjang <i>gauge</i>
$\nabla$	= Volume <i>displacement</i> kapal (mm <sup>3</sup> )
$\sigma$	= Kekuatan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )
$\epsilon$	= Perpanjangan atau regangan (%)
P	= massa jenis(gram/cm <sup>3</sup> )
L <sub>o</sub>	= Panjang awal (mm)
A <sub>o</sub>	= Luas permukaan awal (mm <sup>2</sup> )
$\Delta L$	= Selisih panjang akhir dan mula(mm)



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Penggunaan material komposit telah diterima penggunaannya disemua sektor industri, sebagai bahan pengganti baja karena kelebihanannya yang tahan terhadap korosi, ringan serta mempunyai karakteristik bahan yang baik menyebabkan komposit semakin banyak dipakai. Pada industri maritim salah satu penggunaan terbesarnya yakni *fiberglass* sudah tidak asing lagi dipakai dalam industri perkapalan di Indonesia seperti cepat, kapal kecil dan kapal-kapal khusus lainnya sehingga material *fiberglass* menjadi pilihan utama selain aluminium dan baja, banyak bukti menunjukkan bahwa dengan teknologi yang tepat material komposit dapat dijadikan transportasi laut ringan. Pembuatan konstruksi-konstruksi yang ringan pada kapal butuh kekedapan serta daya tahan yang tinggi terhadap cuaca dan hewan laut. Kapal ikan salah satu kapal yang sering menggunakan *fiberglass* sebagai bahan untuk pembuatan konstruksinya disamping itu penggunaan *fiberglass* dalam pembangunan kapal sudah mulai dibatasi karena karakteristiknya yang susah terurai sehingga tidak ramah lingkungan.

Bahan material konstruksi kapal pada umumnya diperkuat olah serat kaca atau *fiberglass*, serat alam menjadi alternatif bahan lain untuk memperkuat suatu komposit salah satu bahannya yaitu serat Ijuk. Indonesia memiliki produksi serat Ijuk secara nasional mencapai 14.000 ton per bulan atau 165.000 ton per tahun sementara ini pemanfaatan Ijuk masih sebatas pada keperluan rumah tangga, bahkan diekspor dalam kondisi bahan mentah, oleh sebab itu pemanfaatan Ijuk sebagai bahan dasar komposit merupakan harapan baru untuk memanfaatkan Ijuk menjadi komoditas yang mempunyai nilai tambah yang lebih tinggi, serat Ijuk diketahui memiliki banyak keistimewaan yaitu tahan terhadap asam garam air laut serta memiliki ketahanan untuk waktu yang lama (Trubus.2015).

*Woven roving* dan *mat* terbuat dari bahan Ijuk sebagai *core* atau inti pada material FRP, lalu untuk resin yang digunakan memakai resin jenis *marine used polyester Yukalac 157 BQTN*. Menganalisa biaya produksi pembangunan kapal ikan menggunakan serat Ijuk dengan metode *cost breakdown* serta menganalisa teknis material komposit terhadap variasi *schedule* laminasi dari pengujian hasil pengujian tarik dan pengujian tekuk. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan agar memenuhi dari aturan klasifikasi dan juga memberikan alternatif

susunan laminasi optimal untuk diterapkan dalam pembangunan kapal ikan berbahan *fiberglass* khususnya pada bagian konstruksi kulit kapal.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Sehubungan dengan latar belakang di atas permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana hasil pengujian tarik dan pengujian tekuk komposit berpenguat serat Ijuk?
2. Bagaimana pengaruh variasi *schedule* laminasi terhadap kekuatan pada komposit dengan menggunakan serat Ijuk sebagai penguat?
3. Apakah kekuatan dari komposit memenuhi standar nilai minimal kekuatan FRP yang sudah disarutkan oleh *class* sesuai aturan BKI tahun 2006, *rules for fiberglass reinforced plastic ship*?
4. Bagaimana penerapan komposit untuk dijadikan konstruksi kulit kapal ikan OFRP menggunakan serat Ijuk?
5. Bagaimana analisa ekonomis berdasarkan biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT menggunakan serat Ijuk?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai kuat tarik dan kuat tekuk dari komposit berpenguat serat Ijuk.
2. Melakukan analisa teknis berdasarkan hasil pengujian tarik dan pengujian tekuk komposit berpenguat serat Ijuk terhadap *schedule* laminasi.
3. Melakukan perbandingan nilai kekuatan komposit berpenguat serat Ijuk dengan nilai minimal kekuatan FRP yang sudah disarutkan oleh *class* (BKI).
4. Melakukan analisa teknis untuk mencari ketebalan dari konstruksi kulit kapal ikan berpenguat serat Ijuk terhadap *schedule* laminasi.
5. Melakukan analisa ekonomis berdasarkan biaya pembuatan konstruksi kulit kapal ikan menggunakan serat Ijuk.

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah yang ada dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Spesimen memakai variasi *schedule* laminasi.
2. Proses pembuatan menggunakan metode *hand lay up*
3. Pengujian tekuk memakai standart ASTM D 790-00 dan ASTM D 368

4. Resin yang dipakai adalah *Yukalac 157 BTQN*
5. Tidak membahas persoalan teknis pasca pembuatan (perawatan dan reparasi)
6. *Scope* konstruksi kulit kapal mencakup alas, sisi dan geladak

### **1.5. Manfaat**

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
2. Data yang di peroleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan material komposit yang menggunakan serat alam sebagai material penguat, khususnya serat Ijuk dalam industri pembangunan kapal ikan.

### **1.6. Hipotesis**

Hipotesis dari Tugas Akhir ini adalah :

Hipotesis dari tugas akhir ini adalah dengan adanya pembangunan kapal konstruksi OFRP menggunakan serat Ijuk ini memiliki kualitas yang bagus serta menurunkan harga produksi dan dapat menjadi opsi yang baik sebagai pengganti *fiberglass* dalam pembangunan kapal FRP.

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB 2**

### **STUDI LITERATUR**

#### **2.1. Serat Ijuk (*ARENKA PINNATA*)**

Banyak jenis serat yang bisa digunakan sebagai material komposit, diketahui bahwa penambahan serat alam akan menambah kekuatan dari komposit sifat-sifat komposit tergantung dari serat pengisinya, saat ini banyak diteliti dan dikembangkan komposit dengan berbagai serat alam sebagai material serat. Indonesia merupakan salah satu negara yang banyak memiliki hutan dan pegunungan, yang ditumbuhi berbagai tanaman atau pepohonan liar dari berbagai jenis yang banyak diantaranya menghasilkan serat alam, salah satunya adalah pohon aren atau enau.

Serat yang dihasilkan dari pohon aren dikenal dengan nama serat Ijuk, biasa digunakan berbagai keperluan rumah tangga antara lain: sapu, keset, tali, penyaring air, peredam getaran atap rumah dan lain-lain. Ijuk kualitas nomor satu memiliki serat yang panjang, tebal dan tekstur yang lebih kuat biasanya termasuk dalam Ijuk kualitas ekspor.

Material komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit). Bahan komposit mulai banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya berat lebih ringan, kekuatan lebih tinggi, tahan korosi, mudah dibentuk dan lebih murah dibanding material bahan lainnya misal material bahan logam. Bahan komposit berbasis *polimer* merupakan bahan komposit yang paling sering digunakan. Bahan ini menggunakan *polimer* berbahan resin sebagai matrik dan serat sebagai penguat. *Polimer* memiliki bermacam jenis contohnya polimer seperti resin *phenolfomaldehyde*, *polyester*, epoksi, dan lainnya. Serat yang dapat digunakan sebagai penguat yaitu serat sintetik dan serat alam. Serat sintetik misalnya *fiberglass* dan serat karbon, sedangkan serat alam misalnya serat eceng gondok, serat rami, serat nanas, sabut kelapa, pelepah pisang, serat Ijuk, dan serat alam lainnya. (Budi, Untoro, 2013)

Serat Ijuk merupakan salah satu serat alam yang memiliki keistimewaan. Serat Ijuk memiliki potensi yang bagus untuk dijadikan penguat komposit dengan berbagai karakteristiknya, beberapa keistimewaan serat Ijuk diantaranya tahan lama hingga ratusan tahun

dengan ditemukannya fakta benda purbakala abad 8, ditemukannya pasak-pasak kayu yang lapuk, tetapi tali pengikat yang terbuat dari Ijuk berwarna hitam masih relatif kuat. Serat Ijuk tahan terhadap asam garam air laut, dimana serat Ijuk dipakai tali-temali nelayan melaut.

Susunan serat acak dan anyaman kebanyakan dipakai dalam pembuatan bahan komposit. Susunan serat anyaman memiliki keunggulan yaitu tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Serat dengan tipe acak, keunggulannya adalah sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Penggabungan kedua jenis susunan serat menghasilkan bahan komposit dengan kekuatan mekanik lebih baik terlihat pada Gambar 2.1 contoh tanaman aren yang diolah menjadi serat Ijuk (Arif machmudi,2016).



Gambar 2.1 Daun,Batang dan Serat Ijuk (*Arenga Pinnata*)  
(sumber: trubus, 2015)

### 2.1.1. Sifat Fisis Serat Ijuk

Aren termasuk suku *Aracaceae* (pinang-pinangan), batangnya tidak berduri, tidak bercabang, tinggi dapat mencapai 25 meter dan diameter pohon dapat mencapai 65 cm. Tangkai daun aren panjangnya dapat mencapai 1,5 meter, helai daun panjangnya dapat mencapai 1,45 meter, lebar 7 cm dan bagian bawah daun ada lilin. Masyarakat pada umumnya sudah sejak lama mengenal pohon aren sebagai pohon yang dapat menghasilkan bahan-bahan untuk industri kerajinan. Produk tanaman ini sebagian besar dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomis. Bagian-bagian fisik pohon aren yang dimanfaatkan, misalnya akar (untuk obat tradisional), batang (untuk berbagai peralatan dan tepung), Ijuk (untuk keperluan bangunan bagian atap), daun (khususnya daun muda untuk pembungkus dan merokok), demikian pula dengan hasil produksinya seperti buah dan nira dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan minuman. Saat ini tercatat ada empat jenis pohon yang termasuk kelompok aren yaitu : *Arenga Pinata* (*wurmb*), *Arenga Undulatifolia Bree*, *Arenga Westerhoutii Grift* dan *Arenga Ambcang Becc*,

diantaranya jenis tersebut yang sudah dikenal manfaatnya adalah *Arenga Pinnata*, yang dikenal sehari-hari dengan nama aren atau enau.

Tanaman aren hampir mirip pohon kelapa perbedaannya, jika pohon kelapa batang pohonnya bersih (pelepah daun yang tua mudah lepas), maka batang pohon aren ini sangat kotor karena batangnya terbalut oleh Ijuk sehingga pelepah daun yang sudah tua sulit diambil atau lepas dari batangnya. Batang pohon aren sering ditumbuhi oleh banyak tanaman jenis paku-pakuan. Ijuk dihasilkan dari pohon aren yang telah berumur lebih dari 5 tahun sampai dengan tongkol-tongkol bunganya keluar. Pohon yang masih muda produksi Ijuknya kecil, demikian pula pohon yang berbunga kualitas dan Ijuknya tidak baik. Pemungutan Ijuk dapat dilakukan dengan memotong pangkal pangkal pelepah-pelepah daun, kemudian Ijuk yang bentuknya berupa lempengan anyaman Ijuk itu lepas dengan menggunakan parang dari tempat Ijuk itu menempel. Lempengan-lempengan anyaman Ijuk yang baru dilepas dari pohon aren, masih mengandung lidi-lidi Ijuk. Lidi-lidi Ijuk dapat dipisahkan dari serat-serat Ijuk dengan menggunakan tangan, untuk membersihkan serat Ijuk dari berbagai kotoran dan ukuran serat Ijuk yang besar, digunakan sisir kuat. Ijuk yang sudah dibersihkan dapat dipergunakan untuk membuat tambang Ijuk, sapu Ijuk, atap Ijuk dan lain-lain. Serat Ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serta alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan diantaranya:

a. Tahan lama hingga ratusan bahkan ribuan tahun lebih.

Fakta ini bermula manakala ditemukannya benda purbakala yang diperkirakan peninggalan abad ke 8 yang isinya, ditemukan pasak-pasak kayu yang lapuk tetapi tali pengikat yang terbuat dari Ijuk berwarna hitam masih relatif kuat. Kutipan penemuan ini jelas membuktikan bahwa serat Ijuk aren mampu bertahan hingga ribuan tahun lebih dan tidak mudah terurai.

b. Tahan terhadap asam dan garam air laut.

Serat Ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garam air laut, salah satu bentuk pengolahan dari serat Ijuk adalah tali Ijuk yang telah digunakan oleh nenek moyang kita untuk pengikat berbagai peralatan nelayan dilaut.

c. Mencegah penembusan rayap tanah

Serat Ijuk dari pohon aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu-kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap. Kelebihan serat Ijuk tersebut didukung oleh sifat Ijuk yang elastis, keras,

tahan air dan sulit dicerna oleh organisme perusak terhadap struktur tertentu. Sifat fisis dan efektifitas Ijuk aren dan dari hasil analisis serta kajian pada serat Ijuk aren untuk mengisi bahan inti dari pembuatan kapal FRP. Ijuk dapat secara efektif mencegah penembusan rayap tanah dan menyebabkan kematian yang tinggi sampai 100%, sehingga lapisan Ijuk mampu melindungi sample kayu dari serangan rayap tanah, hingga lebih awet dibandingkan kayu. (Trubus,2015)

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Serat Ijuk Berdasarkan Kelompok Diameternya  
(Sumber: Untoro, 2013)

Kelompok Diameter Serat Ijuk (mm)	Sifat Mekanik Serat Ijuk		
	Stress (MPa)	Strain (%)	Modulus Elastisitas (GPa)
0,25 – 0,35	208,22	0,192	4,72
0,36 – 0,45	198,15	0,277	3,564
0,46 – 0,55	173,43	0,37	2,84

Terdapat banyak jenis komposit berpenguat serat alam seperti serat enceng gondok dan serat pisang (*abaka*) dimana penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya didapatkan kuat tarik dan kuat tekuk dari komposit berpenguat serat alam tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2. (Sunaryanto,2002).

Tabel 2.2 Kekuatan Tarik dan tekuk komposit serat alam

Komposit	Kuat tarik 0° (MPa)	Kuat tarik 45° (MPa)	Kuat tarik 0° (MPa)	Kuat tarik 45° (MPa)
Serat Rosela	16,2	7,6	25,61	25
Serat Pisang	19,8	18,8	18,4	16,53
Serat Eceng Gondok	2,04	1,46	0,79	0,74

### 2.1.2. Potensi Serat Ijuk Di Indonesia

Produksi serat Ijuk secara nasional Ijuk mencapai 14.000 ton per bulan atau 165.000 ton per tahun, sementara ini pemanfaatan Ijuk masih sebatas pada keperluan rumah tangga, bahkan diekspor dalam kondisi bahan mentah, oleh sebab itu pemanfaatan Ijuk sebagai bahan dasar komposit merupakan harapan baru untuk memanfaatkan Ijuk menjadi komoditas yang mempunyai nilai tambah yang lebih tinggi. Komposit yang terdiri dari Ijuk sebagai serat dan resin sebagai pengikat diharapkan akan memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi, dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah karena berkurangnya jumlah komponen dan baut-baut penyambung. Pohon aren yang terdapat di Indonesia juga sangat melimpah tersebar di berbagai hutan di Indonesia karena itu potensi serat Ijuk masih sangat banyak yang belum dikelola atau mentah. (Trubus,2015)

## 2.2. Kapal Ikan OFRP (*Organic Fiberglass Reinforce Plastic*)

Proses pembuatan kapal ikan, perahu nelayan, sampan diproduksi di galangan untuk pembangunan kapal FRP. Kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang atau barang di laut sungai seperti sampan atau perahu yang lebih kecil. Kapal yang terbuat dari *fiberglass* merupakan tipe kapal cepat yang digunakan sebagai kapal patroli, kapal pribadi, atau kapal untuk transportasi laut atau sungai karena bobot yang ringan dan cukup kuat sehingga kerja dari motor/mesin penggerak baling baling pendorong/kipas bekerja secara maksimal. Mesin kapal FRP menggunakan mesin diesel yang diinstalasi di dalam lambung kapal atau mesin bensin tempel. Kapal biasanya cukup besar untuk membawa perahu kecil seperti sekoci, dalam istilah asing antara *ship* yang lebih besar dan *boat* yang lebih kecil juga dapat di mengerti pada umumnya kapal dapat membawa perahu tetapi perahu tidak dapat membawa kapal. Ukuran sebenarnya dimana sebuah perahu disebut kapal selalu ditetapkan oleh undang-undang dan peraturan atau kebiasaan setempat (Arif machmudi,2016).

Menurut konvensi international tentang persyaratan keselamatan jiwa, material yang dipakai dikapal adalah material yang tidak terbakar, dan jika dilihat secara fisik material komposit baik resin maupun fibernya baik secara terpisah maupun hasil campuran termasuk dalam sejenis plastik, dimana plastik dalam segala bentuk penggunaannya termasuk bahan yang "mudah terbakar". Hasil pengujian membuktikan bahwa FRP *wall* tetap mampu bertahan setelah dikenakan uji kebakaran menurut *standart fire performance* yang lebih kurang sama dengan standart uji kebakaran menurut SOLAS A60 *FIRE TEST*. Hasil *test* menunjukkan bahwa bila dibandingkan dengan aluminium, material komposit memiliki standart *fire performance* yang lebih tinggi khususnya struktur integritinya. Kelemahan satu-satunya dari material komposit adalah menimbulkan sejumlah asap, beberapa keuntungan penggunaan material komposite untuk pembangunan kapal :

1. Berat jenisnya rendah, sehingga bentuk konstruksi akan lebih ringan jika dibandingkan dengan konstruksi dari bahan baja atau kayu untuk besar struktur yang sama.
2. Anti korosi, tahan terhadap cuaca, tahan terhadap *marine growth* organisme, sehingga biaya reparasi dan perawatan akan jauh lebih murah.
3. Mudah dibentuk sehingga lebih fleksibel terutama untuk konstruksi yang membutuhkan bentuk hidrodinamis.

Adapun prinsip material pada dasarnya adalah sebagai berikut :

1. Material harus tersedia dan harganya terjangkau

2. Material harus mudah di proses dan dibentuk
3. Memenuhi fungsi dalam konstruksi
4. Struktur harus mudah disambung dengan struktur yang lain
5. Struktur harus mampu bertahan terhadap persyaratan beban, berat, dan bahaya kebakaran.

### 2.2.1. Kapal Ikan

Kapal penangkap ikan yang menggunakan jaring sebagai alat penangkap ikan secara garis besar dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Kapal penangkap ikan *Purse Seine*

Jenis kapal *purse seine* tentunya menggunakan alat tangkap *purse seine* jenis kapal ini banyak terdapat di pelabuhan pelabuhan di pantai utara Jawa. Kapal *purse seine* memiliki alat bantu yaitu *power block* dan *gardan gerbera*. *Power block* berfungsi menarik jaring *purse seine* dan posisinya berada di belakang atau buritan kapal. Fungsi *gardan gerbera* adalah menarik tali ris bawah pada alat tangkap *purse seine*. Jenis kapal penangkap ikan *purse seine* biasa paling banyak di wilayah laut Jawa dan beroperasi di samudera Hindia di bagian barat pulau Sumatera dan di bagian laut Maselemu. Kapal *purse Seine* (pukat cincin), kapal ini dalam operasinya menggunakan peralatan yang terdiri dari takal derek yang dilengkapi dengan *net drum* untuk menarik dan mengangkat jaring ke atas geladak dan *winch* untuk operasi penebaran serta penarikan jaring (*marine insight*, 2016)

2. Kapal *Pole and Line*

Kapal *Pole and Line* adalah kapal yang menggunakan alat tangkap *pole and line* atau *huhate*. Kapal penangkap ini cenderung lebar di lambung kapal, karena di lambung kapal digunakan untuk abk duduk memancing dan untuk jenis kapal *Pole and line* selain lambung yang melebar serta cenderung bertipe V karena kapal ini membutuhkan kecepatan dalam hal untuk mengejar gerombolan ikan perenang cepat. Jenis kapal perikanan ini di banyak terdapat di Indonesia timur dan menangkap ikan semisal cakalang, tongkol dan *baby tuna*. Kapal ini di beri alat bantu penangkapan berupa air mancur, fungsi dari air mancur agar ikan mendekat ke kapal (*researchgate*, 2017).

3. Kapal *Long Line*

Seperti namanya kapal ini di buat dengan fungsi untuk menangkap ikan dengan alat tangkap *long line*. Besarnya kapal *long line* berkisar dari 30 GT sampai ratusan GT. Kapal ini di desain untuk lautan besar dan menangkap ikan jenis tuna. kapal jenis *long*

*line* biasanya di beri alat bantu penangkapan ikan berupa *Branch maki*, *Line hauler* dan *Line arranger*. Jenis kapal penangkap ikan *long line* ini biasanya membutuhkan keseimbangan kapal dari pada kecepatan ataupun tenaga kapal. Jenis kapal penangkap ikan *long line* biasanya berlayar menyusuri samudera dan lautan luas karena itu ombak dan angin adalah permasalahan tersendiri dalam mengoperasikan alat tangkap *Long Line* (*researchgate*, 2017).

#### 4. Kapal *Trawl*

Jenis kapal dengan menggunakan alat tangkap *trawl* saat ini telah di larang pengoperasiannya yakni karena menyebabkan kerusakan habitat. Kapal *trawl* sering beroperasi di pinggir pantai. Jenis kapal penangkap *trawl* biasanya di peruntukkan untuk menangkap udang. Kapal *trawl* membutuhkan tenaga kapal yang sangat besar, tenaga tersebut digunakan untuk menarik atau menghela jaring *trawl* istilah dalam penangkap ikan adalah *towing*. Keberadaan kapal penangkap *trawl* ini sudah bekurang jumlahnya, selain hasil tangkapan yang berkurang juga karena pelarangan penggunaan alat tangkap *trawl*. Kapal *trawl* biasanya menangkap udang dan hasil sampingannya adalah ikan. Keberadaan kapal *trawl* pada tahun 1990 - 2000 mengalami kejayaan di Indonesia timur. Kapal *Trawl* ini pada umumnya menggunakan *trawl* (pukat hela) sebagai alat tangkapnya dan mempunyai mesin dengan tenaga yang sesuai untuk menarik pukat dengan kecepatan yang memadai seperti pada *trawl*. Kapal ini mempunyai *winch* dan perlengkapan untuk mengangkat pukat juga memiliki ujung kantong (*cod end*) keatas dek/geladak (*researchgate*, 2017).

Berdasarkan cara operasinya kapal *trawl* ini dibedakan menjadi 3 (tiga) yaitu :

- Kapal *trawl* samping (*side trawl*)

Ciri dari kapal ini biasanya terlihat pada bangunan-bangunan yang lebih tinggi dari ruang kemudi yang ditempatkan di bagian buritan, palka ikan ditempatkan pada bagian tengah kapal dan *winch* ditempatkan secara melintang di depan bangunan yang lebih tinggi.

- Kapal *trawl* buritan (*stren trawl*)

Ruang kemudi atau anjungan pada kapal ini terletak pada bagian depan kapal, pada kapal berukuran kecil sampai sedang sering dibuat lerengan buritan untuk keperluan pengangkatan pukat ke atas dek. Kapal yang berukuran kecil ini, memiliki palka ikan yang ditempatkan dibagian tengah, sedangkan pada kapal sedang atau besar ditempatkan pada bagian depan.

- Kapal *trawl* dengan rig luar

Ciri dari kapal ini menggunakan tiang luar yang kuat untuk menarik *trawl*. Rig luar biasanya diikatkan pada tiang utama dan memanjang keluar dari sisi-sisi kapal, untuk menarik satu atau dua *trawl*.

### 2.3. *Schedule Laminasi*

Pada umumnya bentuk dasar suatu bahan komposit adalah tunggal atau kesatuan dimana merupakan susunan yang terbentuk dari dua atau lebih unsur yang bekerja bersama untuk menghasilkan sifat-sifat dari bahan yang berbeda terhadap sifat-sifat unsur bahan penyusunnya. Komposit terdiri dari suatu bahan utama yaitu resin (*matrik*) dan suatu jenis penguat (*reinforcement*), kedua bahan tersebut di tambahkan kedalam komposit untuk meningkatkan kekuatan, kekakuan dan kelenturan pada komposit. Penguat ini biasa di sebut dengan *fiber* (serat) maka susunan penguat pada komposit sangatlah mempengaruhi sifat material setelah *curing*.

*Schedule laminasi* yaitu susunan penguat yang digunakan pada pembuatan komposit yang bervariasi sesuai dengan desain yang telah di tentukan, pada dasarnya *schedule laminasi* dapat mempengaruhi kekuatan serta kelenturan suatu komposit karena perbedaan dari susunan lapisan penguat atau *fiber* dapat mempengaruhi sifat mekanis komposit itu sendiri. Perbedaan dari susunan laminasi *fiber* itu yang nantinya akan di pertimbangkan untuk mendapatkan sifat mekanis komposit yang terbaik.

### 2.4. *Metode Pembuatan Komposit*

Dari sekian banyak jenis material pembentuk komposit, semuanya dapat dikelompokkan ke dalam tiga bagian, yaitu:

1. Matriks
2. Material penguat (*reinforcement*)
3. Material pengisi (*filler*)

Material komposit merupakan material non logam yang saat ini semakin banyak digunakan mengingat kebutuhan material disamping memprioritaskan sifat mekanik juga dibutuhkan sifat lain yang lebih baik misalnya ringan, tahan korosi dan ramah lingkungan.

Sifat material merupakan salah satu sifat yang harus di miliki oleh material komposit tersebut, sifat material adalah kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Proses pembuatan atau proses produksi dari komposit tersebut merupakan hal yang sangat penting



dalam menghasilkan material komposit tersebut, banyak cara atau metode yang digunakan untuk menghasilkan material komposit yang diinginkan.

Metode pembuatan komposit secara garis besar metode pembuatan material komposit terdiri dari atas dua cara, yaitu :

1. Proses Cetakan Terbuka (*Open-Mold Process*)
2. Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Proc*)

### 1. Proses Cetakan Terbuka (*Open-Mold Process*)

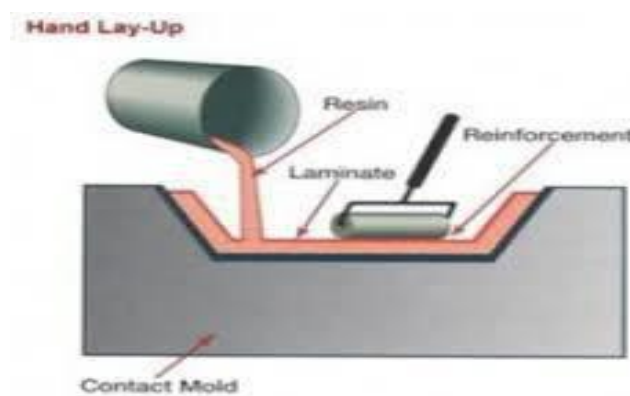
#### a. *Contact Molding/Hand Lay Up*

*Hand lay-up* adalah metode yang paling sederhana dan merupakan proses dengan metode terbuka dari proses fabrikasi komposit, adapun proses dari pembuatan dengan metode ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut dilakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Proses ini resin langsung berkontak dengan udara dan biasanya proses pencetakan dilakukan pada temperatur kamar (Bader,2002).

Kelebihan penggunaan metode ini:

- o Mudah dilakukan
- o Cocok digunakan untuk komponen yang besar
- o Volumennya rendah

Pada metode *hand lay up* ini resin yang paling banyak digunakan adalah *polyester* dan *epoxy*. Proses ini dapat kita lihat pada Gambar 2.2 berikut :



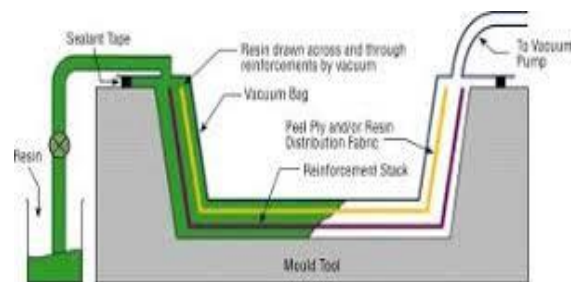
Gambar 2.2 Proses *hand lay-up*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

#### b. *Vacuum Bag*

Proses *vacuum bag* merupakan penyempurnaan dari *hand lay-up*, penggunaan dari proses *vacuum* ini adalah untuk menghilangkan udara terperangkap dan kelebihan resin. Proses

ini digunakan pompa *vacuum* untuk menghisap udara yang ada dalam wadah tempat diletakkannya komposit yang akan dilakukan proses pencetakan seperti pada Gambar 2.3. dengan divakumkan udara dalam wadah maka udara yang ada diluar penutup plastik akan menekan kearah dalam hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat diminimalkan.

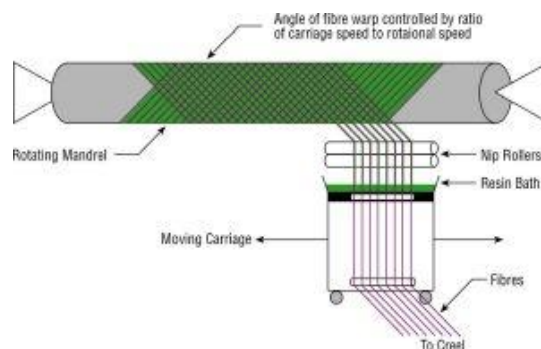
Dibandingkan dengan *hand lay-up*, metode vakum memberikan penguatan konsentrasi yang lebih tinggi, adhesi yang lebih baik antara lapisan dan kontrol yang lebih resin/rasio kaca. (Bader,2002)



Gambar 2.3 Proses *Vacuum bag*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

### c. *Pressure Bag*

*Pressure bag* memiliki kesamaan dengan metode *vacuum bag*, namun cara ini tidak memakai pompa vakum tetapi menggunakan udara atau uap bertekanan yang dimasukkan malalui suatu wadah elastis. Wadah elastis ini yang akan berkontak pada komposit yang akan dilakukan proses, biasanya tekanan basar tekanan yang di berikan pada proses ini adalah sebesar 30 sampai 50 psi Gambar 2.4 merupakan contoh prosesnya. (Bader,2002)

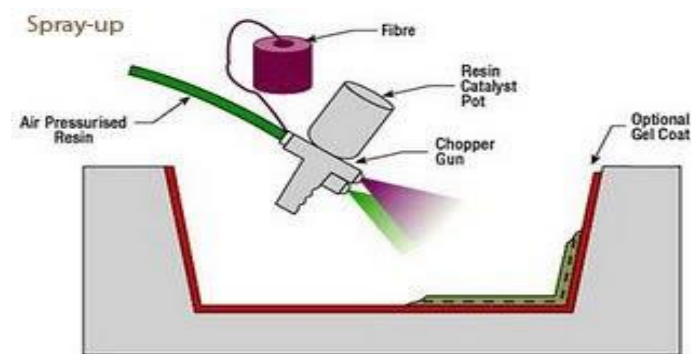


Gambar 2.4 Proses *Pressure bag*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

### d. *Spray-Up*

*Spray-up* merupakan metode cetakan terbuka yang dapat menghasilkan bagian-bagian yang lebih kompleks ekonomis dari *hand lay-up*. Proses *spray-up* dilakukan dengan cara

penyemprotan serat (*fibres*) yang telah melewati tempat pemotongan *chopper gun*, sementara resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan secara bersamaan wadah tempat pencetakan *spray-up* telah disiapkan sebelumnya. Proses selanjutnya adalah dengan membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar *Spray-up* juga sangat sedikit digunakan pada luar ruangan. Teknologi ini menghasilkan struktur kekuatan yang rendah yang biasanya tidak termasuk pada produk akhir. *Spray-up* sedang digunakan untuk bergabung dengan struktur *back-up* untuk lembaran wajah komposit pada alat komposit. *Spray-up* ini juga digunakan terbatas untuk mendapatkan *fiberglass splash* dari alat transfer terlihat pada Gambar 2.5 (Bader,2002).

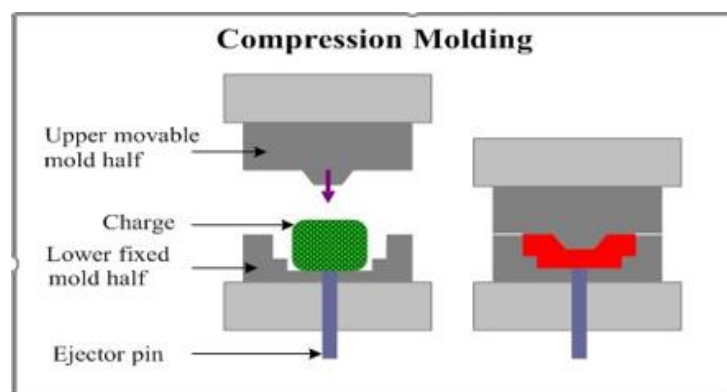


Gambar 2.5 Proses *Spray-Up*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

## 2. Proses Cetakan Tertutup (*Closed mold Processes*)

### a. Proses Cetakan Tekan (*Compression Molding*)

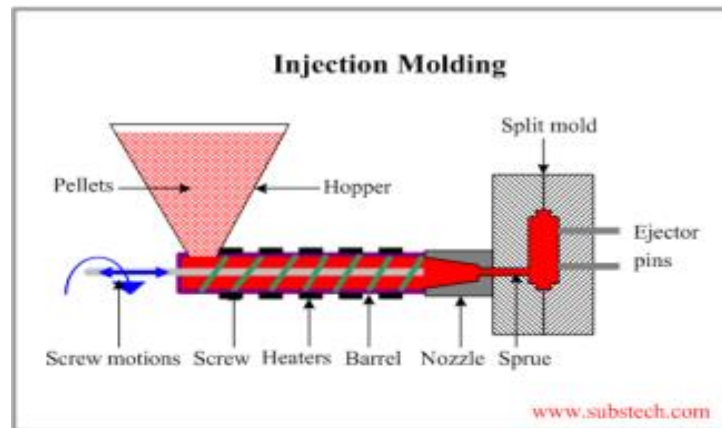
Proses cetakan ini menggunakan *hydraulic* sebagai penekannya. *Fiber* yang telah dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan, kemudian dilakukan penekanan dan pemanasan. Resin termoset khas yang digunakan dalam proses cetak tekan ini adalah *poliester, vinil ester, epoxy, dan fenolat* Gambar 2.6 merupakan contoh proses *Compression Molding*.



Gambar 2.6 Proses *Compression Moulding*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

b. *Injection Molding*

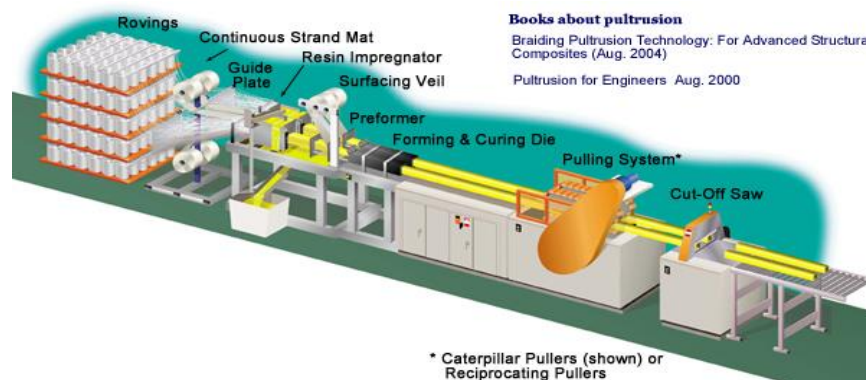
Metoda *injection molding* juga dikenal sebagai reaksi pencetakan cairan atau pelapisan tekanan tinggi. *Fiber* dan resin dimasukkan kedalam rongga cetakan bagian atas, kondisi temperatur dijaga supaya tetap dapat mencairkan resin terlihat pada Gambar 2.7. Resin cair beserta *fiber* akan mengalir ke bagian bawah, kemudian injeksi dilakukan oleh *mandrel* ke arah *nozel* menuju cetakan (Bader,2002).



Gambar 2.7 Proses *Injection Moulding*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

c. *Continuous Pultrusion*

*Fiber* jenis *roving* dilewatkan melalui wadah berisi resin, kemudian secara kontinu dilewatkan ke cetakan pra cetak dan diawetkan (*cure*), kemudian dilakukan pengerolan sesuai dengan dimensi yang diinginkan atau juga bisa di sebut sebagai penarikan serat dari suatu jaring atau *creel* melalui bak resin, lalu dilewatkan pada cetakan yang telah dipanaskan terlihat pada Gambar 2.8. Fungsi dari cetakan tersebut ialah mengontrol kandungan resin, melengkapi pengisian serat, dan mengeraskan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan (Bader,2002).



Gambar 2.8 Proses *Continuous Pultrusion*  
(sumber: scfiberglass, 2014)

## 2.5. *Matriks/Resin*

*Matriks* atau biasa disebut dengan resin merupakan material pengikat serat serta penguat pada komposit. Resin adalah zat kimiawi yang bersifat agak kental cenderung transparan dan tidak larut dalam air, mudah terbakar serta akan mengeras dengan cepat ada juga yang lambat, menurut beberapa sumber resin sudah dipakai sejak zaman purba kebanyakan sebagai pelapis pernis atau perekat contohnya adalah getah resin damar, resin gumpalan dupa sebagai bahan pembuatan patung dan sesajian. Seiring dengan berkembangnya zaman dan kemungkinan resin organik lebih susah diproduksi, manusia mulai membuat sintetis dari bahan-bahan kimia. Dewasa ini resin diproduksi bermacam-macam jenis dan cara sesuai dengan kegunaannya seperti seperti akrilik, *epoxy*, melamin dan lain lain. Resin ini biasanya dijual sekaligus dengan pengerasnya biasa disebut katalis (*Catalyst*) sebab resin saja tidak akan mengeras dengan baik bahkan ada yang yang tidak akan kering selama berminggu-minggu dan campuran yang dianjurkan antara resin dan katalis adalah adalah:

- 1:10 yang artinya banyak katalis adalah 1/10. Perbandingan ini yang dipakai oleh kebanyakan orang untuk jenis akrilik.
- 3:100 atau banyak katalis adalah 1/33 dari banyaknya resin. Ini biasanya untuk resin yang kualitasnya kurang bagus atau resin butek.
- ½ Gelas Air Mineral resin: 10-15 tetes katalis.

Masih banyak lagi tergantung jenis maupun kualitas resin dan katalis masing-masing. Beberapa ada juga yang menggunakan cara sendiri dalam mengukur perbandingan baku ini, ada yang menghitung perbandingan dengan banyaknya tetes dan ada juga dengan cara mengira-ngira, tetapi harus sudah melewati uji coba sebelumnya sebab takaran katalis juga tergantung pada kualitas dan usia resin atau katalis itu sendiri (sumber; resincraft, 2013).

Contoh-contoh akibat takaran katalis yang terlalu banyak:

- Hasil resin bening akan menjadi buram kekuning-kuningan setelah kering.
- Panas yang berlebihan bahkan sampai mengeluarkan asap dan wadah campur dari gelas air mineral pun ikut meleleh.
- Lama mengering ada yang mengira bahwa memperbanyak katalis akan mempercepat pengeringan campuran resin tetapi itu tidaklah benar dan bahkan bisa memperlambat proses pengeringan. Hal ini sebenarnya masih wajar terlebih pula kalau kualitas resin yang kita gunakan tidak baik, memang ada yang cepat mengering dalam waktu 15 menit tetapi ada juga yang 3-5 jam bahkan 24 jam.

Contoh-contoh akibat katalis yang terlalu sedikit:

- Lama mengering hal ini sama seperti kelebihan takaran karena zat kimia tidak mendapatkan bahan ikatan yang pas dan akan saling tolak menolak antara partikel yang satu dengan yang lain.
- Gelembung yang berlebihan proses penggabungan tidak akan sempurna mengakibatkan senyawa menghasilkan gelembung udara yang tentu akan memberikan hasil yang kurang memuaskan.
- Mengeras tetapi dengan permukaan yang lengket, sebenarnya hal ini dapat kita siasati terutama untuk benda hasil cetakan yang tidak memerlukan kebeningan dan kehalusan permukaan yang nantinya akan dilapisi lagi, yaitu dengan menggunakan thinner yang bagus dengan cara menuangkan ke permukaan yang lengket dan menyapu dengan menggunakan kain akan lebih baik dari pada menggunakan busa karena busa akan hancur dengan *thinner*.

### 2.5.1. Jenis-jenis *Matriks/Resin*

Resin pada dasarnya adalah polymer dimana pada temperatur ruang (atau temperatur aplikasi) bentuknya cair, bersifat lengket dan kental. Resin memiliki banyak jenis, seperti: *Natural Oil, Alkyd, Nitro Cellulose, Polyester, Melamine, Acrylic, Epoxy, Polyurethane, Silicone, Fluorocarbon, Venyl, Cellulosic*, dll. Resin dibagi berdasarkan mekanisme mengering atau mengerasnya (pembentukan komposit). Sifat umum matriks adalah *ductile* dan kekuatannya kurang jika dibandingkan dengan material penguatnya. Bahan yang umum dipakai sebagai matriks adalah metal atau polimer, untuk penggunaan yang sering ditemui di industri adalah jenis polimer, adapun jenis polimer adalah sebagai berikut (resinraft, 2013) :

1. Resin *epoxy*, Ini adalah jenis resin yang paling tinggi nilai dan kualitasnya di antara ketiga tipe resin yang ada tetapi harganya juga lumayan mahal. Resin *epoxy* biasanya lebih kurang tiga kali lebih kuat dibandingkan dengan jenis resin terkuat lainnya. *Epoxy* mengandung serat karbon (*carbon Fiber*), serat kaca (*fiberglass*), dan aramid atau *kevlar* yaitu sejenis sintetis yang tahan panas dan benturan biasanya digunakan untuk bidang pertahanan militer. Pemakaian *epoxy* yang berlebihan menyebabkan berwarna kekuning-kuningan seperti gabungan warna emas dan warna oranye. Menggunakan sedikit *epoxy* ke dalam campuran komposit material resin, itu tidak akan berpengaruh besar dan epoksinya akan kelihatan bening kecuali

untuk penggunaan dalam proses membasahi serat material kevlar berwarna kuning atau *fiberglass* berwarna putih dapat terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Resin *Epoxy*  
(sumber: resincraft, 2013)

2. Resin *polyester* adalah resin yang harganya paling murah di antara semua resin. Resin ini memiliki daya rekat yang tidak baik dan tidak boleh digunakan untuk pekerjaan berserat karbon atau aramid. Resin ini biasanya bekerja dengan baik hanya pada *fiberglass*, dari penjelasan di atas sudah jelas diketahui kalau resin *polyester* adalah jenis resin yang paling banyak dijual untuk pembuatan barang-barang biasa seperti hiasan gantungan kunci, *fairing* penutup body motor dan barang-barang *fiberglass* lainnya. Resin ini bisa digunakan untuk melapisi barang-barang tertentu tetapi mengacu kepada ketiga jenis di atas akan menentukan kualitas masing-masing barang tentunya, pada proses dipakai katalis untuk mempercepat proses pengerasan resin terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Resin *Polyester*  
(sumber: resincraft, 2013)

3. Resin *Silikon*, resin dengan silikon sebagai bahan dasar, mempunyai sifat yang sangat berbeda dengan bahan dasar plastik (atom karbon) yaitu senyawa organik

hasil ikatan antara silicon dengan atom oksigen. Sifat-sifat spesifik nya adalah: stabilitas (tahan terhadap suhu tinggi), kedap air, oleh karena itu sering digunakan untuk membuat: minyak gemuk (*fat*), resin, perekat, dan karet sintetis terlihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Resin *Silikon*  
(sumber: resinacraft, 2013)

4. Resin *Furan*, resin ini diperoleh dengan proses kondensasi fulfuril *alcohol* dengan fulfural. Resin ini berasal dari hasil pengolahan limbah pertanian, seperti: tongkol jagung dan biji kapas. Warna produk nya agak tua, tahan air dan mempunyai sifat-sifat listrik yang baik, Gambar 2.12 adalah contoh resin furan.



Gambar 2.12 Resin *Furan*  
(sumber: resinacraft, 2013)

5. Resin *Fenolik*, resin ini diperoleh dengan proses kondensasi *fenolphenol*. merupakan resin sintetis yang pertama kali digunakan secara komersial baik dalam industri plastik maupun cat (*surfacecoating*). *Phenol formaldehid* dihasilkan dari reaksi polimerisasi antara *phenol* dan



*formaldehid*. Reaksi terjadi antara phenol pada posisi *ortho* maupun para dengan *ormaldehid* untuk membentuk rantai yang *crosslinking* dan pada akhirnya akan membentuk jaringan tiga dimensi (Hesse,1991), Gambar 2.13 adalah contoh resin furan.



Gambar 2.13 Resin *Fenol*  
(sumber: Hesse, 1991).

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya beragam jenis polimer , dalam penelitian kali ini akan menggunakan resin *polyester* untuk mendukung material berberpenguat serat Ijuk yaitu sebagai material dengan jenis resin “*Marine used*”.

## 2.6. Material Penguat

### 2.6.1. *Woven roving*

Jenis serat kaca pada umumnya yang diproduksi dengan anyaman yang rapi dari dua arah yaitu *horizontal* dan *vertikal* dengan kekuatan beban yang sama. *Woven roving* ini sering juga disebut *type* ( $0^{\circ}/90^{\circ}$ ) mengikuti sudut *horizontal* dan sudut *vertikal* yang dibentuk anyamannya yang berarti kuat menahan beban kedua arah tersebut dan lemah ke arah diagonal atau 45 derajat, sebelum di anyam *woven roving* dengan bahan serat Ijuk di tampar atau di pelintir agar menambah kekuatan pada tiap helai anyaman ini akan mempengaruhi kekuatan keseluruhan *roving* ketika telah ter anyam seluruhnya. Jenis serat yang digunakan kali ini yaitu serat alami, dalam bidang perkapalan terutama pada pembangunan kapal FRP bahan *woven roving* biasa disebut dengan WR600 (*Woven roving* 600gram/m<sup>2</sup>) yang cukup tebal untuk 1 lapis permeternya. Pemakaian resin dilain sisi serat ini memakai resin yang relatif lebih besar dibanding CSM karena serat alam berbeda dengan serat *glass* yaitu tidak terlalu menyerap resin dan hal ini menjadi pertimbangan bagi produsen kapal bila *fiber* berbahan Ijuk dibentuk tujuan komersial, bentuk anyaman serta tampanan *woven roving* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 *Woven roving* berbahan serat Ijuk

### 2.6.2. *Chopped Strand Mat (CSM)*

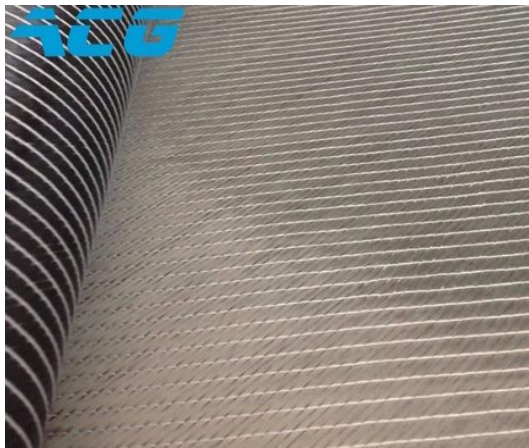
Jenis serat dengan anyaman yang diproduksi secara acak ke berbagai arah dan tidak beraturan. Serat kaca inilah yang paling banyak digunakan oleh pengrajin *fiberglass* karena harga yang relatif murah dan mudah digunakan. CSM apabila diterjemahkan secara harafiah ke bahasa Indonesia, *chopped strand mat* artinya adalah helaian handuk cincang, memang benar kenyataannya jenis serat ini memang seperti kumpulan serat-serat yang dicincang dan dibentuk menjadi satu helai atau lembaran baru. Jenis serat ini sangat cocok sebagai penguat resin *type polyester* dan *epoxy* karena sudah mengandung bubuk pengikat yang akan bereaksi apabila terkena resin. Kapasitas serap yang bisa mencapai 1½ ukuran beratnya membuat jenis serat ini cukup kuat digunakan untuk menopang beban besar. Ketebalan serat ini pun diproduksi berbeda-beda dari yang tipis hingga yang tebal dan kadang dipadukan dengan serat yang lebih baik yaitu *Woven roving-Mat*, pada Gambar 2.15 adalah bentuk mat yang digunakan.



Gambar 2.15 *Mat* berbahan serat Ijuk

### 2.6.3. Serat Mat Bi-Axial

Penggunaan *mat* pada penelitian kali ini menggunakan serat Ijuk yang disusun 2 arah atau *bi-aksial* lalu di rekatkan oleh caritan latek. Serat *bi-aksial* sendiri yaitu serat *bi-axial* berbeda dengan jenis serat *woven roving* jika ditinjau dari segi proses pembuatannya. Serat *Bi-axial* terdiri dari dua lapisan serat *glass* yang dijahit. Berbeda dengan serat *fiberglass* yang searah rol dan melintang 90 derajat seperti pada serat *woven roving*, serat *bi-axial* membentuk sudut  $\pm 45^\circ$  terhadap garis tepi lembaran. Penggunaan resin akan menjadi lebih efisien untuk aplikasi serat *bi-axial* dan peletakan arah lembaran serat *fiber* menjadi lebih mudah. Serat *bi-axial* yang umum digunakan adalah *fabric* dengan serat yang berorientasi pada  $\pm 45^\circ$  dan sedangkan *bi-axial fiber* yang berorientasi pada  $\pm 30^\circ$  and  $\pm 60^\circ$  jarang digunakan. Tipe *bi-axial fabric* yang lainnya juga dapat diproduksi seperti serat yang berorientasi  $\pm 45^\circ$  dan  $90^\circ$ . Gambar 2.16 merupakan ilustrasi serat *bi-Axial*.(Wiley, 1982)



Gambar 2.16 Serat *Bi-aksial*  
(sumber: Hesse, 1991).

## 2.7. Pengujian Komposit

Prinsip dasar dari pengujian komposit yaitu untuk mengetahui material memenuhi standarnya atau layak umumnya pengujian untuk laminasi kapal OFRP yaitu pengujian tarik dan pengujian tekuk, karena dengan pengujian komposit kita dapat mengetahui sifat- sifatnya diantaranya keuletan, ketangguhan dan kekuatan tarik dari produk tersebut.

### a. Kekuatan Tarik (*Tensile strength*)

Kemampuan batang untuk menerima beban/tegangan tanpa mengakibatkan batang rusak atau putus. Kekuatan tarik maksimum ditunjukkan sebagai tegangan maksimum (ultimate stress) pada kurva tegangan-regangan.

### b. Keuletan (*Ductility*)

Kemampuan bahan untuk berdeformasi tanpa menjadi patah, lalu dapat diukur dengan

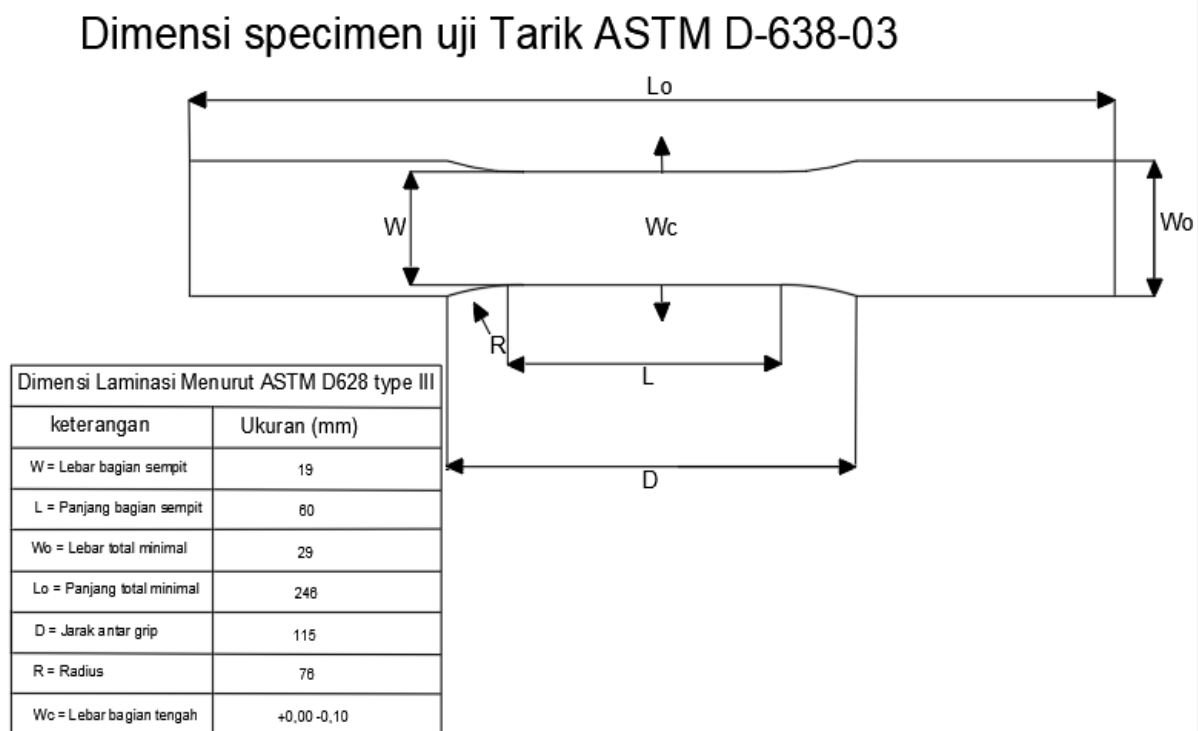
besarnya tegangan plastis yang terjadi setelah batang uji putus ditunjukkan sebagai garis elastis pada grafik tegangan-regangan.

c. Ketangguhan (*Toughness*)

Kemampuan menyerap energi tanpa mengakibatkan patah, dapat diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji. Ketangguhan dinyatakan dengan modulus ketangguhan yaitu banyaknya energi yang dibutuhkan untuk mematahkan satu satuan volume bahan, ditunjukkan sebagai keseluruhan luasan di bawah kurva tegangan-regangan.

**2.7.1. Pengujian Tarik**

Spesimen untuk pengujian tarik disesuaikan dengan standar ASTM D638-02 tentang "Standard Test Method for Tensile Properties of reinforced Plastics", sebanyak 5 spesimen. Bentuk dan dimensi spesimen *tensile test* dapat dilihat pada Gambar 2.17.

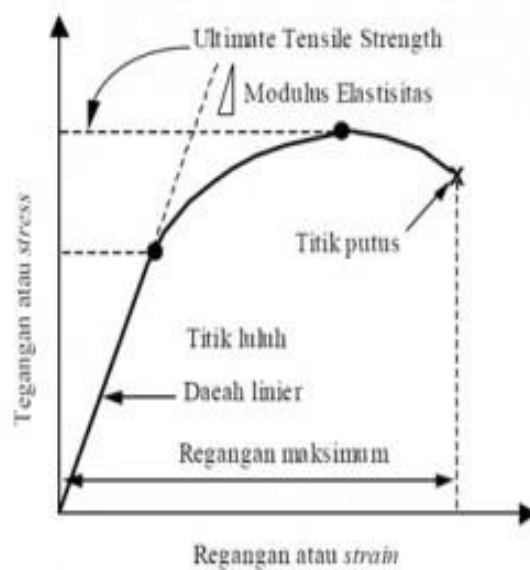


Gambar 2.17 Desain spesimen uji Tarik ASTM D638 (sumber: ASTM, 1941)

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik *propotionality*

*limit*. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Batang uji akan mengalami *yield* (luluh), keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk batang yang ulet beban mesin tarik akan turun lagi sampai akhirnya putus. Beban pada saat mencapai maksimum, batang uji mengalami pengecilan penampang setempat (*local necking*) dan penambahan panjang terjadi hanya disekitar *necking* tersebut. Pada batang getas tidak terjadi necking dan batang akan putus pada saat beban maksimum. Skema pada uji Tarik yang terlihat pada Gambar 2.18, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Wiskocil, 1994).



Gambar 2.18 Skema Pengujian Tarik (sumber: Wiskocil, 1994)

Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik yang diperoleh dengan membagi beban dengan luas awal penampang melintang benda uji.

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (2.1)$$

$\sigma$  = Kekuatan Tarik (N/mm<sup>2</sup>)

$\epsilon$  = Perpanjangan atau regangan (%)

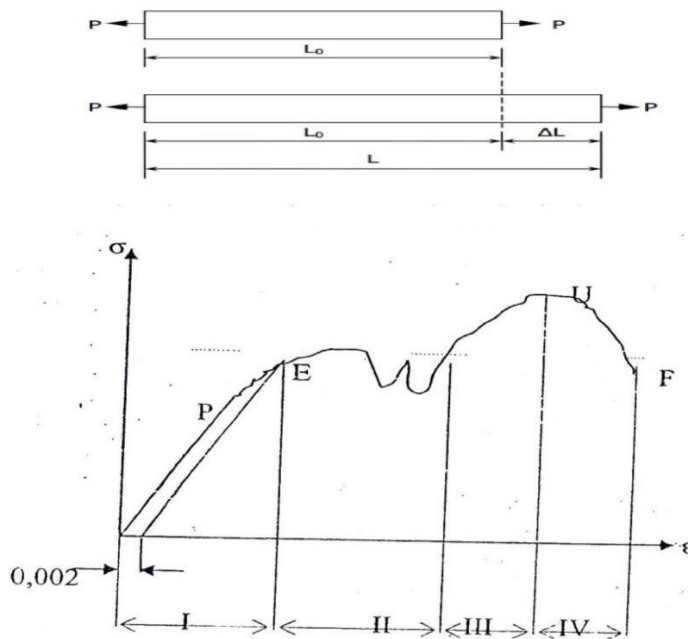
P = massa jenis(gram/cm<sup>3</sup>)

Lo = Panjang Awal (mm)

$A_0$  = Luas permukaan awal (mm<sup>2</sup>)       $\Delta L$  = Selisih panjang akhir dan mula(mm)

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan regangan rekayasa adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (*gage length*) benda uji,  $\Delta L$ , dengan panjang awalnya,  $L_0$ .

$$\epsilon_{\frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{L-L_0}{L_0} \dots\dots\dots (2.2)$$



Gambar 2.19 Kurva Umum Hasil Uji Tarik (sumber: ISO, 1998)

Kurva tegangan regangan hasil pengujian tarik umumnya tampak seperti pada Gambar 2.19, dari gambar tersebut dapat dilihat keterangan:

1. Titik P adalah batas proporsional (*proportional limit*) yaitu batas tegangan maksimum yang mungkin dilakukan pada pengujian tarik, dimana tegangan merupakan fungsi linier terhadap regangan, ada juga bahan yang tidak mempunyai batas proporsional.
2. Titik E (*Elastis limit*) adalah batas tegangan maksimum yang terjadi pada pengujian tarik, namun tidak terjadi perubahan bentuk yang permanen jika pembebanan ditiadakan. Batas proporsional dan batas elastis setiap bahan jarang ditentukan secara pasti, namun kadang-kadang menggunakan secara pendekatan.
3. Titik Y (*Yield point*) yaitu terjadi penambahan regangan tanpa terjadi penambahan tegangan.
4. Titik Y' disebut titik luluh bawah.

5. Titik U (*Ultimate limit*) adalah tegangan maksimum bahan yang sering disebut sebagai kekuatan bahan.
6. Titik F (*Failure*) adalah titik dimana bahan terjadi pada akibat perlakuan pembebanan tarik tanpa terjadi penambahan tegangan.
7. Menghitung besarnya nilai *tensile strength* dan *modulus of tensile elasticity*. *Tensile strength* dan MOE memiliki *standart* kelas dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

- Standart nilai *tensile strength* sebesar: 98 N/mm<sup>2</sup>

$$Tensile\ Strength = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana: P = Load (N),

A = Luas penampang melintang spesimen (mm<sup>2</sup>)

- Standart nilai *modulus of tensile elasticity* sebesar: 6,86 x 10<sup>3</sup> N/mm<sup>2</sup>.

$$MOE = \frac{P.l}{A.\Delta l} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana: P = Load (N),

A = Luas penampang melintang spesimen (mm<sup>2</sup>)

l = Panjang gauge length (mm)

Δl = Besarnya elongation material (mm)

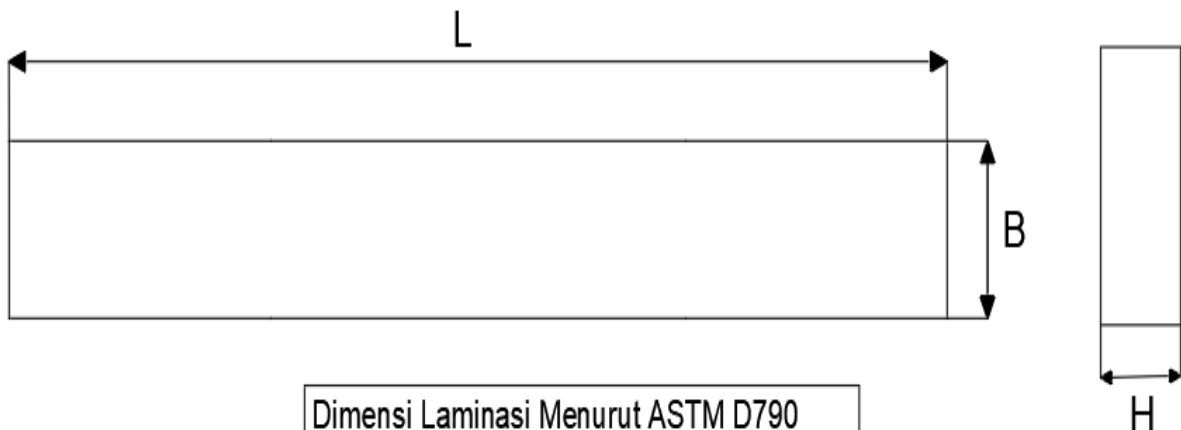
8. Kelenturan (*ductility*) merupakan sifat mekanik bahan yang menunjukkan derajat deformasi plastis yang terjadi sebelum suatu bahan putus atau gagal pada uji tarik. Bahan disebut lentur (*ductile*) bila regangan plastis yang terjadi sebelum putus lebih dari 5%, bila kurang dari itu suatu bahan disebut getas (*brittle*).
9. Derajat kelentingan (*resilience*) derajat kelentingan didefinisikan sebagai kapasitas suatu bahan menyerap energi dalam fase perubahan elastis. Sering disebut dengan Modulus Kelentingan (*Modulus of Resilience*), dengan satuan *strain energy per unit volume* (Joule/m<sup>3</sup> atau Pa) dalam Gambar 2.19, modulus kelentingan ditunjukkan oleh luas daerah yang diarsir.
10. Derajat ketangguhan (*toughness*) kapasitas suatu bahan menyerap energi dalam fase plastis sampai bahan tersebut putus sering disebut dengan modulus metangguhan (*modulus of toughness*).
11. Pengerasan regang (*strain hardening*) sifat kebanyakan logam yang ditandai dengan naiknya nilai tegangan berbanding regangan setelah memasuki fase plastis.
12. Tegangan sejati, regangan sejati (*true stress, true strain*)

Dalam beberapa kasus definisi tegangan dan regangan seperti yang telah dibahas di atas tidak dapat dipakai, untuk itu dipakai definisi tegangan dan regangan sejati, yaitu tegangan dan regangan berdasarkan luas penampang bahan secara *real time*.

### 2.7.2. Pengujian Tekuk

Spesimen untuk pengujian tarik disesuaikan dengan standar ASTM D790-00 tentang "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics", sebanyak 5 spesimen. Bentuk dan dimensi spesimen *tensile test* dapat dilihat pada Gambar 2.20.

## Dimensi specimen uji Tekuk ASTM D-790-00



Dimensi Laminasi Menurut ASTM D790	
Keterangan	Ketebalan (mm)
L = Panjang Laminasi	22.T
B = Lebar Laminasi	30
I = Panjang Support span	16.T

Gambar 2.20 Desain spesimen pengujian tekuk ASTM D 790  
(sumber: ASTM,1941)

Uji bending adalah suatu proses pengujian material dengan cara di tekan untuk mendapatkan hasil berupa data tentang kekuatan lengkung (*bending*) suatu material yang di uji. Proses pengujian bending memiliki 2 macam pengujian, yaitu 3 *point bending* dan 4 *point*



bending. Untuk melakukan uji *bending* ada faktor dan aspek yang harus dipertimbangkan dan dimengerti yaitu:

a. Tegangan (p)

Tegangan adalah perbandingan antara gaya yang terjadi dengan luasan benda yang dikenai gaya. Besarnya tekanan yang terjadi dipengaruhi oleh dimensi benda yang di uji. Dimensi mempengaruhi tekanan yang terjadi karena semakin besar dimensi benda uji yang digunakan maka semakin besar pula gaya yang terjadi. Alat penekan juga mempengaruhi besarnya tekanan yang terjadi. Alat penekan yang digunakan menggunakan *system* hidrolik, hal lain yang mempengaruhi besar tekanan adalah luas penampang dari torak yang digunakan maka daya pompa harus lebih besar dari daya yang dibutuhkan dan motor harus bisa melebihi daya pompa, perhitungan tekanan (Wiskocil,1994).

- Standart nilai *bending strength* sebesar: 150 N/mm<sup>2</sup>

$$MOR = \frac{3 \cdot p \cdot l}{2 \cdot b \cdot t^2} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

MOR = *bending strength*

p = *load*

l = panjang *gauche*

b = lebar spesimen uji

t = tebal spesimen uji

- Standart nilai *modulus of bending elasticity* sebesar: 6,86 x 10<sup>3</sup> N/mm<sup>2</sup>

$$MOE = \frac{l^3}{4 \cdot b \cdot t^3} \frac{(\Delta P)}{(\Delta y)} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

MOE = *modulus of bending elasticity*

l = panjang *gauche*

b = lebar spesimen

t = tebal spesimen

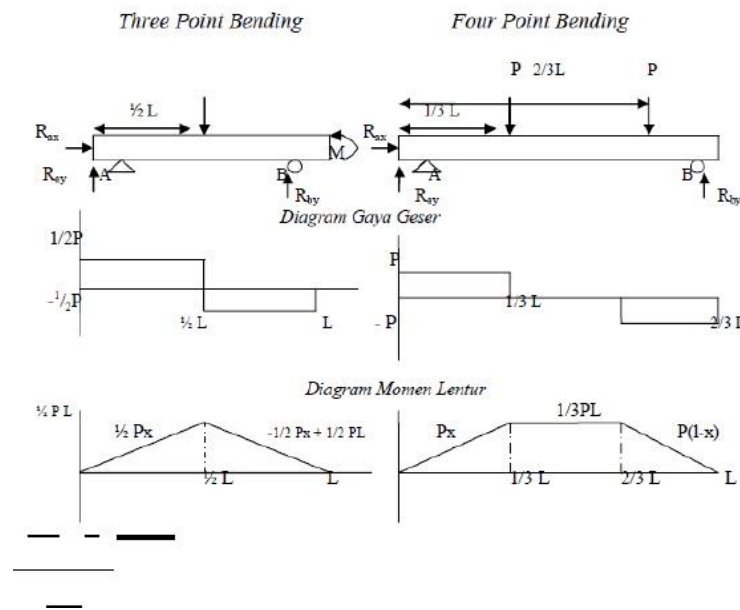
b. Benda uji

Benda uji adalah suatu benda yang di uji kekuatan lengkungnya dengan menggunakan alat uji *bending*. Jenis material benda uji yang digunakan sebagai benda uji sangatlah berpengaruh dalam pengujian *bending* karena tiap jenis material

memiliki kekuatan lengkung yang berbeda-beda, yang nantinya berpengaruh terhadap hasil uji *bending* itu sendiri.

c. *Point Bending*

*Point bending* adalah suatu sistem atau cara dalam melakukan pengujian lengkung (*bending*). *Point bending* ini memiliki 2 tipe, yaitu: *three point bending* dan *four point bending*. Perbedaan dari kedua cara pengujian ini hanya terletak dari bentuk dan jumlah *point* yang digunakan. *Three point bending* menggunakan 2 *point* pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 1 *point* pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan sedangkan. *Four point bending* menggunakan 2 *point* pada bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dan 2 *point* (penekan) pada bagian atas yang berfungsi sebagai penekan, selain itu juga terdapat beberapa kelebihan dan kelemahan dari cara pengujian *three point* dan *four point*.



Gambar 2.21 Skema Pengujian Tekuk (sumber: ISO, 1998)

Pengukuran tegangan yang terjadi pada spesimen uji dapat dilakukan melalui perhitungan berikut:

$$\sigma = \frac{Mxc}{I} \dots \dots \dots (2.7)$$

$\sigma$  = Tegangan Normal.

M = Momen lentur di penampang melintang yang ditinjau.

c = Jarak dari sumbu netral ke elemen yang ditinjau.

I = Momen inersia penampang.

### 2.7.3. Ukuran Tebal *Schedule Laminasi*

Ukuran tebal spesimen material *fiberglass* ditentukan pada Biro Klasifikasi Indonesia tahun 2016, *Rules for Fibreglass Reinforced Plastic Ships*. Perhitungan tebal untuk konstruksi kulit kapal berbahan serat alam memiliki perhitungan ketebalan yang berbeda dengan perhitungan tebal konstruksi kulit serat kaca. Penentuan tebal kulit kapal dilakukan dengan perhitungan tebal seperti berikut:

- Perhitungan ketebalan *bottom*

$$Tb = 15,8. a. \sqrt{T + 0,026.L} \dots\dots\dots(2.8)$$

- Perhitungan Ketebalan *side*

$$Ts = 15. a. \sqrt{T + 0,026.L} \dots\dots\dots(2.9)$$

- Perhitungan Ketebalan *deck*

$$Td = 4,8. a. \sqrt{P} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

a = Spacing of frames (m)

T = Sarat kapal

L = Panjang kapal

Tb = Tebal bagian *bottom*/alas (mm)

Ts = Tebal bagian *side*/sisi (mm)

Td = Tebal bagian *deck*/geladak (mm)

L = Panjang kapal

- Perhitungan Ketebalan minimal kapal FRP serat Ijuk

$$t1^2 . \sigma Rm1 = t2^2 . \sigma Rm2 \dots\dots\dots(2.11)$$

T2 = Tebal kapal FRP yang diijinkan (mm)

T1 = Tebal minimal kapal OFRP (mm)

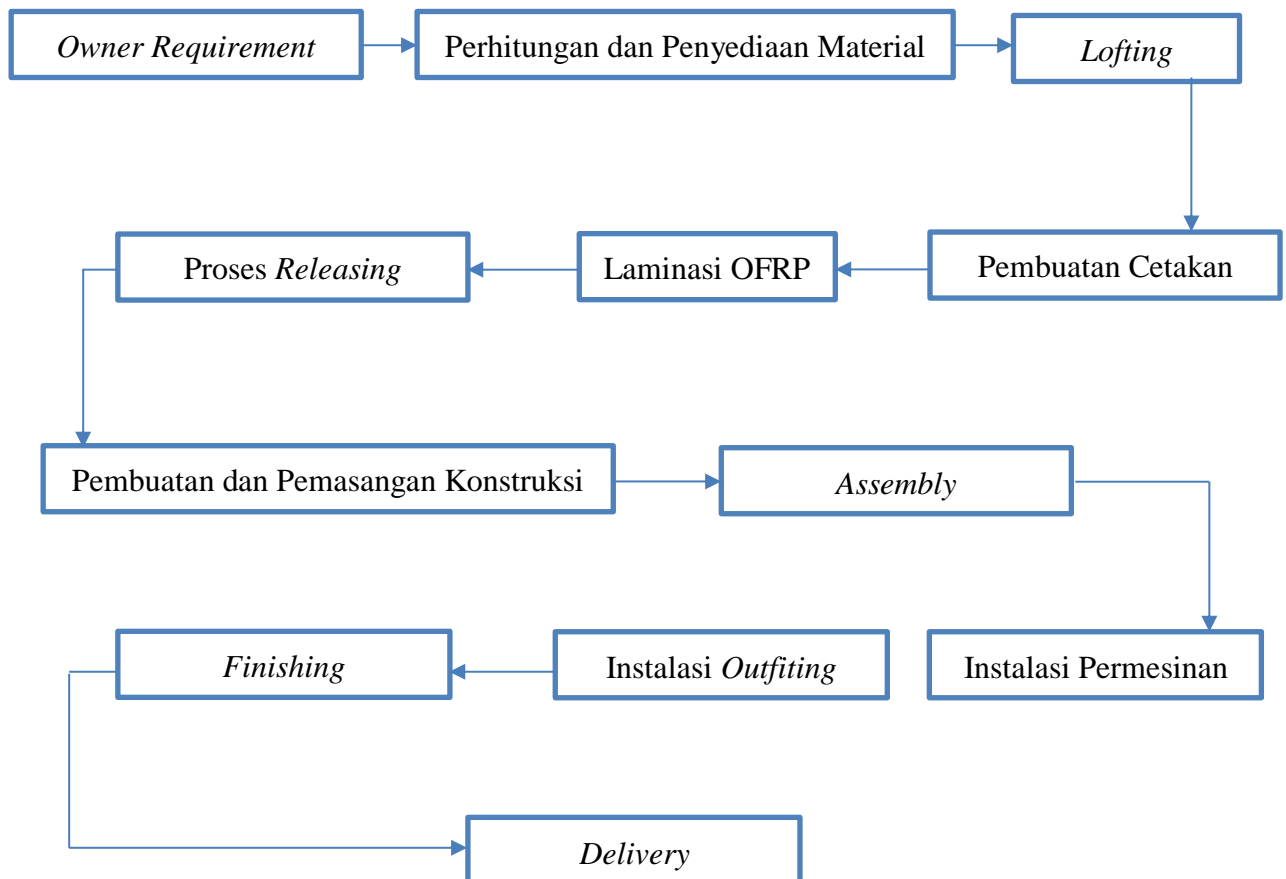
$\sigma Rm2$  = Kekuatan lentur komposit serat Ijuk (MPa)

$\sigma Rm1$  = Kekuatan lentur komposit FRP yg diijinkan (MPa)

Perhitungan ketebalan ini dilakukan agar mengetahui ukuran kulit kapal ikan berpenguat serat Ijuk dari masing-masing variasi *schedule laminasi* yang berbeda yang nantinya akan menjadi pembanding ketebalan pada FRP serat kaca.

## 2.8. Proses Pembangunan Kapal OFRP

Proses pembangunan kapal FRP atau OFRP pada dasarnya sangat berbeda dengan proses pembangunan kapal pada umumnya atau seperti proses pembangunan kapal berbahan material lainnya seperti baja, alumunium dan kayu. Perbedaan yang sangat signifikan karena pada pembangunan konstruksi kapal FRP atau OFRP harus di mulai dengan tahap pembuatan mould atau cetakan, proses produksi kapal FRP lebih ringan dibandingkan kapal baja. Proses produksi kapal baja terdapat pekerjaan seperti fabrikasi (*cutting, bending*), *sub-assembly*, *assembly* sedangkan kapal FRP hanya dibuat dengan modal awal sebuah cetakan atau *mold* untuk membentuk kapal tersebut. Pembuatan *mold* biasanya menggunakan material FRP yang memiliki ketebalan dan kuat tarik tertentu, seperti menggunakan melamine atau juga dapat dibuat dengan kayu atau triplek.



Gambar 2.22 Diagram Alir Proses Produksi Kapal FRP  
(sumber: Syafia, 2015)

Pada Gambar 2.22 menunjukkan proses diagram alir pembangunan kapal FRP atau OFRP dari mulai awal yakni *owner requirement* hingga *finishing* dan *delivery* kapal.

### **2.8.1. Owner Requirement**

*Owner requirement* adalah daftar kapal atau daftar permintaan spesifikasi kapal oleh pemilik kapal. Spesifikasi kapal tersebut yang nantinya di berikan kepada pihak yang membuat kapal (galangan). Permintaan *owner requirement* ini sangat mempengaruhi jenis, desain serta proses produksi dibuatnya kapal oleh pihak galangan.

### **2.8.2. Perhitungan dan Penyediaan Material**

Pembangunan kapal sebuah galangan harus dapat menentukan jumlah material yang digunakan agar material yang dibutuhkan dalam proses pembuatan kapal tidak mengalami kekurangan atau kelebihan khususnya pada bagian pembelian barang di galangan. Pihak galangan harus dapat menentukan waktu kedatangan dan ketersediaan material di galangan disesuaikan dengan jadwal pembangunan kapal. Galangan juga harus menentukan jadwal pemesanan material mempertimbangkan *lead time* material dan jadwal pembangunan kapal.

### **2.8.3. Lofting**

*Mould loft* atau *lofting* adalah menggambar bentuk badan kapal maupun dalam skala 1:1 pada lantai gambar, meliputi gambar seluruh gading kapal dan perletakan senta, serta gambar bentangan dari pelat kapal. Tergambarnya bentuk badan kapal/konstruksi kapal dalam skala 1:1 maka akan didapat bentuk badan kapal yang akurat dan ukuran konstruksi kapal yang tepat, sehingga dalam proses pembangunannya segala ukuran yang terpakai sudah tepat dan tidak ada kesalahan bentuk maupun ukuran, hal ini sangat diperlukan oleh pihak pelaksana untuk menunjang kemudahan pada saat pelaksanaan dan kualitas hasil pekerjaan. Hasil penggambaran berupa bentuk-bentuk dan ukuran yang sebenarnya, akan dipindahkan dalam bentuk *mal/template* yang lengkap dengan data-data ukuran serta data-data yang lainnya, yang akan diserahkan ke bagaian fabrikasi untuk dibuatkan komponen-komponen sesuai bentuk dan ukuran pada *template* masing -masing. Penggambaran bentuk badan kapal sesungguhnya, tidak selalu sepanjang ukuran kapal seluruhnya, terutama untuk daerah tengah (*parallel middle body*). Hal ini dilakukan untuk penghematan tempat, pekerjaan lalu dapat pula gambar-gambar digambar secara menumpuk, untuk mengatasi kesulitan membaca gambar yang menumpuk maka digunakan warna cat yang berbeda.(Aditya, 2012)

### **2.8.4. Pembuatan Cetakan**

Pembuatan cetakan diperlukan untuk tujuan mendapatkan bentuk konstruksi FRP yang diinginkan. Cetakan bisa dibuat untuk pemakaian berulang kali (cetakan permanen) dan juga

pemakaian terbatas (cetakan tidak permanen). Cetakan permanen akan lebih ekonomis jika digunakan untuk pembuatan kapal *boat* dengan jumlah banyak agar biaya investasi pembuatan cetakan bisa disebar merata ke jumlah kapal yang dibuat agar harga akhir kapal lebih kompetitif. Sedangkan cetakan tidak permanen hanya dipakai untuk kapal yang dibuat dalam jumlah terbatas cetakan yang dibuat adalah *female die cast* (cetakan perempuan).

### **2.8.5. Proses Laminasi OFRP**

Proses laminasi ini dilakukan untuk membentuk atau mencetak kapal agar sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan seperti desain kapal yang telah di buat. Proses ini lembaran WR serat Ijuk dan matt serat Ijuk sebagai bahan pengganti serat kaca ditempatkan pada cetakan dan kemudian di beri resin secara berurutan sesuai desain, penjelasan proses lebih rincinya sebagai berikut. (Baskoro, 2018)

#### *1. Polishing*

Tahap ini merupakan langkah pertama yang dilakukan pada saat cetakan telah selesai dibuat. Tujuan dari proses ini adalah untuk memudahkan badan kapal OFRP untuk dilepas dari cetakan pada saat proses pembuatan kapal selesai. *Polishing* juga menggunakan material *mirror (wax)* dan PVA dengan jumlah yang telah ditentukan, serta perlengkapan berupa kain majun. *Polishing* dilakukan dengan cara melapisi cetakan menggunakan *mirror wax* dan kemudian mengelap permukaan tersebut.

#### *2. Gelcoating*

Tahap ini yakni proses pembuatan lapisan terluar pada bagian lambung kapal. *Gelcoat* dapat dibeli langsung berupa *gelcoat* atau bisa di buat adonan memakai bahan berupa erosil, *cobalt*, *pigmen* dan resin pada umumnya *gelcoat* ini yang sering digunakan karena *cost* lebih murah dari *gelcoat* kaleng, lalu adonan di aplikasikan pada *mould* (cetakan) dan didiamkan sampai mengering.

#### *3. Hand lay-up*

*Hand lay-up* proses dari pembuatan dengan metoda ini adalah dengan cara menuangkan resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses ini akan diulangi terus menerus mengikuti laminating *schedule* yang telah direncanakan sesuai dengan aturan/standar.

#### *4. Releasing*

*Releasing* adalah proses pelepasan badan kapal FRP, yang telah selesai di laminasi dan dalam kondisi curing, dari cetakan kapal.

#### 5. Pembuatan Konstruksi

*Frame* pada kapal terbuat dari campuran antara Mat dan WR lalu yang kemudian dicetak hingga membentuk profil “U”. Konstruksi kapal *fiberglass* terdiri dari beberapa jenis diantaranya: *Web Frame, Girder, Stiffener, Side Girder, Center Girder* dan *Side Stringer*.

#### 6. Assembly

Proses *assembly* merupakan proses penyatuan antara lambung kapal, geladak, dan bangunan atas. Proses ini bagian *sheer* (bagian tepian badan kapal) pada kedua bagian tersebut dilaminasi, lalu kedua bagian tersebut ditambahkan *fender* yang terbuat dari *rubber/karet*. Kegunaannya adalah untuk menahan benturan terhadap dermaga atau badan kapal yang lain, pemasangan *fender* juga bertujuan untuk menguatkan sambungan antara lambung kapal dengan bangunan atas kapal.

#### 7. Finishing

*Finishing* proses penyempurnaan kapal atau melakukan sentuhan terakhir pada kapal yang sudah di *assembly* meliputi pendempulan badan kapal, geladak, bangunan atas dan sekat-sekat, serta pengecatan pada badan kapal.

#### 8. Sea Trial

*Sea trial* merupakan pengujian kapal yang telah di bangun, pengujian dilakukan di laut atau pun perairan dimana kapal beroperasi. *Sea trial* dilakukan sebelum kapal di *delivery* kepada *owner*.

#### 9. Delivery

Tahap ini adalah proses terakhir yakni merupakan proses penyerahan kapal dari pihak pembangun kapal (galangan) ke pihak pemilik kapal atau *owner* kapal.

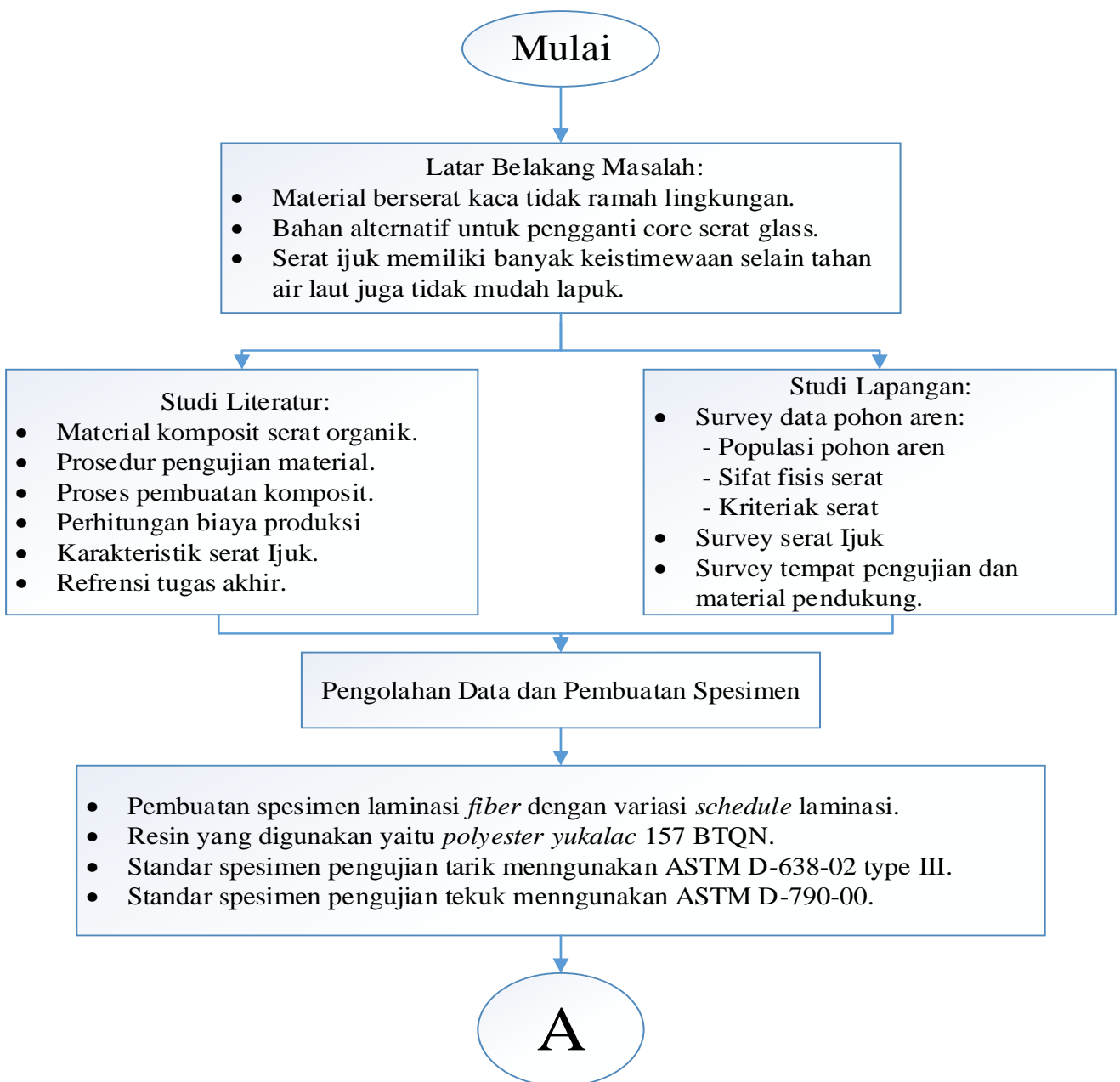
Halaman ini sengaja dikosongkan

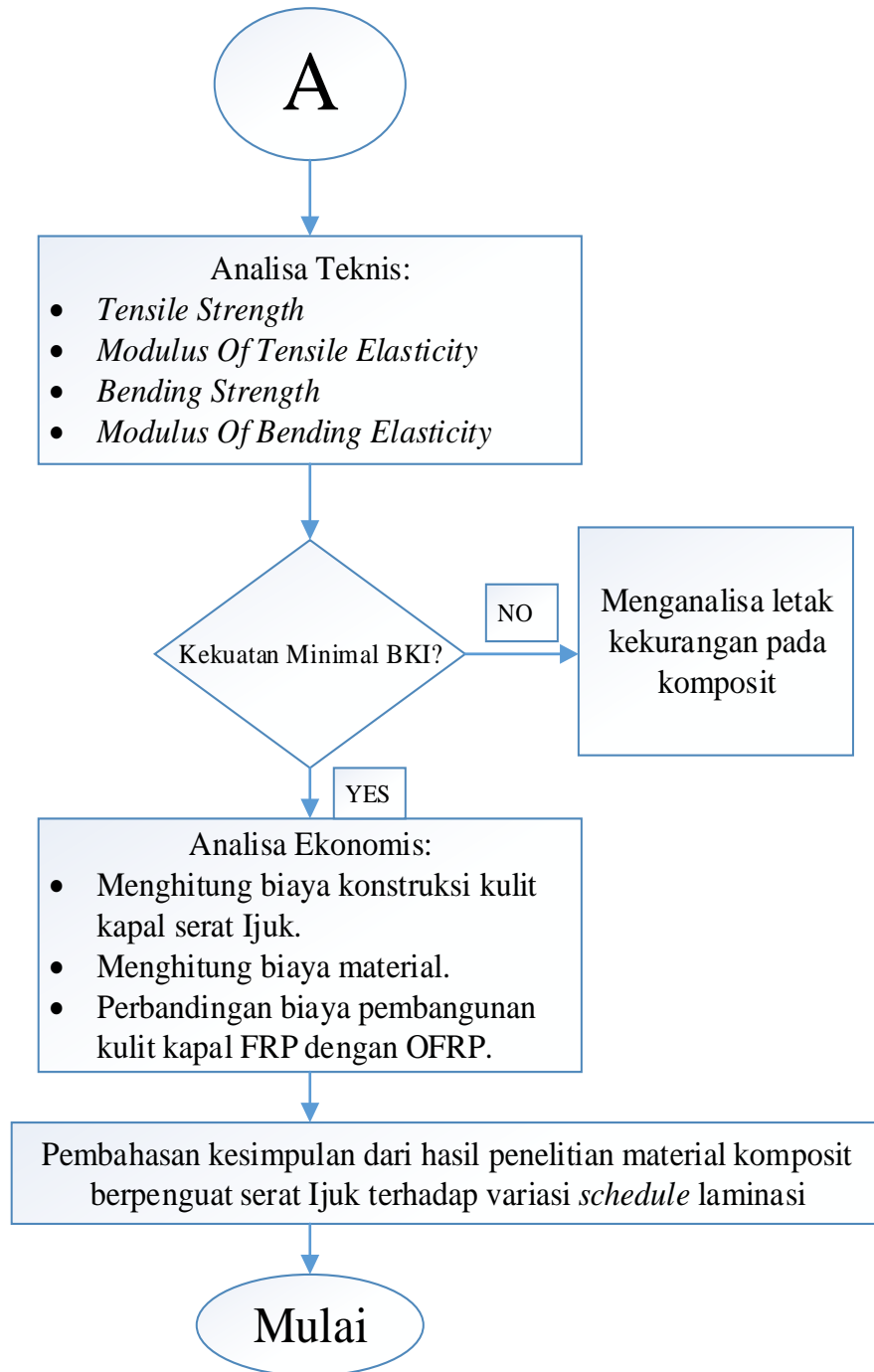


## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Umum

Pada bab metodologi penelitian ini akan dibahas tentang alur pengerjaan tugas akhir mulai dari identifikasi masalah hingga kesimpulan penelitian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 3.1 mengenai diagram alir pengerjaan tugas akhir.





Gambar 3.1 Diagram Alir

### 3.2. Proses Pengerjaan

Secara garis besar pengerjaan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

- Pencarian serta pengambilan serat Ijuk
- Pembuatan *waven roving* (WR600,WR800)
- Pembuatan matt (300gram dan 450gram)
- Pembuatan cetakan spesimen
- Bahan-bahan pendukung untuk membuat spesimen (resin, katalis, pva, *gelcoat*, *talk*)
- Pengujian tarik dan tekuk spesimen

#### 3.2.1. Tempat Penelitian

Pembuatan spesimen uji dilakukan di Laboratorium Teknologi Dan Manajemen Produksi Kapal. Untuk pengujian dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan ITS.

#### 3.2.2. Pengambilan Serat Ijuk

Material yang akan digunakan pada tugas akhir ini yaitu serat dari pohon aren yang biasa disebut serat Ijuk (*Arenga Pinnata*). Pengambilan serat Ijuk didapat dari galangan bambu yang terletak di Sidoarjo Jawa Timur di daerah *buduran*. Pengambilan serat Ijuk langsung mendatangi tempat penjual serat Ijuk di daerah Sidoarjo.

#### 3.2.3. Pembuatan Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen di buat dengan ukuran panjang 50 cm dan lebar 50 cm. Cetakan spesimen menggunakan kaca dengan tebal 1cm yang sesuai ukuran cetakan terlihat pada Gambar 3.2. Kemudian sisi-sisi cetakan diberi kayu agar resin tidak keluar cetakan ketika pelapisan pembuatan spesimen



Gambar 3.2 Cetakan Spesimen

### 3.2.4. Pembuatan *Woven roving*

Pembuatan *woven roving* yang berbahan serat Ijuk dilakukan di Desa Sumbergempol, Tulungagung. Serat dibuat dengan ditampar seukuran 50 cm persegi dengan berat 800 gram. Kemudian serat yang sudah tertampar lalu di anyam untuk digunakan sebagai bahan pengganti *wr* serat kaca.



Gambar 3.3 Proses Penamparan Serat

Gambar 3.3 merupakan proses penamparan serat menggunakan 2 buah kayu yang berbentuk menyilang lalu serat di kaitkan pada paku dan kayu tersebut memutar serat hingga menjadi tamparan serat yang dapat terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bentuk Tamparan Serat Ijuk

Setelah proses penamparan serat yang sudah di tampar di gantungkan pada bambu yang telah di beri paku tiap 2 cm, yang nantinya akan dilakukan penganyaman pada bambu tersebut proses ini bisa dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Proses Penganyaman Serat Ijuk menjadi *Woven roving*

### 3.2.5. Pembuatan Matt

Pembuatan matt yang berbahan serat Ijuk dilakukan di di Laboratorium Teknologi Dan Manajemen Produksi Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS. Matt di buat menggunakan latek cair untuk merekatkan serat seperti yang terlihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Latek cair untuk perekat matt

Sebelumnya serat di susun menyilang atas dan bawah yang biasa disebut matt *biaksial*. Serat yang disusun dengan bentuk cetakan yaitu berukuran panjang 50m dan lebar 50cm mengikuti bentuk cetakan (300grm>75grm dan 450grm>112,5grm). Lalu dioleskan latek cair dengan kuas sampai cairan latek meresap dan kering ke bagian-bagian serat.

### 3.2.6. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen fiber dari 2 konfigurasi laminasi dengan masing-masing 4 variasi tiap konfigurasi laminasi dan jenis resin yang digunakan yaitu marine used menggunakan *yukalac 157 BQTN*. Pengujian kekuatan tarik

dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan ITS. Standar yang akan dipakai pada pengujian tarik spesimen memakai standar kelas BKI.

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik *proportionality limit*, setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya lalu batang uji mengalami *yield* (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi. Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk batang yang ulet beban mesin tarik akan turun lagi sampai akhirnya putus. Pada saat beban mencapai maksimum, batang uji mengalami pengecilan penampang setempat (*local necking*) dan penambahan panjang terjadi hanya disekitar *necking* tersebut pada batang getas tidak terjadi *necking* dan batang akan putus pada saat beban maksimum.



Gambar 3.7 Mesin pengujian *tensile*

Pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Mesin uji yang digunakan adalah *Universal Testing Machine MFL/UFD 2.0* dengan kapasitas 20 kN seperti yang terlihat pada Gambar 3.7 pengujian tarik yang menggunakan mesin ini, spesimen

dijepit pada kedua sisi yaitu sisi atas dan sisi bawah. Penjepit pada bagian atas akan bergerak ke atas sehingga memberikan tension (tegangan) pada spesimen, sedangkan penjepit bagian bawah tidak bergerak (statis) sehingga spesimen tertahan. Selama pengujian berlangsung terdapat media kets *milimeter block* disertai spidol yang langsung menggambarkan grafik yang menunjukkan *ultimate stress* dan *elongation* yang terjadi pada spesimen, tahapan pelaksanaan uji tarik adalah sebagai mengetahui kuat tarik serta elastisitas dari material.

### 3.2.7. Pengujian Kekuatan Tekuk

Pengujian kekuatan tekuk dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekuk spesimen fiber dari 2 konfigurasi laminasi dengan masing-masing 4 variasi tiap konfigurasi laminasi dan jenis resin yang digunakan yaitu marine used menggunakan *yukalac 157 BQTN*. Pengujian kekuatan tekuk dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan ITS. Standart yang akan dipakai pada pengujian tekuk spesimen memakai standart kelas.

Uji lengkung (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual, selain itu uji *bending* digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan. Pemberian beban dan penentuan dimensi *mandrel* ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Mengetahui kekuatan tekuk spesimen kulit yang akan diuji
2. Mengetahui defleksi maksimal yang terjadi pada spesimen uji
3. Mengetahui besar modulus tangensial atau modulus elastis spesimen



Gambar 3.8 Mesin pengujian tekuk

Pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal. Mesin uji yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* MFL/UFD 2.0 dengan kapasitas max 200 kN lalu memakai *loading nose* ukuran 60 seperti yang terlihat pada Gambar 3.8 Skala mesin uji yang di baca untuk pengujian memakai skala 0 – 20 kN, pada temperatur 28°C.

### 3.3. Pembuatan Spesimen

#### 3.3.1. Perencanaan Spesimen Uji

Dalam menentukan susunan laminasi kulit kapal OFRP, peningkatan kekuatan dan penurunan berat laminate merupakan hal terpenting yang harus kita perhatikan. Laminasi komposit menjadi kekuatan utama material terdapat pada serat menerusnya atau tidak terpotong baik mat maupun *waven rovingnya*, sehingga pada pembuatan OFRP ini fraksi volume serat setinggi mungkin. Pertimbangan lain yang harus di perhatikan adalah karakteristik laminasi, misalkan kemampuan menahan air serta bentuk permukaan yang di hasilkan.

Pada penggunaan serat Ijuk *woven roving* dan serat Ijuk mat, kemampuan untuk menahan resapan air kurang baik dan permukaan tidak rata pada *woven roving* serat Ijuk sehingga untuk laminasi OFRP pada bagian terluar di perlukan lapisan mat (450gram).

Berat material pembentuk laminasi spesimen bisa kita tentukan berdasarkan komposisi serat penguat dan komposisi resin yang kita butuhkan pada setiap lapis spesimen dengan sesuai bentuk cetakan.

- a) Berat tiap lembar serat penguat yang di butuhkan (komposisi berat serat penguat tiap meter persegi dan bentuk cetakan) maka serat penguat yang di perlukan untuk setiap laminasi di tunjukan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Berat tiap lembar serat penguat Ijuk

Serat Ijuk sebagai penguat	Berat per m <sup>2</sup> (gram)	Berat yang Dibutuhkan (gram)
Copped Strand Mat IJUK (Mat 300)	300	75
Copped Strand Mat IJUK (Mat 450)	450	112,5
Woven roving IJUK (WR 600)	600	150
Woven roving IJUK (WR 800)	800	200



Berat serat penguat Ijuk yang di butuhkan adalah berat serat penguat untuk satu laminasi spesimen uji (500mm x 500mm).

- b) Menentukan berat resin *yukalac* 157 yang akan digunakan pada setiap lapisan serat seperti yang di tunjukan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Berat resin yang di butuhkan tiap laminasi

Serat Ijuk sebagai Penguat	Perbandingan		Berat serat (gram)	resin yang di butuhkan (gram)
	Serat	Resin		
Copped Strand Mat IJUK (Mat 300)	11% : 89%		75	700
Copped Strand Mat IJUK (Mat 450)	13% : 87%		112,5	850
<i>Woven roving</i> IJUK (WR 600)	11% : 89%		150	1400
<i>Woven roving</i> IJUK (WR 800)	12% : 88%		200	1700

Berat resin yang di butuhkan adalah berat resin untuk satu lapisan laminasi spesimen uji (500mm x 500mm).

### 3.3.2. Susunan Spesimen Uji

Variasi konfigurasi laminasi dari spesimen konstruksi *fiber* berbahan serat Ijuk yang menjadi sampel pengujian dibagi menjadi 2 konfigurasi yaitu konfigurasi tipe A dan konfigurasi tipe B, dari susunan laminasi yang masing-masing terdapat 4 variasi dari tiap konfigurasi laminasi. Susunan konfigurasi laminasi yang membedakan yaitu pemakain matt dan wr yang berbeda pada masing-masing konfigurasi dan untuk variasi nya yang membedakan yaitu pada lapisan *woven roving* dan mat yang dibedakan berdasarkan wr 800 dan wr 600 lalu csm 450 dan csm 300

- Konfigurasi laminasi tipe A terlihat pada Gambar 3.9. Konfigurasi laminasi tipe A.1 memiliki susunan 4 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Konfigurasi laminasi tipe A.2 memiliki susunan 4 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Konfigurasi laminasi tipe A.3 memiliki susunan 4 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 800

(WR) berbahan serat Ijuk. Konfigurasi laminasi tipe A.4 memiliki susunan 4 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk.

Lapisan	Schedule Laminasi A.1	Schedule Laminasi A.2	Schedule Laminasi A.3	Schedule Laminasi A.4
1	CSM 300	CSM 450	CSM 300	CSM 450
2	CSM 300	CSM 450	CSM 300	CSM 450
3	<i>Woven roving</i> 600	<i>Woven roving</i> 600	<i>Woven roving</i> 800	<i>Woven roving</i> 800
4	CSM 300	CSM 450	CSM 300	CSM 450
5	CSM 300	CSM 450	CSM 300	CSM 450

Gambar 3.9 Konfigurasi laminasi tipe A

- Konfigurasi laminasi tipe B terlihat pada Gambar 3.10. Konfigurasi laminasi tipe B.1 memiliki susunan 2 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Konfigurasi laminasi tipe B.2 memiliki susunan 2 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Konfigurasi laminasi tipe B.3 memiliki susunan 2 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Konfigurasi laminasi tipe B.4 memiliki susunan 2 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk.

Lapisan	Schedule Laminasi B.1	Schedule Laminasi B.2	Schedule Laminasi B.3	Schedule Laminasi B.4
1	CSM 300	CSM 450	CSM 300	CSM 450
2	<i>Woven roving</i> 600	<i>Woven roving</i> 600	<i>Woven roving</i> 800	<i>Woven roving</i> 800
3	<i>Woven roving</i> 600	<i>Woven roving</i> 600	<i>Woven roving</i> 800	<i>Woven roving</i> 800
4	CSM 300	CSM 450	CSM 300	CSM 450

Gambar 3.10 Konfiogurasi laminasi tipe B

### 3.3.3. Persiapan Bahan dan Peralatan

Langkah-langkah yang perlu disiapkan dalam membuat spesimen antara lain:

- a) Menyiapkan lembaran serat penguat Ijuk
  - Matt serat Ijuk 300gr/m<sup>2</sup>
  - Matt serat Ijuk 450gr/m<sup>2</sup>

- *Waven Roving* serat Ijuk 600gr/m<sup>2</sup>
  - *Waven Roving* serat Ijuk 800gr/m<sup>2</sup>
- b) Meyiapkan cetakan ukuran 50cm x 50cm.
  - c) Menyiapkan timbangan untuk mengukur volume resin.
  - d) Menyiapkan pva atau *mirror glass* agar tidak menempel pada cetakan saat spesimen telah mengering.
  - e) Menyiapkan erosil, *cobalt* serta pewarna untuk membuat gel coat pada lapisan dasar spesimen.
  - f) Menyiapkan gerinda, jangka sorong, penggaris, spidol untuk membuat bentuk spesimen uji.

### 3.3.4. Proses Pengerjaan Spesimen

Material uji yang dibutuhkan berupa lembaran laminasi *fiberglass* berbahan serat Ijuk dengan ukuran 500 mm x 500 mm dengan ketebalan yang berbeda untuk *chopped strand mat* dan *woven rovingnya*. Lalu untuk cetakannya menyesuaikan dengan bentuk serat dengan ukuran ¼ meter persegi yang terbuat dari bahan kaca terlihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Menyiapkan kaca yang telah dipotong

Tahap pembuatan material uji dimulai dengan mempersiapkan cetakan. Cetakan yang digunakan adalah kaca dengan ukuran 500 mm x 500 mm yang memiliki tebal 10 mm. Cetakan dioleskan dengan menggunakan *wax* seperti pada Gambar 3.12 secara merata dan kemudian dioleskan juga dengan *Polyvinyl Alcohol (PVA)*. *Wax* dan *PVA* berfungsi sebagai *release agent*, yaitu zat yang menyebabkan laminasi *fiberglass* dapat dilepas dari cetakannya dengan mudah.



Gambar 3.12 *Mirror glaze* atau wax

Wax dilapisi pada cetakan kaca menggunakan *spoon* agar merata serta dapat dijangkau sesuai kebutuhan. Langkah selanjutnya adalah membuat *gelcoat* dengan mencampur *resin*, *cobalt* dan *aerosil* seperti pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Pembuatan *gelcoat*

*Gelcoat* merupakan lapisan pertama atau lapisan terluar pada kapal. Pembuatan *gelcoat* memiliki takaran pada penelitian kali ini pengukuran berdasarkan *expert judgement* dari galangan kapal FRP pengukuran pembuatan *gelcoat* terlihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perbandingan *aerosil*, *talc*, katalis dengan *gelcoat*

Material	Perbandingan dengan <i>gelcoat</i>
aerosil	1 : 0,025
<i>talc</i>	1 : 0,01
<i>pigment</i>	1 : 0,05
katalis	1 : 0,01

Pelapisan *gelcoat* ini dilakukan untuk memberikan permukaan yang rata dan rapi pada bagian luar kapal. *Gelcoat* dilapisi pada cetakan dengan ketebalan 0,5 mm seperti yang terlihat pada Gambar 3.14. Pelapisan *gelcoat* menggunakan kuas agar merata dan dapat sesuai dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 3.14 Melapisi cetakan dengan *gelcoat*

Setelah *gelcoat* dioleskan pada cetakan, serat *fiberglass* tidak boleh langsung dipasang di atas *gelcoat*. Pemasangan serat *fiberglass* pertama harus dilakukan setelah temperatur *gelcoat* turun sekitar 10-20 menit. Disaat menunggu temperatur *gelcoat* turun, persiapkan *resin* yang akan digunakan untuk melaminasi *fiberglass*.



Gambar 3.15 Pengukuran berat resin untuk CSM

Resin yang digunakan untuk melapisi CSM 300 dan CSM 450 ditimbang dengan perbandingan 1:8. Resin ditimbang hingga mencapai berat 700 gram untuk digunakan pada satu lapisan CSM terlihat pada Gambar 3.15. Resin ditimbang hingga mencapai berat 1000 gram untuk digunakan pada satu lapisan CSM.



Gambar 3.16 Pengukuran berat resin pada *woven roving*

Resin yang digunakan untuk melapisi WR 600 dan WR 800 ditimbang dengan perbandingan 1:10. Resin ditimbang hingga mencapai berat 1000 gram untuk digunakan pada satu lapisan WR terlihat pada Gambar 3.16. Setelah temperatur *gelcoat* turun kemudian serat *fiberglass* pertama, yaitu CSM 300 dipasang terlihat pada Gambar 3.17. Resin yang telah dicampur dengan katalis sebanyak 1% dari berat resin dituangkan ke atas CSM 300 atau dengan perbandingan 1 kilo resin sama dengan 5cc katalis (satu tutup botol aqua).



Gambar 3.17 Pelapisan CSM 300

*Resin* tersebut kemudian diratakan dengan menggunakan kuas. Proses perataan *resin* ini bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalam laminasi *fiberglass*. Apabila gelembung tersebut tidak dihilangkan, maka memungkinkan untuk terjadinya *blister* dan rongga pada lapisan laminasi. *Fiberglass* lapisan kedua, yaitu WR 600 dipasang ke cetakan seperti pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Pelapisan *woven roving* 600

Kemudian *hand lay-up* dilakukan dengan menuangkan *resin* yang telah dicampurkan dengan katalis dan diratakan dengan menggunakan kuas. Langkah ini dilakukan terus menerus hingga seluruh lapisan *fiberglass* yang diinginkan telah dilaminasi. Langkah selanjutnya adalah *curing*. Setelah laminasi *fiberglass* telah *curing* dengan sempurna yakni selama 15 hari seperti yang terlihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Material komposit serat Ijuk yang telah *curing*

Laminasi *fiberglass* dilepas dari cetakan dengan menggunakan kapi atau obeng minus. Tepi-tepi laminasi *fiberglass* yang masih kasar dihaluskan dengan menggunakan gerinda hingga menjadi seperti Gambar 3.20. kemudian di potong lurus dengan lebar 3 cm sesuai standar spesimen uji ASTM.



Gambar 3.20 Pemotongan komposit

Gambar 3.23 adalah mesin gerinda yang digunakan untuk memotong komposit, komposit di potong sesuai dengan ketentuan standart yang diacukan. Komposit di potong menjadi spesimen yang akan dilakukan uji tekuk dan uji tarik bentuk spesimen uji pada penelitian kali ini seperti yang dijelaskan sebelumnya di 2.7.



Gambar 3.21 Mesin pemotong atau gerinda

#### 3.4. Berat Komposit *Schedule Laminasi*

Hasil pembuatan komposit yang sudah *curing* dilakukan penimbangan agar mengetahui berat per laminasi komposit tiap jenis *schedule* laminasi dan Tabel 3.3 telah dikelompokan berat dari tiap variasi komposit yang telah *curing*.



Tabel 3.4 Rekapitulasi berat komposit setelah *curing*

No	Jenis <i>Schedule</i> Laminasi	Tebal Laminasi (mm)	Massa (gr)	Volume (mm <sup>2</sup> )	Massa jenis (gr/mm <sup>2</sup> )
1	Tipe A1	12	5020	30000	0,167333333
	Tipe A2	13	5540	32500	0,170461538
	Tipe A3	14	5500	35000	0,157142857
	Tipe A4	15	5800	37500	0,154666667
2	Tipe B1	13	5220	32500	0,160615385
	Tipe B2	14	5280	35000	0,150857143
	Tipe B3	15	5440	37500	0,145066667
	Tipe B4	16	5800	40000	0,145879979

### 3.5. Analisa Teknis

Analisa teknis melakukan pengolahan data yang didapatkan dari hasil pengujian tarik dan pengujian tekuk. Data hasil dari pengujian tersebut diolah untuk menghitung nilai-nilai *tensile strength*, *modulus of tensile elasticity*, *bending strength*, dan *modulus of bending elasticity*. Nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus yang disaratkan oleh BKI 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastic Ships*. Setelah didapat hasil dari perhitungan menggunakan rumus BKI 2016, nilai-nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan standar minimum yang tertera pada BKI 2016. Selain itu dilakukan juga perbandingan nilai-nilai *tensile strength*, *modulus of tensile elasticity*, *bending strength*, dan *modulus of bending elasticity* untuk setiap variasinya. Perhitungan tebal pada setiap *schedule* laminasi komposit serat Ijuk dihitung dengan rumus yang dijelaskan pada 2.7.3. Lalu perbandingan FRP dengan komposit serat Ijuk juga dilakukan agar dapat diketahui kekuatan serta ketebalan tiap *schedule* laminasi terhadap FRP komposit serat kaca.

### 3.6. Analisa Ekonomis

Pada tahap ini dilakukan penghitungan aspek ekonomis dari pembangunan konstruksi kulit kapal ikan serat Ijuk dari setiap *schedule* laminasi. Aspek yang dihitung adalah biaya material yang digunakan untuk setiap jenis variasi yang digunakan. Perhitungan aspek ekonomis dari proses reparasi kapal *fiberglass* ini dilakukan dengan menggunakan metode *cost breakdown analysis*. Hasil perhitungan biaya pembangunan kulit kapal FRP serat Ijuk ini kemudian dibandingkan dengan biaya pembangunan kulit kapal FRP serat kaca.

### **3.7. Kesimpulan**

*Summary* tugas akhir ini adalah kesimpulan yang didapatkan dari analisis teknis dan analisis ekonomis dari proses pembangunan kapal FRP berpenguat serat Ijuk berdasarkan variasi *schedule* laminasi yang dilakukan. Setelah itu dikemukakan saran yang sesuai dengan hasil dari tugas akhir ini.

## **BAB 4**

### **HASIL DATA PENGUJIAN**

#### **4.1. Hasil Pengujian Tarik**

Pengujian Tarik dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Mesin uji yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* MFL/UFD 2.0 dengan kapasitas 20 kN. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya lalu batang uji mengalami *yield* (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Hasil dari pengujian tarik adalah nilai *load* ( $P$ ) atau  $F_{ultimate}$  dan *elongation* yang dicatatkan dalam bentuk grafik. Nilai-nilai tersebut kemudian dituliskan ke dalam bentuk tabel yang berisikan nilai *load* dan *elongation*. Nilai-nilai tersebut nantinya digunakan untuk menghitung besarnya nilai *tensile strength* dan *modulus of tensile elasticity*.

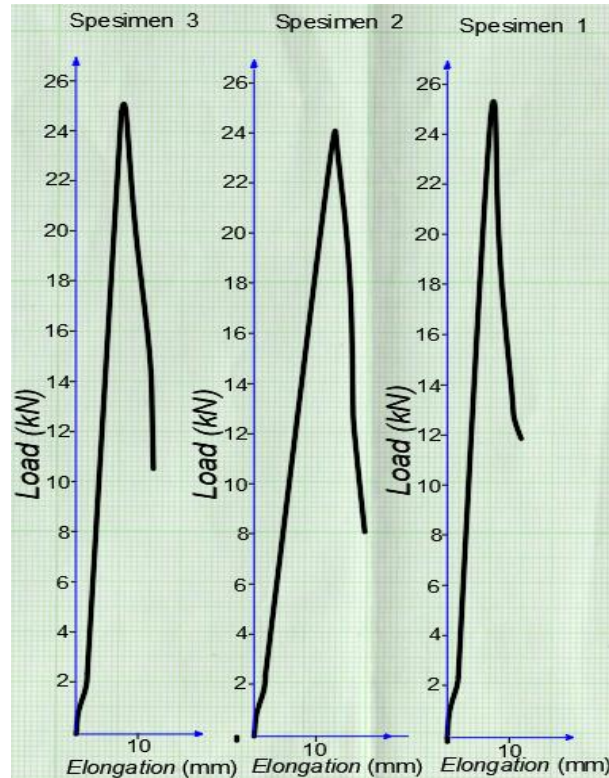
##### **4.1.1. Hasil Pengujian Tarik Spesimen *Schedule* Laminasi Konfigurasi Tipe A**

Pada variasi pengujian *schedule* laminasi tipe A memiliki susunan konfigurasi atas 5 lapisan yang terdiri dari *chopped strand matt* (CSM), *chopped strand matt* (CSM), *woven roving* (WR), *chopped strand matt* (CSM), *chopped strand matt* (CSM). CSM dan WR berbahan dasar dari serat Ijuk.

###### **4.1.1.1. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.1 (4 CSM300 - 1 WR600)**

Variasi *schedule* laminasi tipe A.1, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 12 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.1. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe A.1 dapat terlihat pada Gambar 4.1, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan

satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.1 Grafik *load* dan *elongation* variasi *schedule* laminasi 4 CSM300 + 1 WR600

Pada kelima grafik *load* dan *elongation* pada variasi tipe A.1 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *elongation* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.1 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-elongation* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.1 Hasil rekapitulasi pengujian tarik *schedule* laminasi tipe A.1

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(mm)	(GPa)	(MPa)
A.1.1	60	19,11	12,06	230,466	25000	5	9,040	108,476
A.1.2	60	19,15	12,04	230,566	24000	6	10,467	104,092
A.1.3	60	19,02	12,08	229,761	25600	5	9,297	111,420
A.1.4	60	19,09	12,01	229,270	26000	4	7,705	113,403
A.1.5	60	19,24	12,08	232,419	24400	4,5	7,874	104,983
Rata-rata							8,876	108,475

Nilai *load* tertinggi pada variasi A.1 yaitu 26 kN pada spesimen A.1.4 dan nilai terendah yaitu 24 kN pada spesimen A.1.5. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 6 mm pada spesimen A.1.2 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 4 mm pada spesimen A.1.4. Nilai tertinggi *tensile strength* adalah 113,403 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 104,092 MPa.

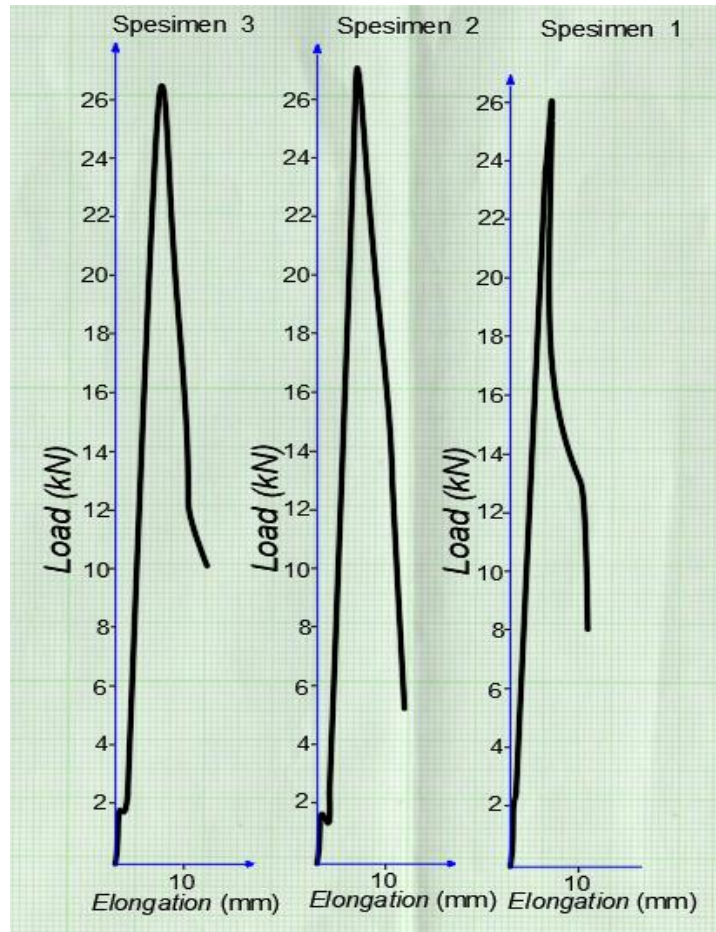
*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata sebesar 108,475 MPa. Tabel 5.2 terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, nilai tertinggi MOE adalah 10,467 GPa dan nilai MOE terendah adalah 7,705 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata sebesar 8,876 GPa. Dari hasil rata-rata *tensile strength* dan MOE sudah memenuhi standar kelas BKI. Dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.1 ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe A.1

#### 4.1.1.2. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.2 (4 CSM450 - 1 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.2, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 13 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.2. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe A.2 dapat terlihat pada Gambar 4.3, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.3 Grafik load dan elongation variasi schedule laminasi 4 CSM450 + 1 WR600

Pada kelima grafik load dan elongation pada variasi tipe A.2 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari load dan elongation untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.2 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, cross sectional area (CSA) dan nilai load-elongation dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.2 Hasil rekapitulasi pengujian tarik schedule laminasi tipe A.2

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
A.2.1	60	19,07	13,02	248,291	26500	4	7,115	106,729
A.2.2	60	19,05	13,08	249,174	27000	6,5	11,739	108,358
A.2.3	60	19,02	13,09	248,971	26000	6	10,443	104,429
A.2.4	60	19,18	13,09	251,066	27000	4,5	8,066	107,541
A.2.5	60	19,08	13,05	248,994	25000	8	13,387	100,404
Rata-rata							10,150	105,492

Nilai *load* tertinggi pada variasi A.2 yaitu 27 kN pada spesimen A.2.2 dan A.2.4, nilai terendahnya yaitu 25 kN pada spesimen A.2.5. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 8 mm ditunjukkan pada spesimen A.2.5 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 4 mm ditunjukkan pada spesimen A.2.1. Berdasarkan Tabel 4.2 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.2 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 108,358 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 100,404 MPa.

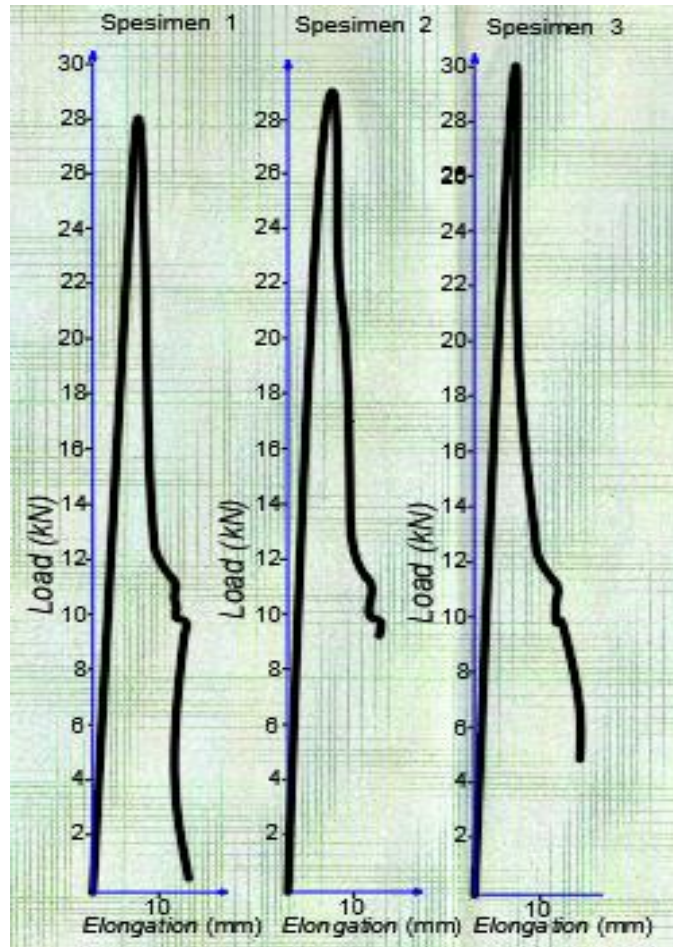
*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 105,492 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.2 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 13,387 GPa dan nilai MOE terendah adalah 7,115 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 10,150 GPa. Dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.2 ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe A.2

#### 4.1.1.3. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.3 (4 CSM300 - 1 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.3, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 14 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.3. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe A.3 dapat terlihat pada Gambar 4.5, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.5 Grafik load dan elongation variasi schedule laminasi 4 CSM300 + 1 WR800

Pada kelima grafik load dan elongation pada variasi tipe A.3 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari load dan elongation untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.3 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, cross sectional area (CSA) dan nilai load-elongation dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

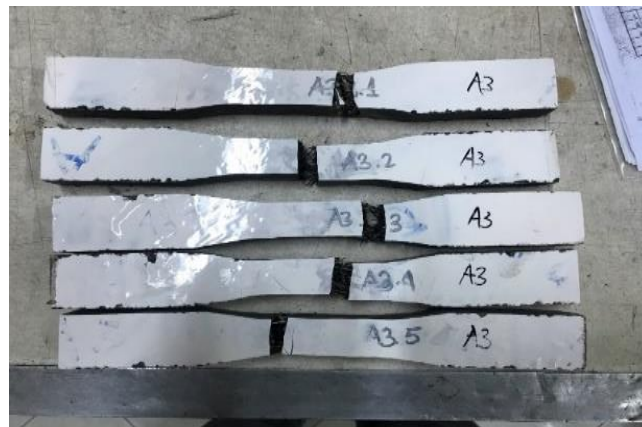
Tabel 4.3 Hasil rekapitulasi pengujian tarik schedule laminasi tipe A.3

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
A.3.1	60	19,18	14,06	269,670	28000	5	8,653	103,830
A.3.2	60	19,02	14,04	267,040	29000	7	12,670	108,598
A.3.3	60	19,08	14,08	268,646	30000	8	14,889	111,671
A.3.4	60	19,08	14,01	267,310	29000	5	9,041	108,488
A.3.5	60	19,18	14,02	268,903	25000	5	7,748	92,970
Rata-rata							10,600	105,111



Nilai *load* tertinggi pada variasi A.3 yaitu 30 kN pada spesimen A.3.3 dan nilai terendah yaitu 25 kN pada spesimen A.3.5. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 8 mm ditunjukkan pada spesimen A.3.3 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 5 mm ditunjukkan pada spesimen A.3.1, A.3.4, dan A.3.5. Berdasarkan Tabel 4.3 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.3 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 111,671 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 92,970 MPa.

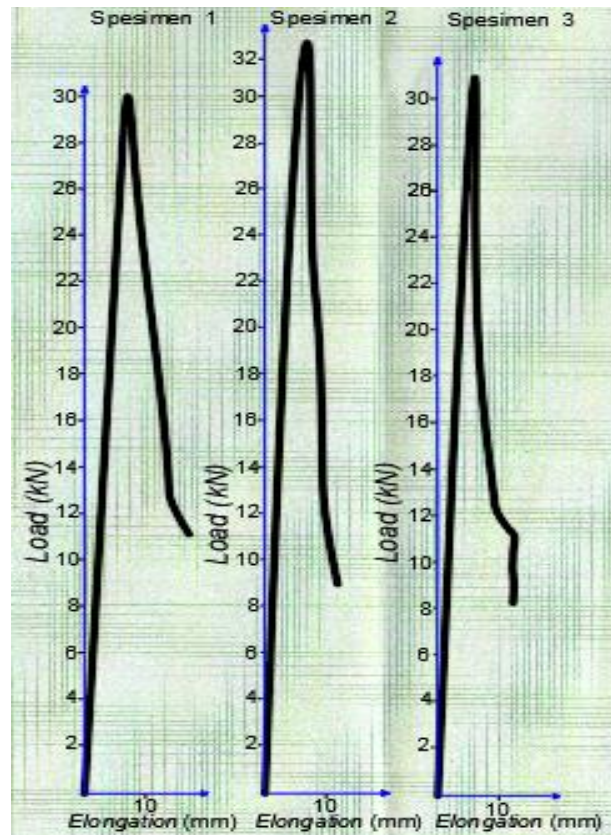
*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 105,111 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.3 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 14,889 GPa dan nilai MOE terendah adalah 7,748 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 10,600 GPa. Gambar 4.6 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.3.



Gambar 4.6 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe A.3

#### 4.1.1.4. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.4 (4 CSM450 – 1 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.4, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 15 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.4. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe A.4 dapat terlihat pada Gambar 4.7, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.7 Grafik load dan elongation variasi schedule laminasi 4 CSM450 + 1 WR800

Pada kelima grafik load dan elongation pada variasi tipe A.4 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari load dan elongation untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.4 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, cross sectional area (CSA) dan nilai load-elongation dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.4 Hasil rekapitulasi pengujian tarik schedule laminasi tipe A.4

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
A.4.1	60	19,01	15,06	302,706	30000	4,5	7,433	99,106
A.4.2	60	19	15,15	303,151	33000	5	9,071	108,857
A.4.3	60	19,08	14,98	296,304	31000	6	10,462	104,622
A.4.4	60	19,08	15,02	305,216	30000	5	8,191	98,291
A.4.5	60	19,04	15,04	304,608	29000	4,5	7,140	95,204
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							8,460	104,216

Nilai load tertinggi pada variasi A.4 yaitu 33 kN pada spesimen A.4.2 dan nilai terendah yaitu 29 kN pada spesimen A.4.5. Nilai elongation tertinggi yaitu 6 mm ditunjukkan pada

spesimen A.4.3 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 4,5 mm ditunjukkan pada spesimen A.4.1 dan A.4.5. Berdasarkan Tabel 4.4 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.4 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 114,947 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 101,271 MPa.

*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 106,830 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.4 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 10,462 GPa dan nilai MOE terendah adalah 7,140 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 8,460 GPa. Gambar 4.8 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.4.



Gambar 4.8 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe A.4

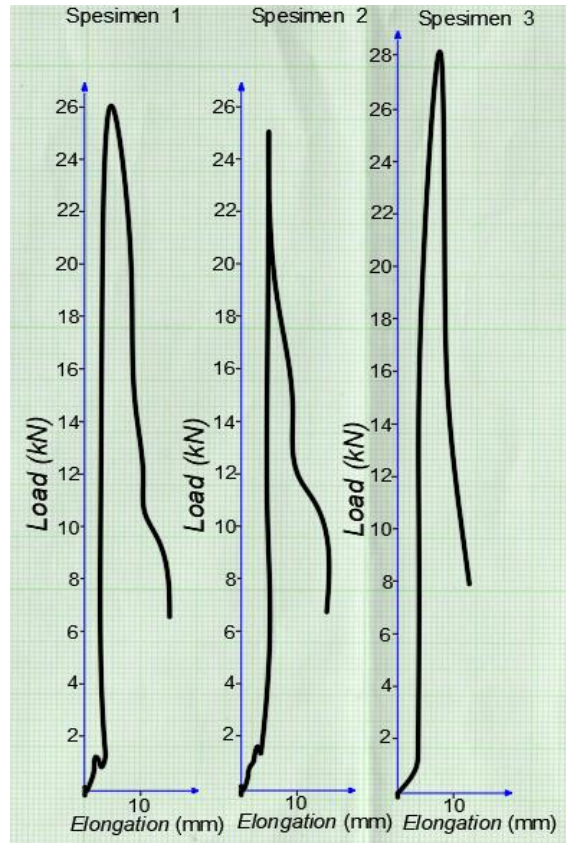
#### 4.1.2. Hasil Pengujian Tarik Spesimen *Schedule* Laminasi Konfigurasi Tipe B

Pada variasi pengujian *schedule* laminasi tipe B memiliki susunan konfigurasi atas 4 lapisan yang terdiri dari *chopped strand matt* (CSM), *woven roving* (WR), *woven roving* (WR), *chopped strand matt* (CSM). CSM dan WR berbahan dasar dari serat Ijuk.

##### 4.1.2.1. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.1 (2 CSM300 - 2 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.1, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 13 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.1. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe B.1 dapat terlihat pada Gambar 4.9, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan

*elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.9 Grafik *load* dan *elongation* variasi *schedule* laminasi 2 CSM300 + 2 WR600

Pada kelima grafik *load* dan *elongation* pada variasi tipe B.1 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *elongation* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.5 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-elongation* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.5 Hasil rekapitulasi pengujian tarik *schedule* laminasi tipe B.1

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
B.1.1	60	19,04	13,04	248,286	26000	5	8,727	104,720
B.1.2	60	19,1	13,15	251,165	25000	6	9,954	99,536
B.1.3	60	19,09	13,08	249,697	28000	6,5	12,148	112,136
B.1.4	60	19,04	13,20	251,328	25000	4	6,631	99,472
B.1.5	60	19,16	13,04	249,844	24000	5	8,005	96,059
Rata-rata							9,093	103,384

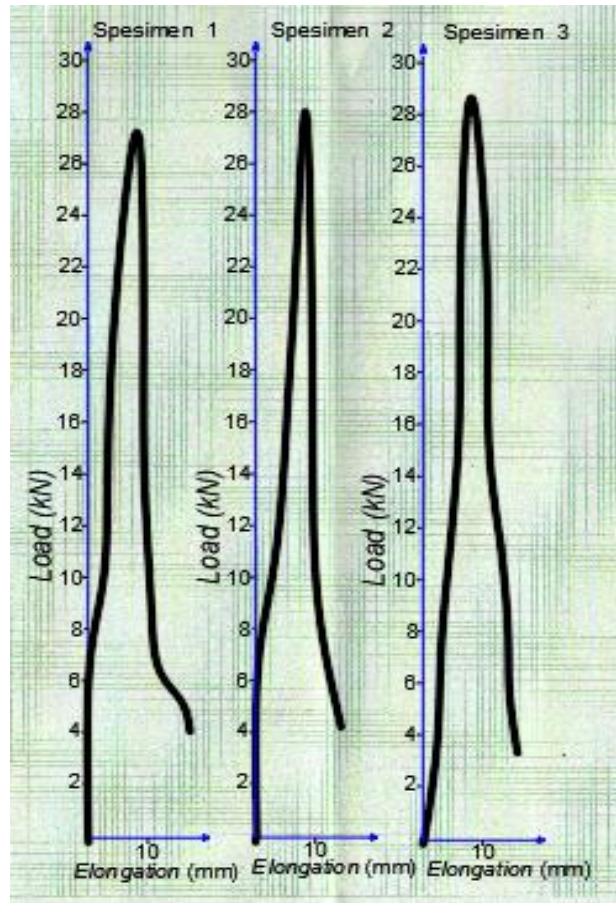
Nilai *load* tertinggi pada variasi B.1 yaitu 28 kN pada spesimen B.1.3 dan nilai terendah yaitu 24 kN pada spesimen B.1.5. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 6,5 mm ditunjukkan pada spesimen B.1.3 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 4 mm ditunjukkan pada spesimen B.1.4. Berdasarkan Tabel 4.5 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.1 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 112,136 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 96,059 MPa. *Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 102,384 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.1 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 12,148 GPa dan nilai MOE terendah adalah 6,631 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 9,093 GPa. Gambar 4.10 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.1.



Gambar 4.10 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe B.1

#### 4.1.2.2. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.2 (2 CSM450 - 2 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.2, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 14 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.2. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe B.2 dapat terlihat pada Gambar 4.11, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.11 Grafik *load* dan *elongation* variasi *schedule* laminasi Tipe 2 CSM450 + 2 WR600

Pada kelima grafik *load* dan *elongation* pada variasi tipe B.2 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *elongation* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.6 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-elongation* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.6 Hasil rekapitulasi pengujian tarik *schedule* laminasi tipe B.2

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
B.2.1	60	19,05	14,10	268,605	27000	7	11,727	100,519
B.2.2	60	19,02	14,04	267,040	28000	5	8,738	104,853
B.2.3	60	19,06	14,09	268,555	28600	5	8,875	106,496
B.2.4	60	19,13	14,08	269,350	29000	6	10,767	107,666
B.2.5	60	19,2	14,14	271,488	27000	5	8,288	99,452
Rata-rata							9,679	102,797

Nilai *load* tertinggi pada variasi B.2 yaitu 29 kN pada spesimen B.2.4 lalu untuk nilai terendah yaitu 27 kN pada spesimen B.2.1 dan B.2.5. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 7 mm ditunjukkan pada spesimen B.2.1 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 5 mm ditunjukkan pada spesimen B.2.2, B.2.3, dan B.2.5. Berdasarkan Tabel 4.6 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.2 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 107,666 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 99,452 MPa.

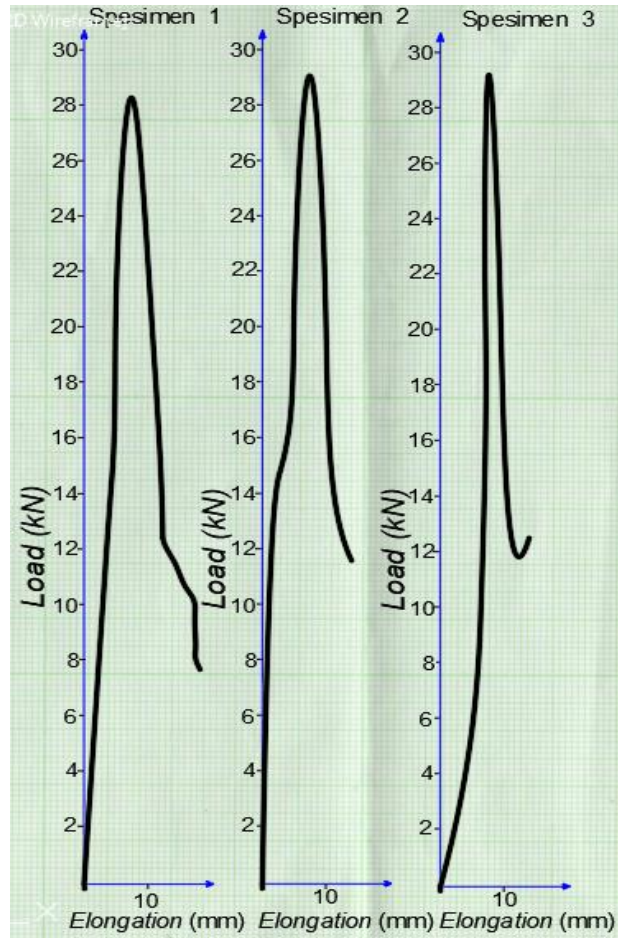
*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 103,797 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.2 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 11,727 GPa dan nilai MOE terendah adalah 8,288 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 9,679 GPa. Gambar 4.12 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.2.



Gambar 4.12 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe B.2

#### 4.1.2.3. Variasi *Schedule* laminasi Tipe B.3 (2 CSM300 – 2 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.3, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 15 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.3. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe B.3 dapat terlihat pada Gambar 4.13, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.13 Grafik *load* dan *elongation* variasi *schedule* laminasi Tipe 2 CSM300 + 2 WR800

Pada kelima grafik *load* dan *elongation* pada variasi tipe B.3 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *elongation* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.7 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-elongation* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.7 Hasil rekapitulasi pengujian tarik *schedule* laminasi tipe B.3

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
B.3.1	60	19,08	15,05	287,154	28500	5	8,271	99,250
B.3.2	60	19,00	15,07	286,330	29000	5	8,440	101,282
B.3.3	60	19,15	15,04	288,016	29000	6	10,069	100,689
B.3.4	60	19,12	15,19	290,432	29000	6	9,985	99,851
B.3.5	60	19,07	15,11	288,147	31000	3	5,379	107,584
Rata-rata							8,429	101,731



Nilai *load* tertinggi pada variasi B.3 yaitu 29 kN pada spesimen B.3.2, B.3.3, dan B.3.4 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 28,5 kN pada spesimen B.3.1. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 6 mm ditunjukkan pada spesimen B.3.3 dan B.3.4 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 3 mm ditunjukkan pada spesimen B.3.5. Berdasarkan Tabel 4.7 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.3 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 107,584 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 99,250 MPa.

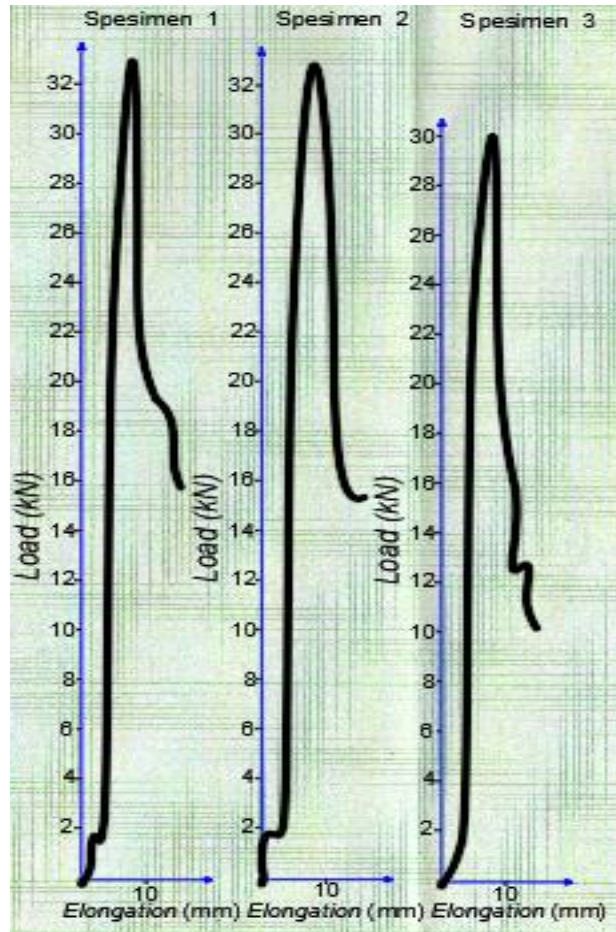
*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 101,731 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.3 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 10,069 GPa dan nilai MOE terendah adalah 5,379 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 8,429 GPa. Gambar 4.14 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.3.



Gambar 4.14 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe B.3

#### 4.1.2.4. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.4 (2 CSM450 – 2 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.3, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 16 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.4. Hasil pengujian tarik pada spesimen laminasi tipe B.4 dapat terlihat pada Gambar 4.15, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *elongation* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *elongation*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.15 Grafik *load* dan *elongation* variasi *schedule* laminasi 2 CSM450 + 2 WR800

Pada kelima grafik *load* dan *elongation* pada variasi tipe B.4 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *elongation* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.8 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-elongation* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tarik.

Tabel 4.8 Hasil rekapitulasi pengujian tarik *schedule* laminasi tipe B.4

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE	Tensile Strength
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)	(MPa)
B.4.1	60	19,08	16,05	322,110	33000	7	11,957	102,484
B.4.2	60	19,02	16,00	320,320	33000	5	8,585	103,022
B.4.3	60	19,11	16,10	323,771	30000	7	10,810	92,658
B.4.4	60	19	16,09	321,800	32000	5	8,287	99,441
B.4.5	60	19,06	16,12	323,367	33000	6	10,205	102,051
Rata-rata							9,969	99,931

Nilai *load* tertinggi pada variasi B.4 yaitu 33 kN pada spesimen B.4.1, B.4.2, dan B.4.5 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 30 pada spesimen B.4.3. Nilai *elongation* tertinggi yaitu 7 mm ditunjukkan pada spesimen B.4.1 dan B.4.3 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 5 mm ditunjukkan pada spesimen B.4.2 dan B.4.4. Berdasarkan Tabel 4.8 setelah mendapatkan hasil dari pengujian tarik laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.4 memiliki nilai tertinggi *tensile strength* adalah 103,022 MPa dan nilai *tensile strength* terendah adalah 92,658 MPa.

*Tensile strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 99,931 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.4 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of tensile elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 11,957 GPa dan nilai MOE terendah adalah 8,287 GPa. *Modulus of tensile elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 9,969 GPa. Gambar 4.16 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.4.



Gambar 4.16 Dokumentasi spesimen tarik variasi *schedule* laminasi tipe B.4

#### 4.2. Bending Test (Uji Tekuk) Spesimen Ijuk OFRP

Pengujian Tarik dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Mesin uji yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* MFL/UFD 2.0 dengan kapasitas max 200 kN Skala mesin uji yang di baca untuk pengujian memakai skala 0 – 40 kN, pada temperatur 28°C. Hasil dari pengujian tekuk adalah nilai *load* (P) atau *F ultimate* dan *deflection* yang dicatatkan dalam bentuk grafik.. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui variasi terbaik yang dapat diaplikasikan sehingga dapat memenuhi kriteria-kriteria sifat mekanik yang disyaratkan oleh rules Biro Klasifikasi Indonesia BKI. Kriteria-kriteria sifat mekanik tersebut antara lain kuat lentur (*bending strength*) dan modulus elastisitas kuat lentur (*modulus of bending*

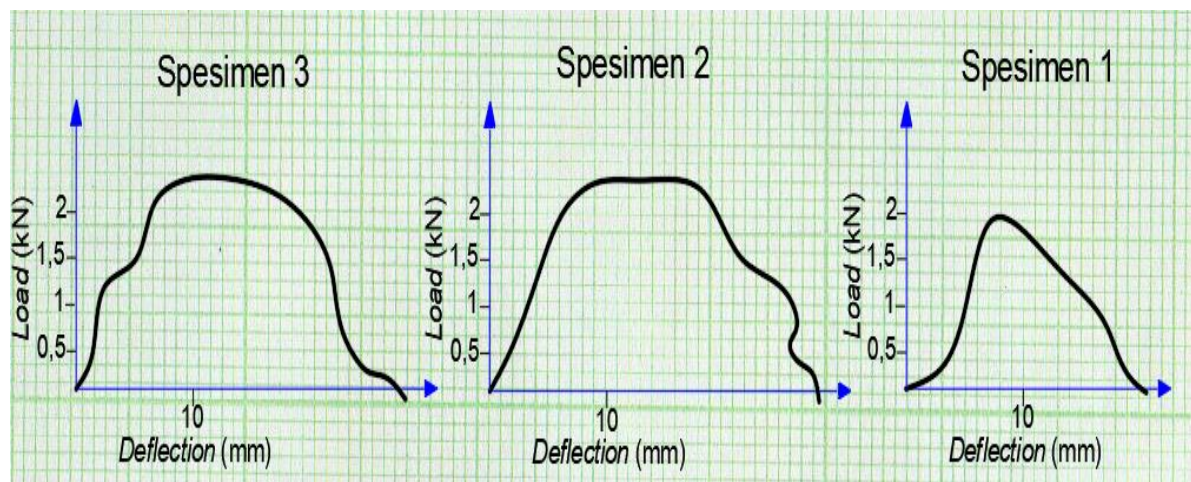
*elasticity*). Data-data hasil pengujian tekuk yang sebelumnya telah diperoleh adalah tegangan tekuk dan *deflection*.

#### 4.2.1. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen *Schedule* Laminasi Tipe A

Pada variasi pengujian *schedule* laminasi tipe A memiliki susunan konfigurasi atas 5 lapisan yang terdiri dari *chopped strand matt* (CSM), *chopped strand matt* (CSM), *woven roving* (WR), *chopped strand matt* (CSM), *chopped strand matt* (CSM). CSM dan WR berbahan dasar dari serat Ijuk.

##### 4.2.1.1. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.1 (4 CSM300 – 1 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.1, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 12 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.1. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe A.1 dapat terlihat pada Gambar 4.17, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



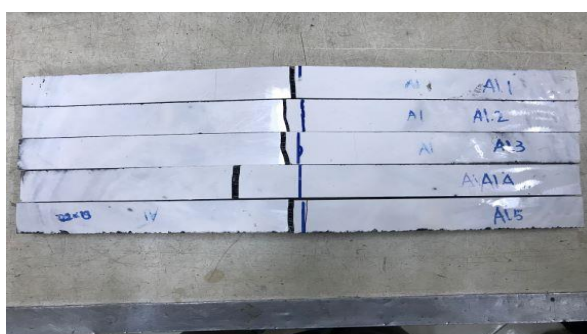
Gambar 4.17 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 4 CSM300 + 1 WR600

Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe A.1 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.9 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.9 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe A.1

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
A.1.1	230	30	12,06	361,8	2,4	6	23,122	189,764
A.1.2	230	30	12,04	361,2	2,6	9	16,782	206,262
A.1.3	230	30	12,08	362,4	2,6	7	21,364	204,898
A.1.4	230	30	12,01	360,3	2,6	8	19,022	207,293
A.1.5	230	30	12,11	363,3	2,3	7	18,759	180,359
Rata-rata							19,810	197,715

Nilai *load* tertinggi pada variasi A.1 yaitu 2,6 kN pada spesimen A.1.2, A.1.3 dan A.1.4 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 2,3 kN pada spesimen A.1.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 9 mm ditunjukkan pada spesimen A.1.2 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 6 mm ditunjukkan pada spesimen A.1.1. Berdasarkan Tabel 4.9, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.1 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 207,293 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 180,359 MPa. *Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 197,715 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.1 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 23,122 GPa dan nilai MOE terendah adalah 16,782 GPa. *modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 19,810 GPa. Gambar 4.18 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.1.

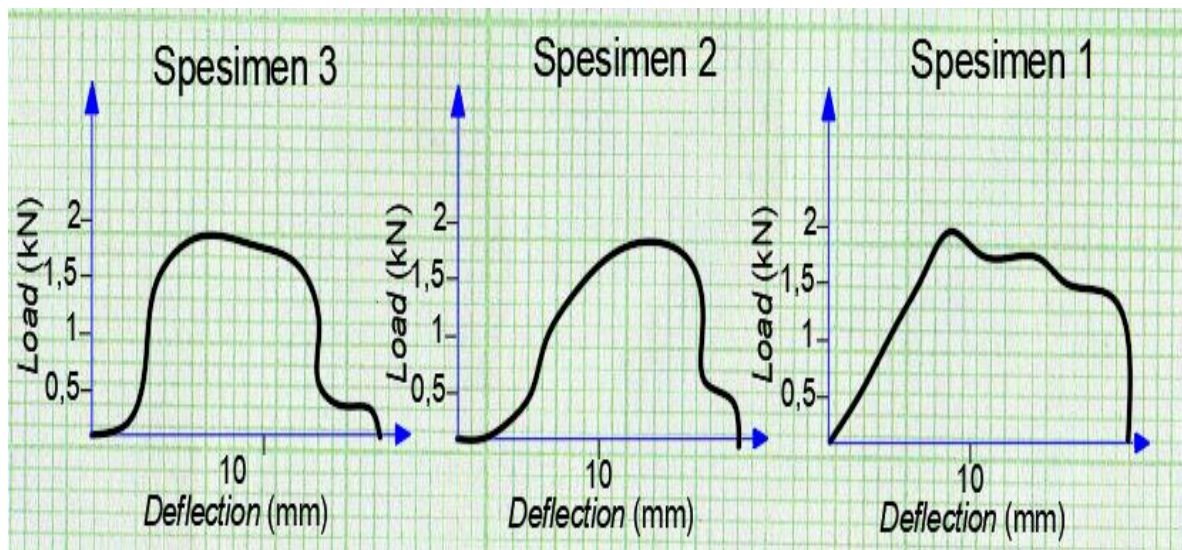


Gambar 4.18 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe A.1

#### 4.2.1.2. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.2 (4 CSM450 – 1 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.2, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped*

*strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 13 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.2. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe A.2 dapat terlihat pada Gambar 4.19, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.19 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 4 CSM450 + 1 WR600

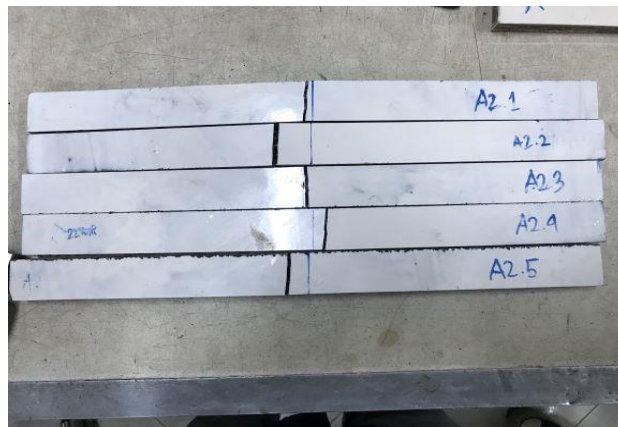
Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe A.2 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.10 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.10 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe A.2

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
A.2.1	235	19,07	13,02	248,291	1,9	10	14,646	207,176
A.2.2	235	19,05	13,08	249,174	1,9	8	18,075	205,495
A.2.3	235	19,02	13,11	249,352	1,9	10	14,384	204,879
A.2.4	235	19,18	13,09	251,062	1,7	9	14,246	182,339
A.2.5	235	19,08	13,05	248,994	1,7	8	16,259	184,420
Rata-rata							15,522	190,862

Nilai *load* tertinggi pada variasi A.2 yaitu 1,9 kN pada spesimen A.2.1, A.2.2, dan A.2.3 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 1,7 kN pada spesimen A.2.4 dan A.2.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 10 mm ditunjukkan pada spesimen A.2.1 dan A.2.3 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 8 mm ditunjukkan pada spesimen A.2.2 dan A.2.4. Berdasarkan Tabel 4.10, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.2 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 207,176 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 182,339 MPa.

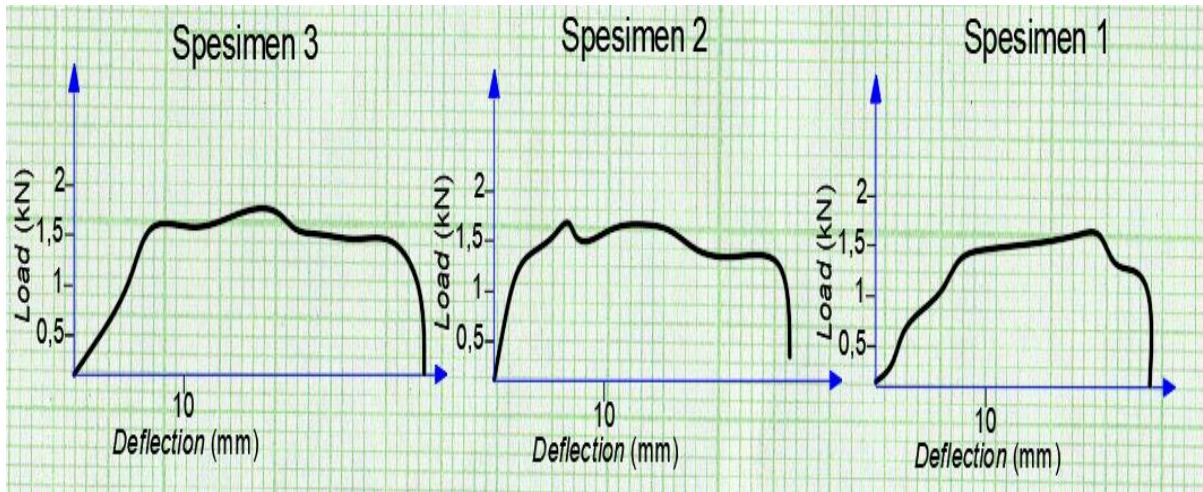
*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 196,862 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.2 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 15,654 GPa dan nilai MOE terendah adalah 12,337 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 13,443 GPa. Gambar 4.20 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.2.



Gambar 4.20 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe A.2

#### 4.2.1.3. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.3 (4 CSM450 – 1 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.3, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 14 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.3. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe A.3 dapat terlihat pada Gambar 4.21, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.21 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 4 CSM300 + 1 WR800

Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe A.3 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.11 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.11 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe A.3

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
A.3.1	240	19,18	14,06	269,670	1,7	9	12,245	161,411
A.3.2	240	19,02	14,04	267,040	1,7	10	11,161	163,233
A.3.3	240	19,08	14,08	268,646	1,8	9	12,978	171,313
A.3.4	240	19,08	14,01	267,310	1,8	10	11,856	173,030
A.3.5	240	19,18	14,02	268,903	1,6	8	13,077	152,784
Rata-rata							12,264	164,354

Nilai *load* tertinggi pada variasi A.3 yaitu 1,8 kN pada spesimen A.3.3 dan A.3.4 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 1,6 kN pada spesimen A.3.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 10 mm ditunjukkan pada spesimen A.3.2 dan A.3.4 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 8 mm ditunjukkan pada spesimen A.3.5. Berdasarkan Tabel 4.11, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.3 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 173,313 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 152,784 MPa.

*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 164,354 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.3



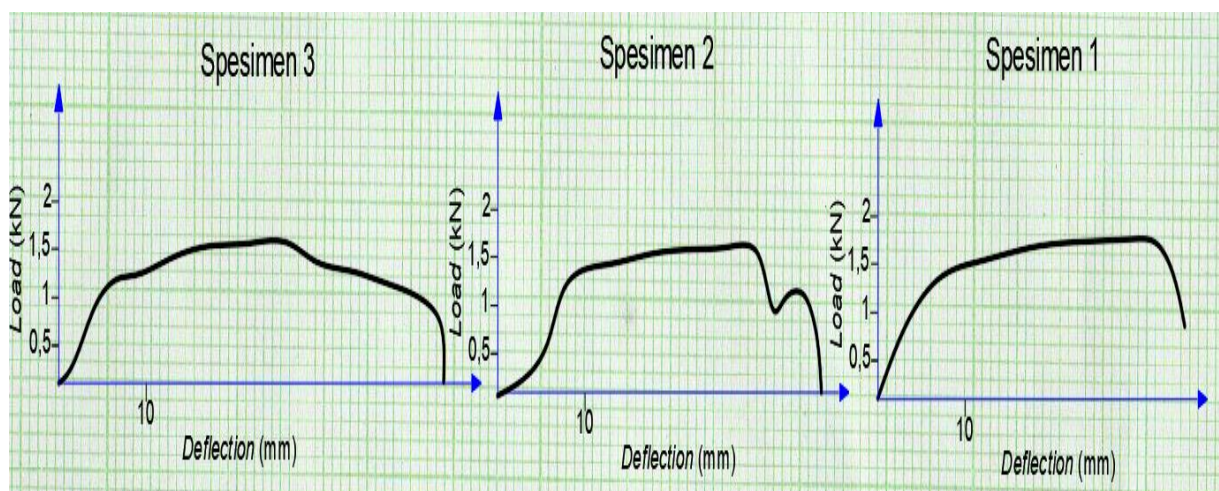
berdasarkan Tabel 5.22 variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 13,077 GPa dan nilai MOE terendah adalah 11,161 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 12,264 GPa . Gambar 4.22 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.3.



Gambar 4.22 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe A.3

#### 4.2.1.4. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe A.4 (4 CSM450 – 1 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe A.4, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 5 lapisan yaitu 4 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 1 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 15 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode A.4. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe A.4 dapat terlihat pada Gambar 4.23, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tarik pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.23 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 4 CSM450 + 1 WR800

Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe A.4 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.12 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.12 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe A.4

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
A.4.1	256	19,01	15,06	286,290	1,8	9	12,919	160,314
A.4.2	256	19,00	15,11	287,090	1,7	10	10,878	150,487
A.4.3	256	19,08	14,98	285,818	1,7	9	12,352	152,468
A.4.4	256	19,08	15,02	286,581	1,8	8	14,597	160,578
A.4.5	256	19,04	15,04	286,361	1,6	9	11,511	142,656
Rata-rata							12,452	153,300

Nilai *load* tertinggi pada variasi A.4 yaitu 1,8 kN pada spesimen A.4.1 dan A.4.4 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 1,6 kN pada spesimen A.4.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 10 mm ditunjukkan pada spesimen A.4.2 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 8 mm ditunjukkan pada spesimen A.4.4. Berdasarkan Tabel 4.12, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe A.4 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 160,578 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 142,656 MPa.

*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 153,300 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi A.4 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 14,597 GPa dan nilai MOE terendah adalah 10,878 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 12,452 GPa. Gambar 4.24 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe A.4.



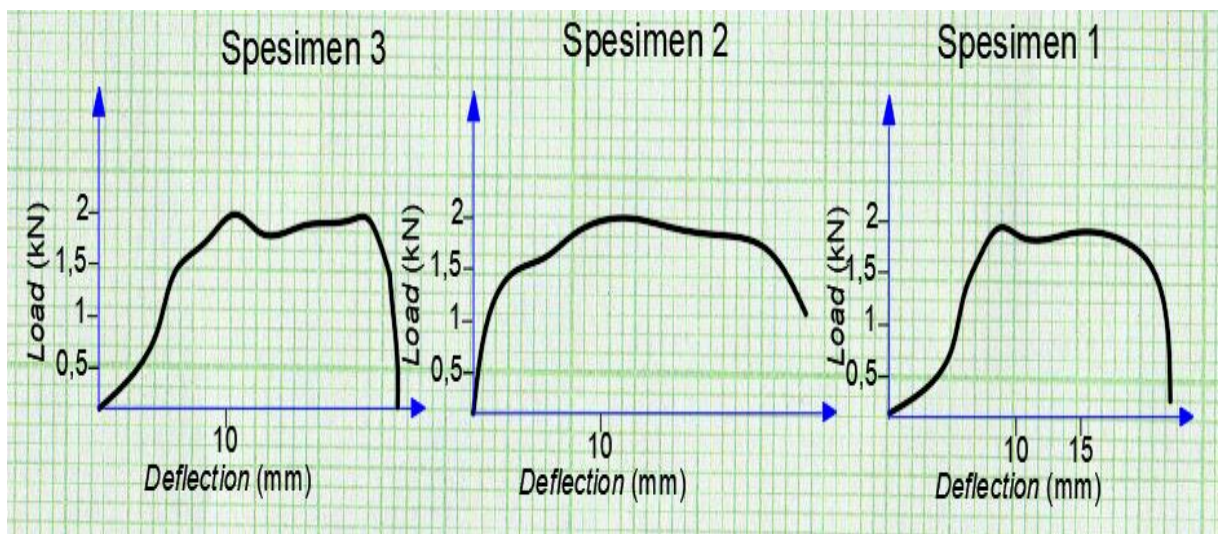
Gambar 4.24 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe A.4

#### 4.2.2. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen *Schedule* Laminasi Tipe B

Pada variasi pengujian *schedule* laminasi tipe B memiliki susunan konfigurasi atas 4 lapisan yang terdiri dari *chopped strand matt* (CSM), *woven roving* (WR), *woven roving* (WR), *chopped strand matt* (CSM). CSM dan WR berbahan dasar dari serat Ijuk.

##### 4.2.2.1. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.1 (2 CSM300 – 2 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.1, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 13 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.1. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe B.1 dapat terlihat pada Gambar 4.25, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tekuk pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.25 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 2 CSM300 + 2 WR600

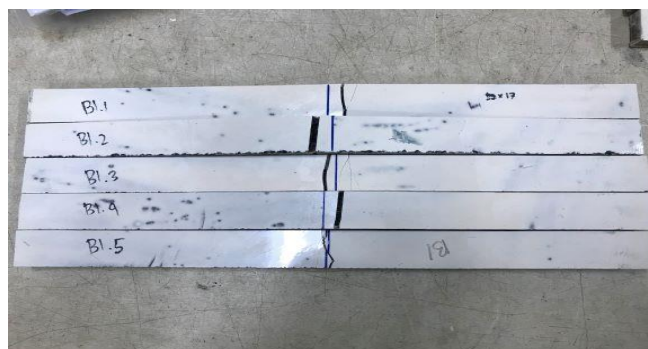
Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe B.1 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.13 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.13 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe B.1

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
B.1.1	224	19,04	13,04	248,281	2	11	12,101	207,562
B.1.2	224	19,10	13,15	251,165	2	7	18,484	203,463
B.1.3	224	19,09	13,08	249,697	2	9	14,616	205,754
B.1.4	224	19,04	13,20	251,328	1,9	9	13,546	192,432
B.1.5	224	19,16	13,04	249,846	1,9	10	12,566	195,949
Rata-rata							14,263	201,032

Nilai *load* tertinggi pada variasi B.1 yaitu 2 kN pada spesimen B.1.1, B.1.2, dan B.1.3 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 1,9 kN pada spesimen B.1.4 dan B.1.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 11 mm ditunjukkan pada spesimen B.1.1 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 7 mm ditunjukkan pada spesimen B.1.2. Berdasarkan Tabel 4.13, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.1 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 207,562 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 192,432 MPa.

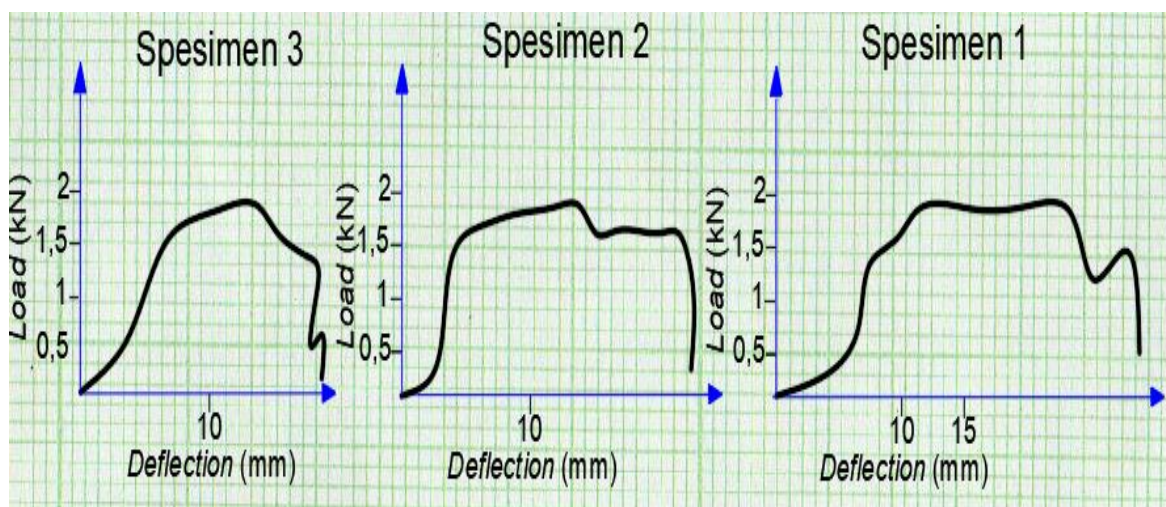
*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 201,032 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.1 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 18,484 GPa dan nilai MOE terendah adalah 12,101 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 14,263 GPa. Gambar 4.26 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.1.



Gambar 4.26 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe B.1

#### 4.2.2.2. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.2 (2 CSM450 - 2 WR600)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.2, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 600 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 14 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.2. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe B.2 dapat terlihat pada Gambar 4.27, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tekuk pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.27 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 2 CSM450 + 2 WR600

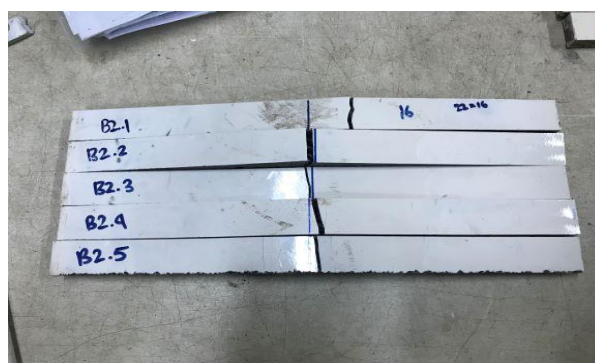
Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe B.2 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.14 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.14 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe B.2

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
B.2.1	240	19,05	14,10	268,605	1,8	14	8,321	171,097
B.2.2	240	19,02	14,04	267,040	1,8	6	19,696	172,834
B.2.3	240	19,06	14,09	268,555	1,8	7	16,668	171,250
B.2.4	240	19,13	14,08	269,350	1,8	9	12,944	170,866
B.2.5	240	19,20	14,14	271,488	1,7	7	15,462	159,423
Rata-rata							14,618	169,094

Nilai *load* tertinggi pada variasi B.2 yaitu 1,8 kN pada spesimen B.2.1, B.2.2, B.2.3, dan B.2.4 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 1,7 kN pada spesimen B.2.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 14 mm ditunjukkan pada spesimen B.2.1 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 6 mm ditunjukkan pada spesimen B.2.2. Berdasarkan Tabel 4.14, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.2 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 172,834 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 159,423 MPa.

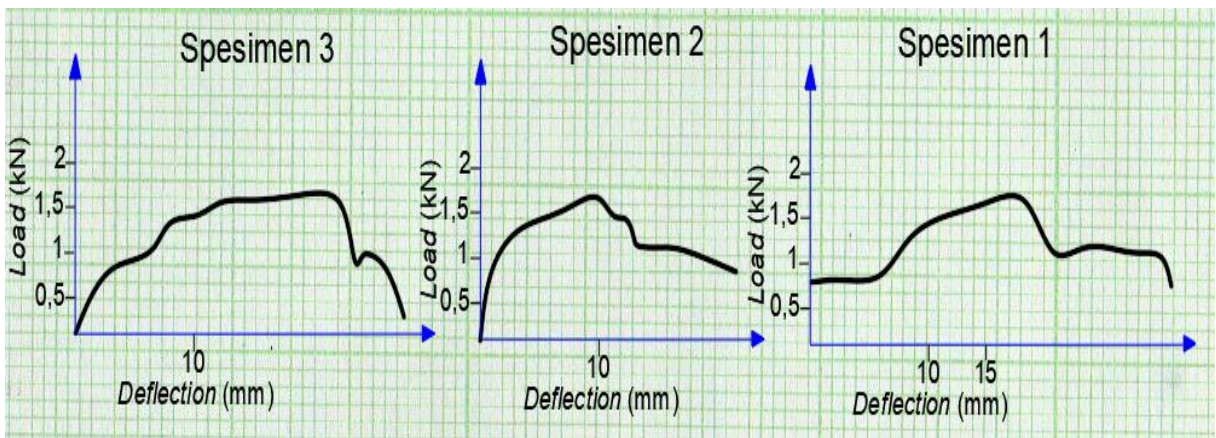
*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 169,094 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.2 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 19,696 GPa dan nilai MOE terendah adalah 8,321 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 14,618 GPa. Gambar 4.28 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.2.



Gambar 4.28 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe B.2

#### 4.2.2.3. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.3 (2 CSM300 – 2 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.3, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 300 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 15 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.3. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe B.3 dapat terlihat pada Gambar 4.29, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tekuk pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.



Gambar 4.29 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 2 CSM300 + 2 WR800

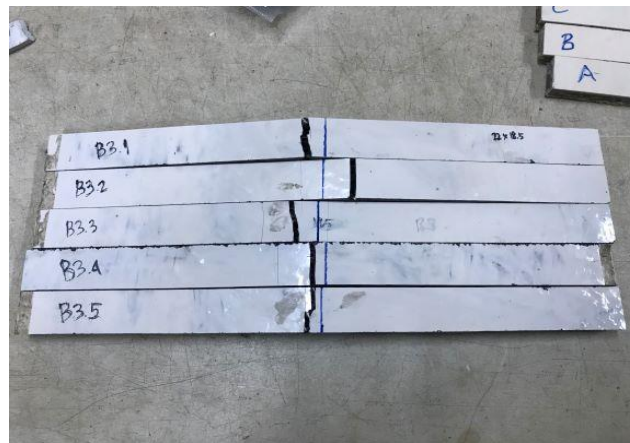
Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe B.3 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.15 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.15 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe B.3

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
B.3.1	256	19,08	15,05	287,154	1,8	11	10,552	159,938
B.3.2	256	19,00	15,07	286,330	1,7	9	12,184	151,286
B.3.3	256	19,15	15,04	288,016	1,7	9	12,161	150,701
B.3.4	256	19,12	15,19	290,432	1,7	9	11,822	147,971
B.3.5	256	19,07	15,11	288,147	1,8	11	10,433	158,754
Rata-rata							11,430	153,730

Nilai *load* tertinggi pada variasi B.3 yaitu 1,8 kN pada spesimen B.3.1 dan B.3.5 sedangkan untuk nilai terendah yaitu 1,7 kN pada spesimen B.3.2, B.3.3, dan B.3.4. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 11 mm ditunjukkan pada spesimen B.3.1 dan B.3.5 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 9 mm ditunjukkan pada spesimen B.3.2, B.3.3, dan B.3.4. Berdasarkan Tabel 4.15, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.3 memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 159,938 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 147,971 MPa.

*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 153,730 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.3 berdasarkan tabel variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 12,184 GPa dan nilai MOE terendah adalah 10,433 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 11,430 GPa. Gambar 4.30 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.3.

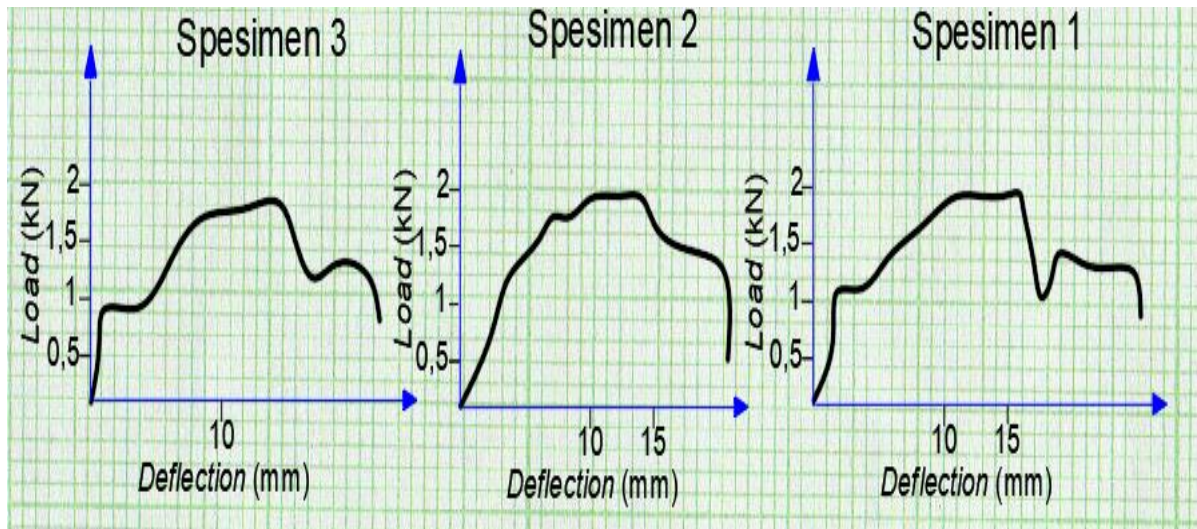


Gambar 4.30 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe B.3

#### 4.2.2.4. Variasi *Schedule* Laminasi Tipe B.4 (2 CSM450 – 2 WR800)

Variasi *schedule* laminasi tipe B.4, pada variasi ini memiliki konfigurasi laminasi *Organic fibergalss reinforce plastic* (OFRP) yang tersusun dari 4 lapisan yaitu 2 lapis *chopped strand matt* 450 (CSM) berbahan serat Ijuk dan 2 lapis *woven roving* 800 (WR) berbahan serat Ijuk. Laminasi ini memiliki tebal awal 16 mm, spesimen untuk variasi *schedule* laminasi ini di beri kode B.4. Hasil pengujian tekuk pada spesimen laminasi tipe B.4 dapat terlihat pada Gambar 4.31, setiap grafik menunjukkan nilai *load* dengan satuan kilo *newton* (kN) dan *deflection* dengan satuan milimeter (mm), dimana sumbu y menunjukkan *load* dan sumbu x menunjukkan *deflection*. Pengujian tekuk pada spesimen-spesimen ini memakai pembebanan dengan skala 40.





Gambar 4.31 Grafik *load* dan *deflection* variasi *schedule* laminasi 2 CSM450 + 2 WR800

Dari kelima grafik *load* dan *deflection* pada variasi tipe B.4 ini, didapatkan rekapitulasi nilai dari *load* dan *deflection* untuk setiap spesimen yang telah di uji. Rekapitulasi tersebut dapat terlihat pada Tabel 4.16 yang menunjukkan kode tiap spesimen serta panjang, tebal, *cross sectional area* (CSA) dan nilai *load-deflection* dari tiap spesimen yang telah dilakukan pengujian tekuk.

Tabel 4.16 Hasil rekapitulasi pengujian tekuk *schedule* laminasi tipe B.4

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation	
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)	(MPa)
B.4.1	272	19,08	16,05	322,004	2	12	10,629	166,020
B.4.2	272	19,02	16,00	320,325	2	11	11,741	167,587
B.4.3	272	19,11	16,10	323,771	1,9	8	14,982	156,495
B.4.4	272	19,00	16,09	321,834	1,9	9	13,419	157,597
B.4.5	272	19,06	16,12	323,367	1,8	10	11,342	148,279
Rata-rata							12,423	159,196

Nilai *load* tertinggi pada variasi B.4 yaitu 2 kN pada spesimen B.4.1 dan B.4.2 untuk nilai terendah yaitu 1,8 kN pada spesimen B.4.5. Nilai *deflection* tertinggi yaitu 12 mm ditunjukkan pada spesimen B.4.1 sedangkan nilai *elongation* terendah yaitu 8 mm ditunjukkan pada spesimen B.4.3. Berdasarkan Tabel 4.16, setelah mendapatkan hasil dari pengujian tekuk laminasi kapal OFRP yang berbahan serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi tipe B.4

memiliki nilai tertinggi *bending Strength* adalah 166,020 MPa dan nilai *bending Strength* terendah adalah 148,279 MPa.

*Bending Strength* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 159,196 MPa. Sedangkan kekuatan elastisitas dari material laminasi B.4 berdasarkan tebal variasi ini terlihat hasil perhitungan *modulus of bending elasticity*, memiliki nilai tertinggi MOE adalah 14,982 GPa dan nilai MOE terendah adalah 10,629 GPa. *Modulus of bending elasticity* untuk variasi ini memiliki rata-rata yang memenuhi standar kelas BKI yaitu sebesar 12,423 GPa. Gambar 4.32 menunjukkan dokumentasi pengujian tarik *schedule* laminasi konfigurasi tipe B.4.



Gambar 4.32 Dokumentasi spesimen tekuk variasi *schedule* laminasi tipe B.4

## BAB 5

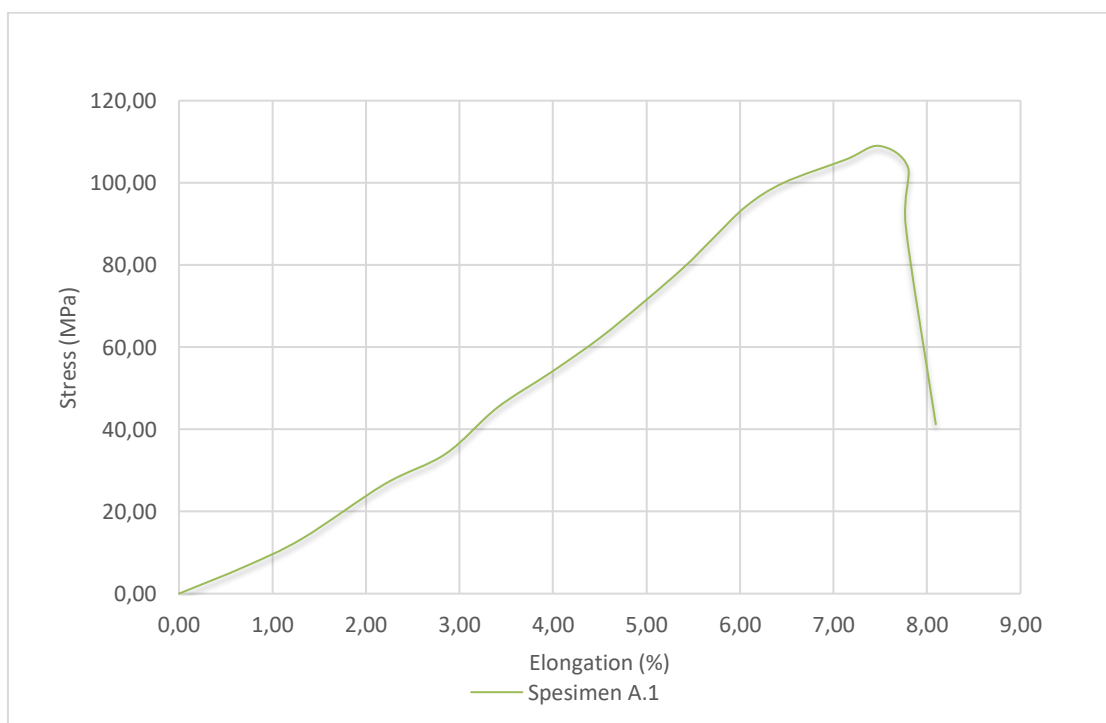
### ANALISIS TEKNIS *SCHEDULE* LAMINASI SERAT IJUK

#### 5.1. Umum

Pada bab ini akan dilakukan beberapa analisa teknis terkait sifat mekanik hasil pengujian dan analisa teknis dari 8 variasi *schedule* laminasi komposit berpenguat serat Ijuk. Kemudian dari data yang telah di dapat akan di bandingkan dengan data FRP pada umumnya dari segi pengaruh kekuatan komposit berserat Ijuk terhadap komposit berserat kaca (*fiberglass*), lalu pengaruh ketebalan komposit berserat Ijuk terhadap komposit berserat kaca (*fiberglass*) dan ekonomis biaya komposit berserat Ijuk terhadap komposit berserat kaca (*fiberglass*). Menganalisa pengaruh perubahan *Chopped Strand mat* terhadap *Woven roving* terhadap variasi *schedule* laminasi dari data hasil penelitian ini.

#### 5.2. Grafik Hasil Pengujian Tarik *Schedule* Laminasi

Grafik analisa teknis dari hasil perhitungan pengujian tarik di peroleh data kemudian di dapatkan rata-rata *tensile strength* dan *modulus of tensile elasticity* dari semua tipe *schedule* laminasi yaitu tipe A.1,A.2,A.3,A.4,B.1,B.2,B.3,B.4. Grafik *stress strain* dari hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 5.1.

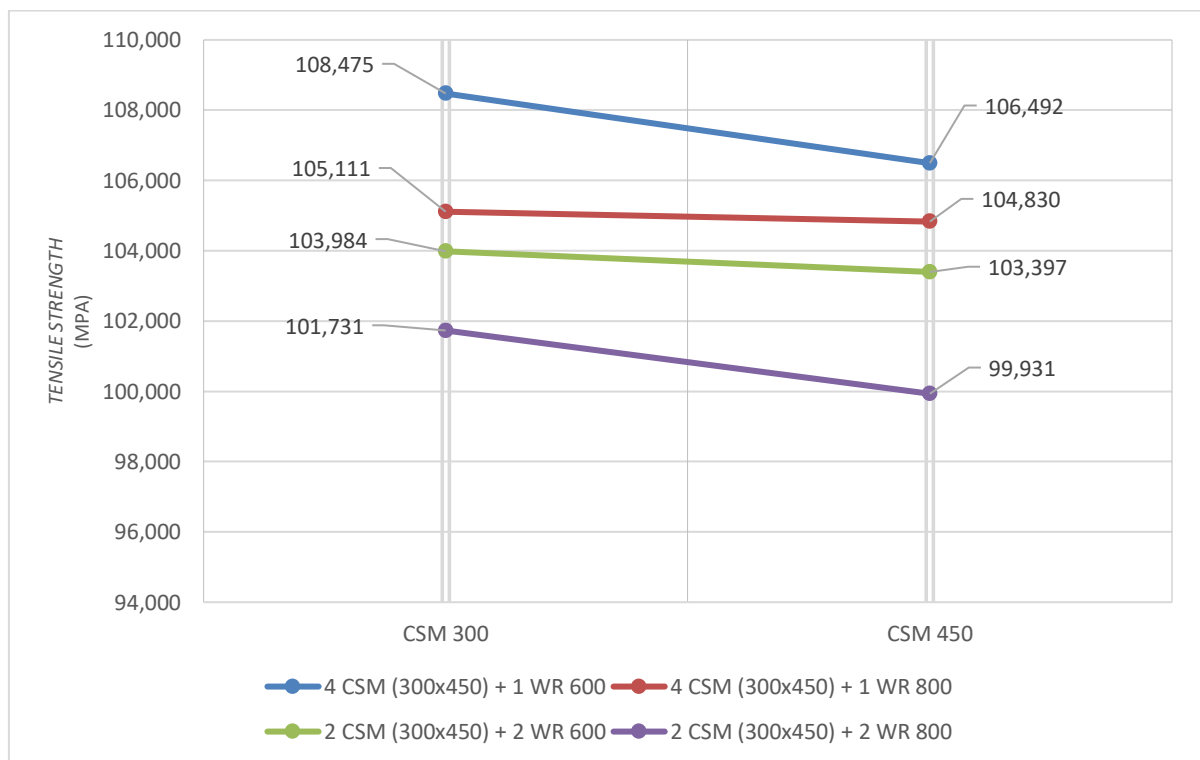


Gambar 5.1 Grafik *stress strain* pada *schedule* laminasi A.1 (4 CSM300-1 WR600)

Berdasarkan yang terlihat pada Gambar 5.1, dasarnya *stress* yaitu tegangan dari hasil pengujian tarik dan *strain* yaitu titik atau panjang regangan spesimen uji. Grafik *stress strain* dari variasi *schedule* laminasi tipe A.1 dalam grafik menunjukkan ketika tegangan (*stress*) mencapai 113,403 MPa spesimen uji mengalami *crack* atau putus, lalu *elongation* (*strain*) mengindikasikan seberapa besar regangan yang didapat pada saat *crack* terjadi. Pada grafik *schedule* laminasi mengalami regangan sebesar 8,2% dari spesimen di uji hingga *crack*.

### 5.2.1. Grafik Tensile Strength

Hasil perhitungan rata-rata nilai *tensile strength* dari semua variasi *schedule* laminasi dapat dilihat pada Gambar 5.2.

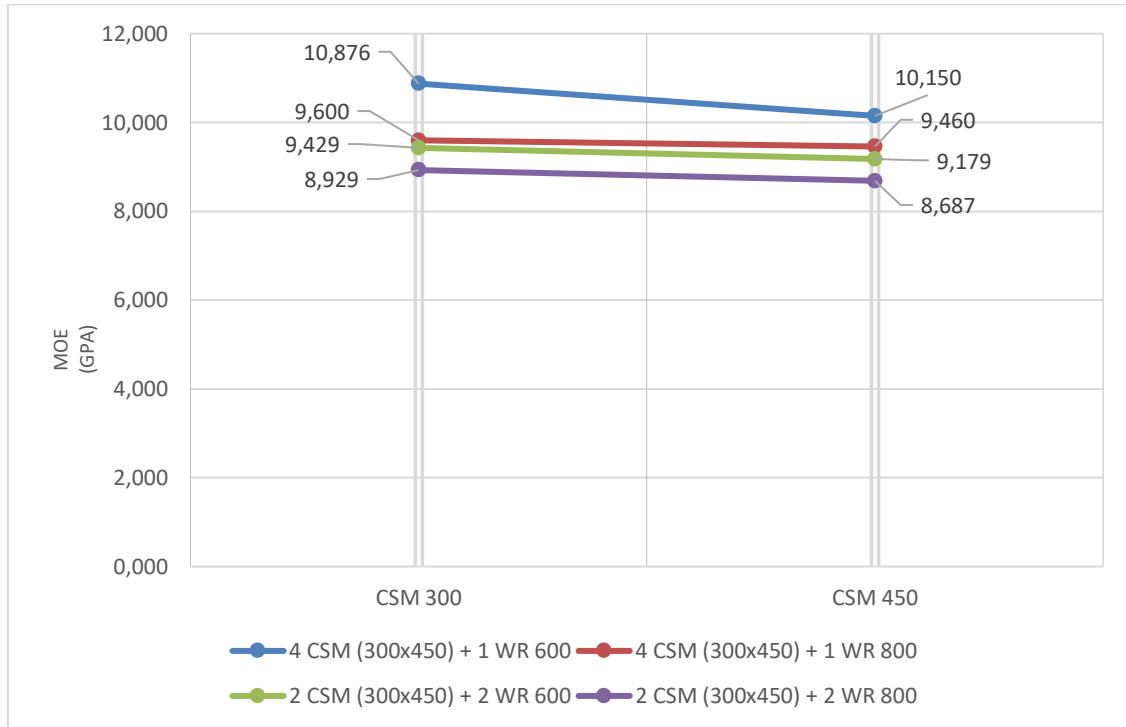


Gambar 5.2 Grafik rata-rata *tensile strength* terhadap *schedule* laminasi komposit serat Ijuk

Rata-rata nilai *tensile strength* tertinggi terdapat pada OFRP serat Ijuk variasi *schedule* laminasi tipe A.1 dengan nilai rata-rata 108,475 MPa variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan 12 mm. Sedangkan untuk nilai *tensile strength* terendah terdapat pada laminasi OFRP serat Ijuk *schedule* laminasi tipe B.4 dengan nilai rata-rata 99,931 MPa variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 450 dan 2 lapis *woven roving* 800 dengan ketebalan 16 mm. Berdasarkan data dari hasil analisa pengujian tarik yang telah dilakukan dapat disimpulkan kekuatan tarik dari semua variasi *schedule* laminasi berkuat serat Ijuk memenuhi standart kelas menurut *rules* Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan minimal nilai *tensile strength* sebesar 98 N/mm<sup>2</sup>.

### 5.2.2. Grafik Modulus Of Tensile Strength

Hasil perhitungan rata-rata nilai *modulus of tensile elasticity* dari semua variasi *schedule* laminasi dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik rata-rata *modulus of tensile elasticity* terhadap *schedule* laminasi komposit serat Ijuk

Rata-rata nilai *modulus of tensile elasticity* tertinggi terdapat pada OFRP serat Ijuk variasi *schedule* laminasi tipe A.1 dengan nilai rata-rata 10,876 GPa variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan 12 mm. Sedangkan untuk nilai *modulus of tensile elasticity* terendah terdapat pada laminasi OFRP serat Ijuk *schedule* laminasi tipe B.4 dengan nilai rata-rata 8,687 GPa variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 450 dan 2 lapis *woven roving* 800 dengan ketebalan 16 mm. Berdasarkan data dari hasil analisa pengujian tarik yang telah dilakukan dapat di simpulkan kekuatan tarik dari semua variasi *schedule* laminasi berpenguat serat Ijuk memenuhi standart kelas menurut *rules* Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan minimal nilai *modulus of tensile elasticity* sebesar 6,86 N/mm<sup>2</sup>.

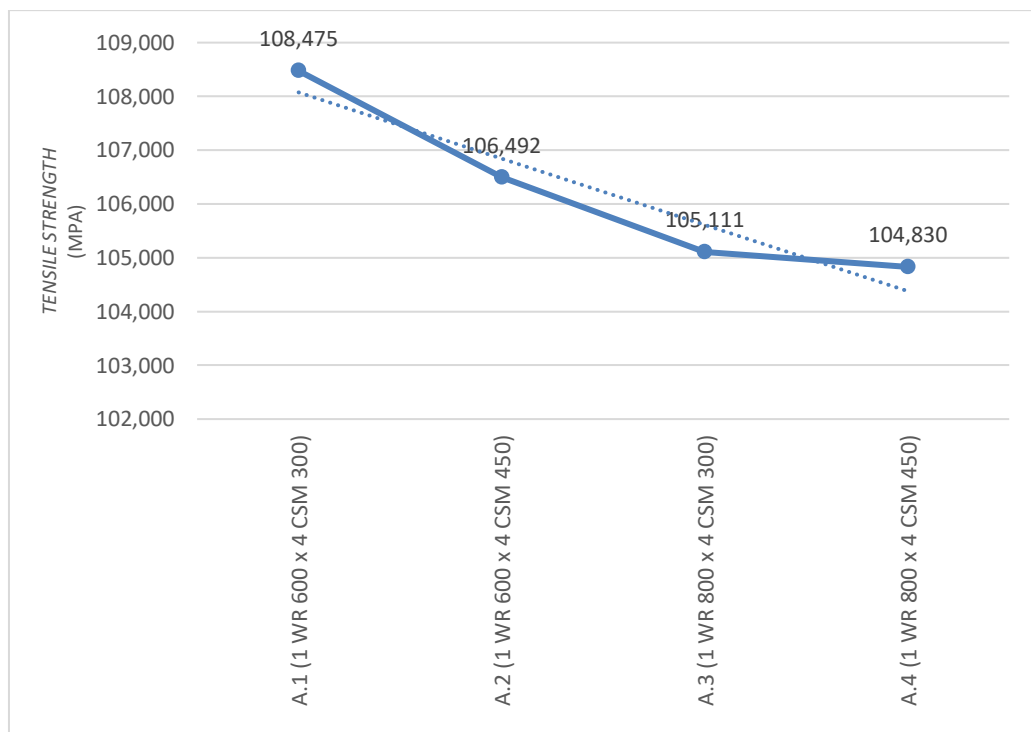
### 5.3. Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap Kekuatan Tarik Komposit

Penelitian ini meneliti pengaruh perubahan *schedule* laminasi komposit serat Ijuk sebagai *core* material dengan kekuatan tarik. Komposit mengalami perubahan kekuatan berdasarkan banyaknya susunan lapisan *Chopped Strand Matt* terhadap *Woven roving* maupun

sebaliknya. Rata-rata *tensile strength* dan rata-rata *modulus of tensile strength* menjadi pengukur pada pengaruh *schedule* laminasi terhadap kekuatan tarik komposit.

### 5.3.1. Analisa Kekuatan *Tensile Strength Schedule* Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450

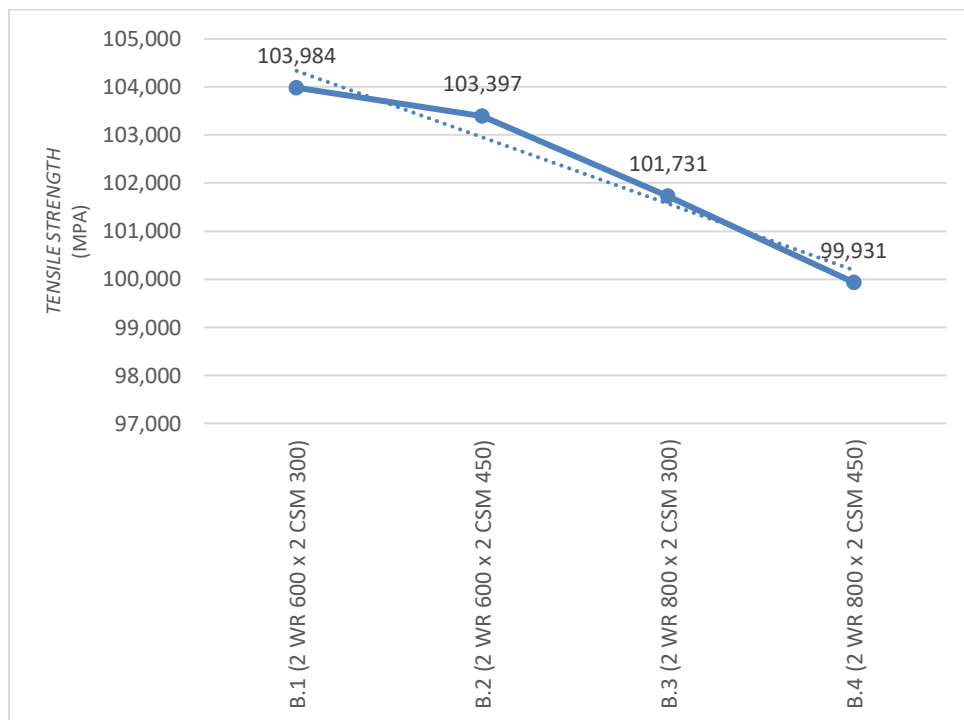
Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 5 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *tensile strength* dari konfigurasi laminasi tipe A, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe A.1, A.2, A.3, dan A.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.4 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe A.1 sampai *schedule* laminasi tipe A.4. Laminasi tipe A.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *tensile strength* terbaik pada laminasi yang memakai 5 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 12 mm. Analisa kekuatan tarik dari *schedule* laminasi dengan 80% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *tensile strength* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *tensile strength* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kuat tarik material.



Gambar 5.4 Grafik rata-rata *Tensile Strength schedule* laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan

### 5.3.2. Analisa Kekuatan *Tensile Strength Schedule* laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450

Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 4 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *tensile strength* dari konfigurasi laminasi tipe B, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe B.1, B.2, B.3, dan B.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.5 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe B.1 sampai *schedule* laminasi tipe B.4. Laminasi tipe B.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *tensile strength* terbaik pada laminasi yang memakai 4 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 300 dan 2 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 13 mm. Analisa kekuatan tarik dari *schedule* laminasi dengan 50% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *tensile strength* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *tensile strength* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kuat tarik material.

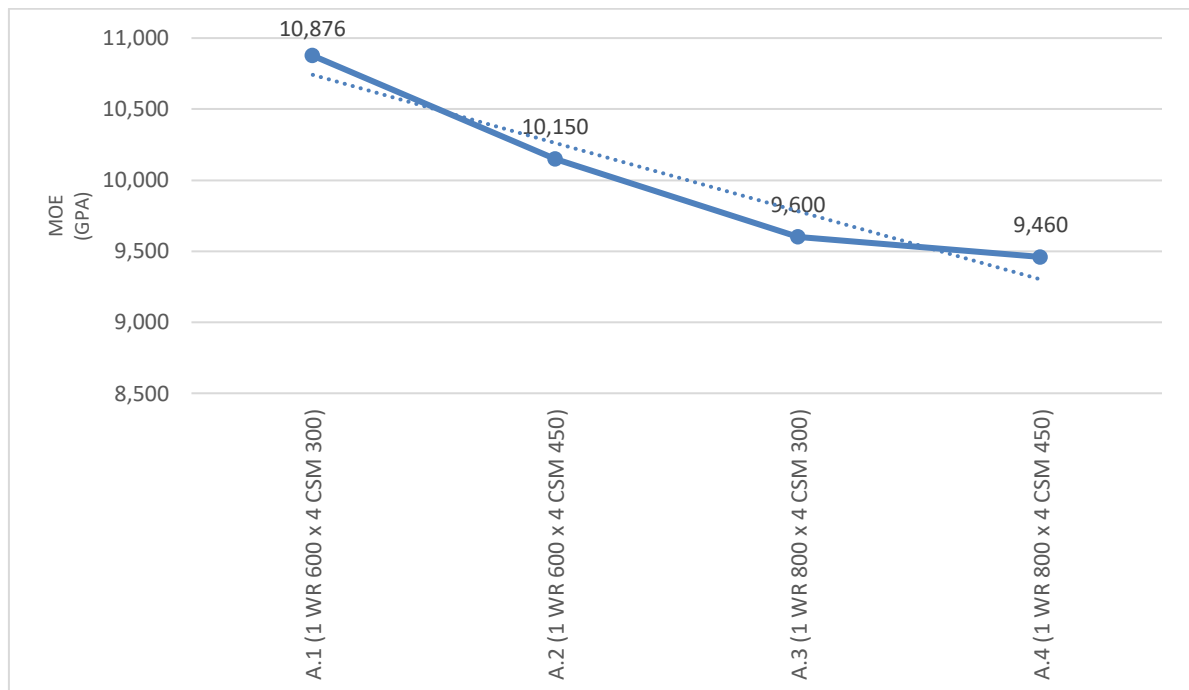


Gambar 5.5 Grafik rata-rata *Tensile Strength schedule* laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan

### 5.3.3. Analisa Kekuatan *Modulus Of Tensile Elasticity Schedule* Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450

Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 5 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *modulus of tensile elasticity* dari konfigurasi laminasi tipe A, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe A.1, A.2, A.3, dan A.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.6 dapat

dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe A.1 sampai *schedule* laminasi tipe A.4. Laminasi tipe A.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *modulus of tensile elasticity* terbaik pada laminasi yang memakai 5 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 12 mm. Analisa kelenturan tarik dari *schedule* laminasi dengan 80% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *modulus of tensile elasticity* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *modulus of tensile elasticity* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kelenturan material.



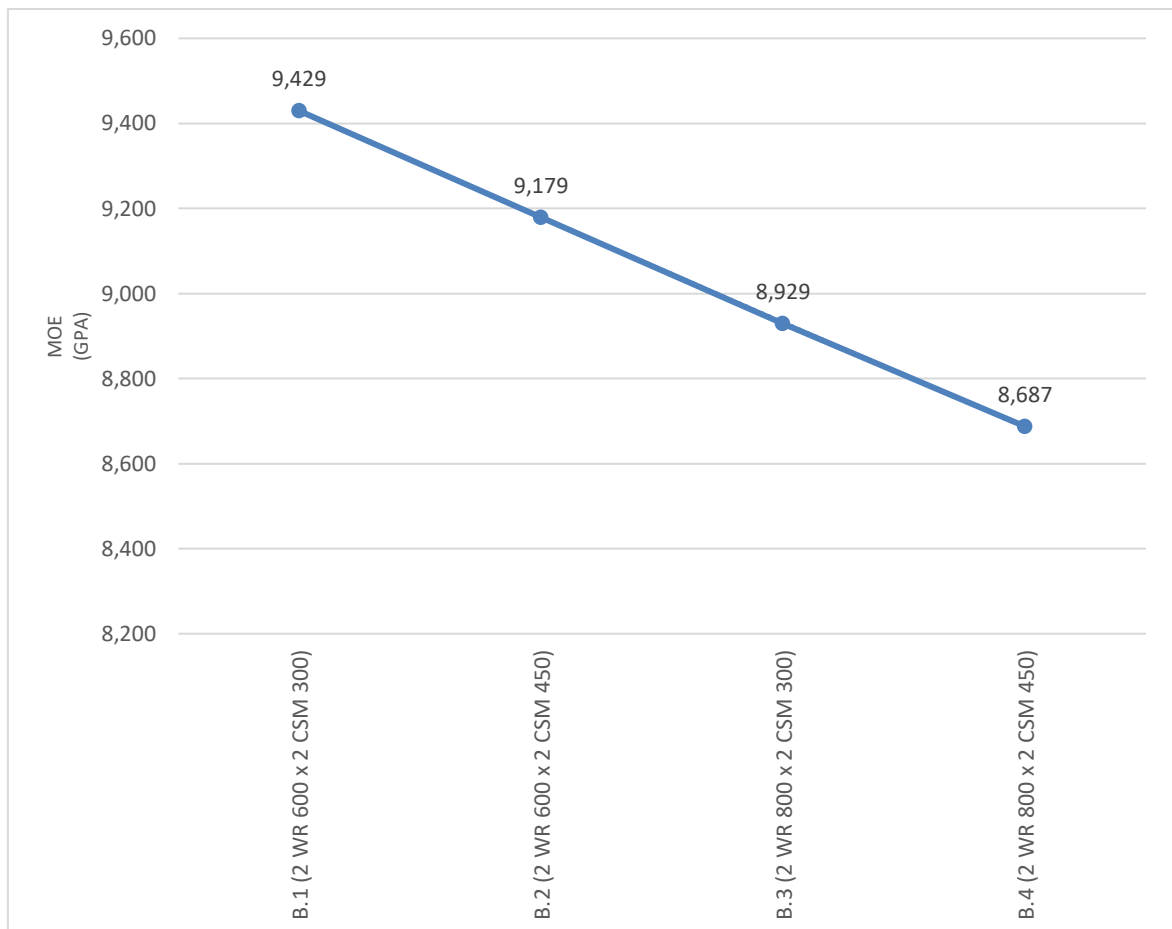
Gambar 5.6 Grafik rata-rata *Modulus Of Tensile Elasticity* *schedule* laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan

#### 5.3.4. Analisa Kekuatan *Modulus Of Tensile Elasticity* *Schedule* Laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450

Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 4 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *modulus of tensile elasticity* dari konfigurasi laminasi tipe B, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe B.1, B.2, B.3, dan B.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.7 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe B.1 sampai *schedule* laminasi tipe B.4. Laminasi tipe B.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *modulus of tensile elasticity* terbaik pada laminasi yang memakai 4 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 300 dan 2 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 13 mm. Analisa



kelenturan tarik dari *schedule* laminasi dengan 50% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *modulus of tensile elasticity material*. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *modulus of tensile elasticity material*, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kelenturan material.



Gambar 5.7 Grafik rata-rata *Modulus Of Tensile Elasticity schedule* laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan

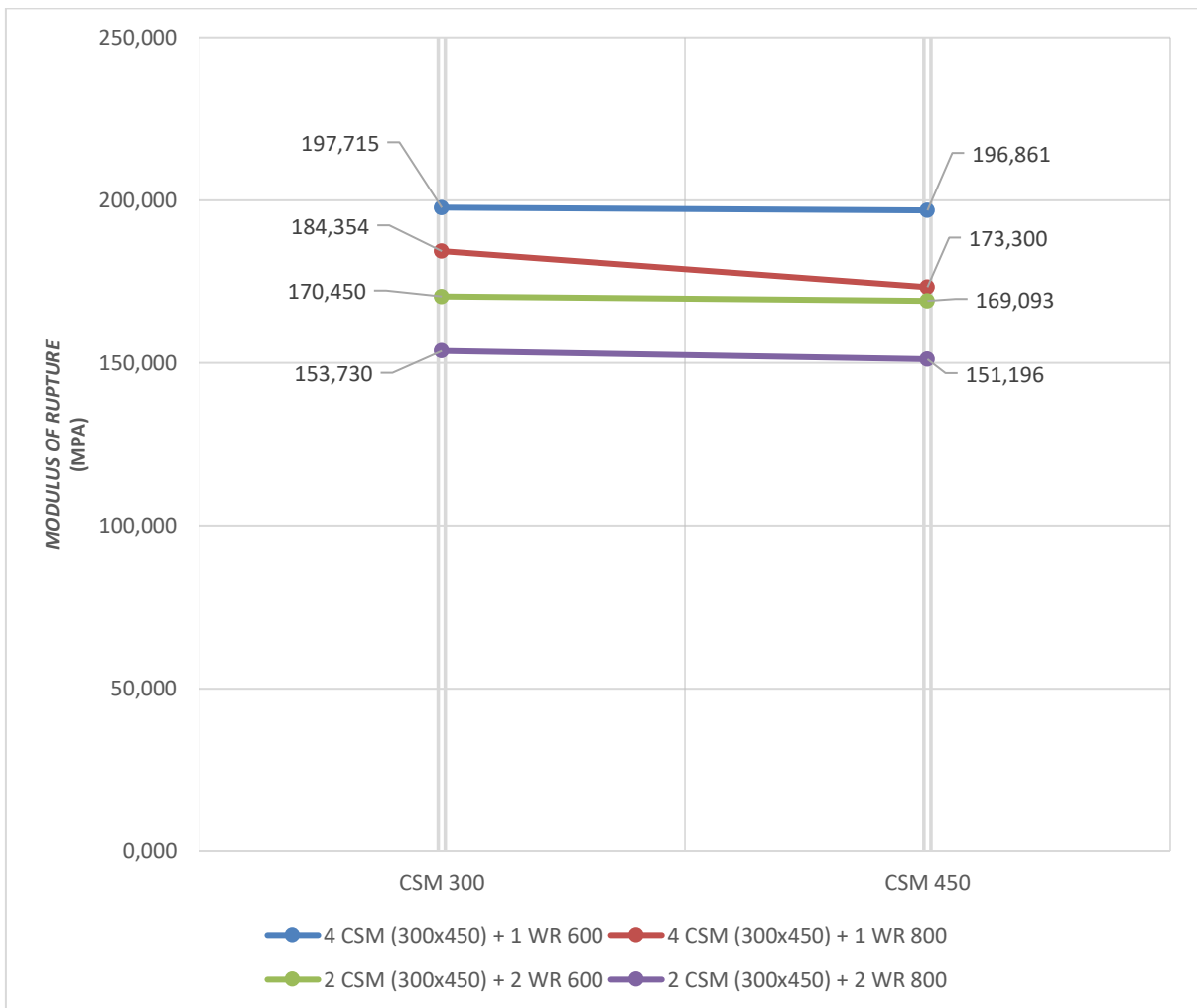
#### 5.4. Grafik Hasil Pengujian Tekuk *Schedule* Laminasi

Grafik analisa teknis dari hasil perhitungan pengujian tekuk di peroleh data kemudian di dapatkan rata-rata *bending strength* dan *modulus of bending elasticity* dari semua tipe *schedule* laminasi yaitu tipe A.1,A.2,A.3,A.4,B.1,B.2,B.3,B.4.

##### 5.4.1. Grafik *Bending Stength*

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata nilai *bending strength* dari semua variasi *schedule* laminasi dapat dilihat pada Gambar 5.8. Rata-rata nilai *bending strength* tertinggi terdapat pada laminasi OFRP serat Ijuk variasi *schedule* laminasi tipe A.1 dengan nilai rata-rata

197,715 MPa variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan 12 mm. Sedangkan untuk nilai *bending strength* terendah terdapat pada laminasi OFRP serat Ijuk *schedule* laminasi tipe B.4 dengan nilai rata-rata 151,196 MPa variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 450 dan 2 lapis *woven roving* 800 dengan ketebalan 16 mm. Berdasarkan data dari hasil analisa pengujian tekuk yang telah dilakukan dapat di simpulkan kekuatan tekuk dari semua variasi *schedule* laminasi berpenguat serat Ijuk memenuhi standart kelas menurut *rules* Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan minimal nilai *bending strength* sebesar 150 N/mm<sup>2</sup>.

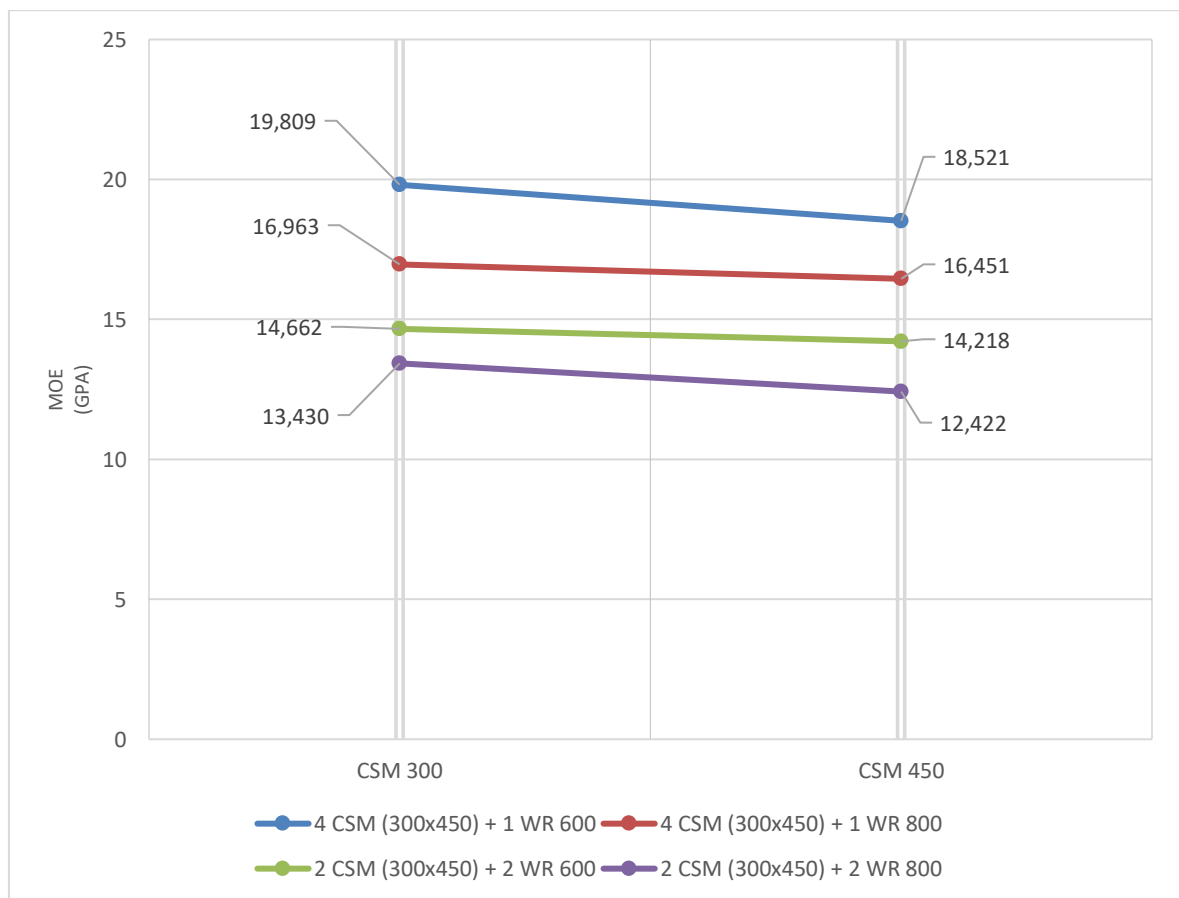


Gambar 5.8 Grafik rata-rata *bending strength* terhadap *schedule* laminasi komposit serat Ijuk

#### 5.4.2. Grafik Modulus Of Bending Elasticity

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata nilai *modulus of bending elasticity* dari semua variasi *schedule* laminasi dapat dilihat pada Gambar 5.9. Rata-rata nilai *modulus of bending elasticity* tertinggi terdapat pada laminasi OFRP serat Ijuk variasi *schedule* laminasi tipe A.1 dengan nilai rata-rata 19,809 GPa variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis

woven roving 600 dengan ketebalan 12 mm. Sedangkan untuk nilai *modulus of bending elasticity* terendah terdapat pada laminasi OFRP serat Ijuk *schedule* laminasi tipe B.4 dengan nilai rata-rata 12,422 GPa variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 450 dan 2 lapis *woven roving* 800 dengan ketebalan 16 mm. Berdasarkan data dari hasil analisa pengujian tekuk yang telah dilakukan dapat di simpulkan kekuatan tekuk dari semua variasi *schedule* laminasi berpenguat serat Ijuk memenuhi standart kelas menurut *rules* Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dengan minimal nilai *modulus of bending elasticity* sebesar 6,86 N/mm<sup>2</sup>.



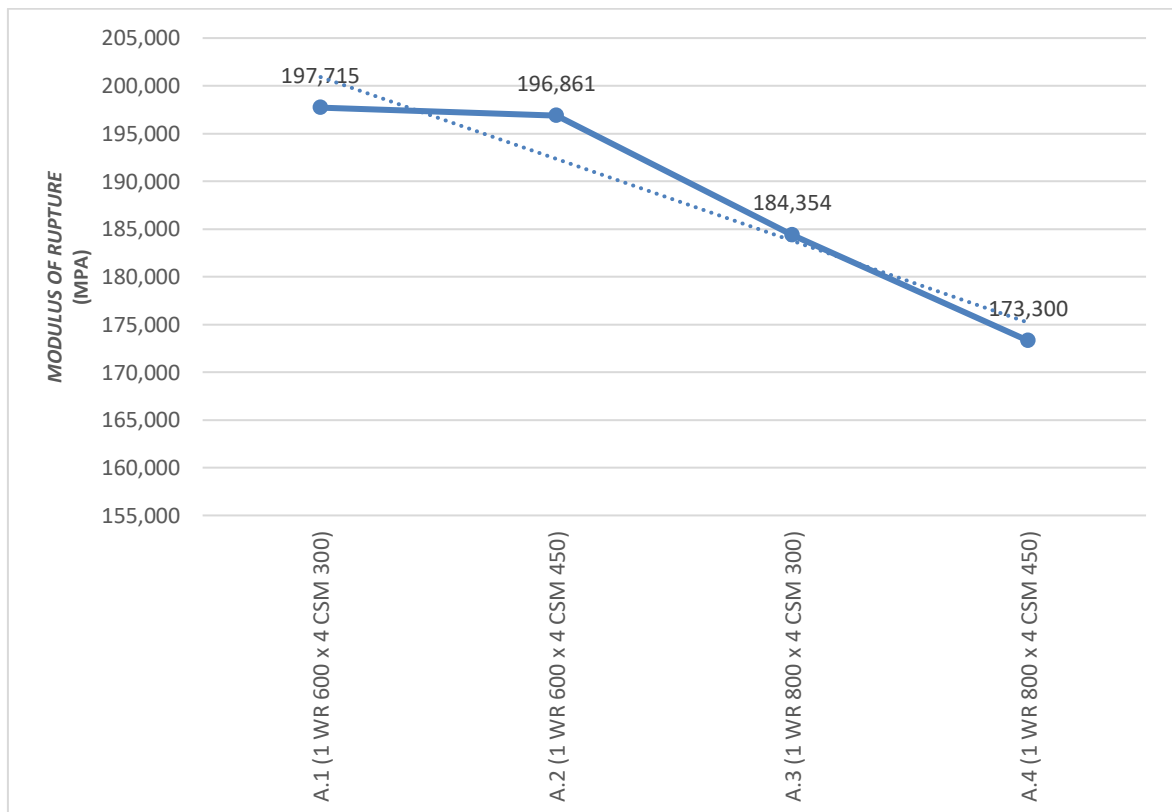
Gambar 5.9 Grafik rata-rata *modulus of bending elasticity* terhadap *schedule* laminasi komposit serat Ijuk

### 5.5. Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap Kekuatan Komposit

Penelitian ini meneliti pengaruh perubahan *schedule* laminasi komposit serat Ijuk sebagai *core* material dengan kekuatan tekuk. Komposit mengalami perubahan kekuatan berdasarkan banyaknya susunan lapisan *Chopped Strand Mat* terhadap *Woven roving* maupun sebaliknya. Rata-rata *bending strength* dan rata-rata *modulus of bending strength* menjadi pengukur pada pengaruh *schedule* laminasi terhadap kekuatan tekuk komposit.

### 5.5.1. Analisa Kekuatan *Bending Strength Schedule* Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450

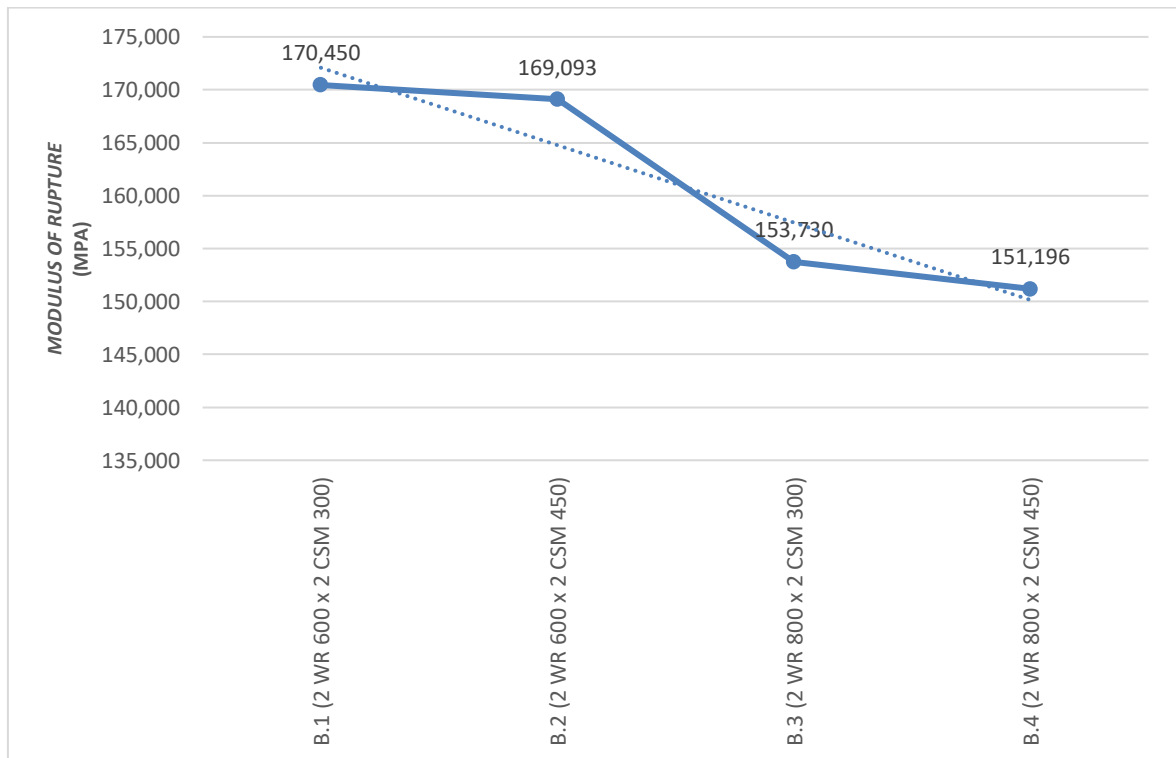
Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 5 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *bending strength* dari konfigurasi laminasi tipe A, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe A.1, A.2, A.3, dan A.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.10 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe A.1 sampai *schedule* laminasi tipe A.4. Laminasi tipe A.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *bending strength* terbaik pada laminasi yang memakai 5 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 12 mm. Analisa kekuatan tekuk dari *schedule* laminasi dengan 80% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *bending strength* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *bending strength* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kuat tekuk material.



Gambar 5.10 Grafik rata-rata *Bending Strength schedule* laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan

### 5.5.2. Analisa Kekuatan *Bending Strength schedule* Laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450

Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 4 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *bending strength* dari konfigurasi laminasi tipe B, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe B.1, B.2, B.3, dan B.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.11 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe B.1 sampai *schedule* laminasi tipe B.4. Laminasi tipe B.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *bending strength* terbaik pada laminasi yang memakai 4 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 2 lapis CSM 300 dan 2 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 13 mm. Analisa kekuatan tekuk dari *schedule* laminasi dengan 50% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *bending strength* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *bending strength* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kuat tekuk material.

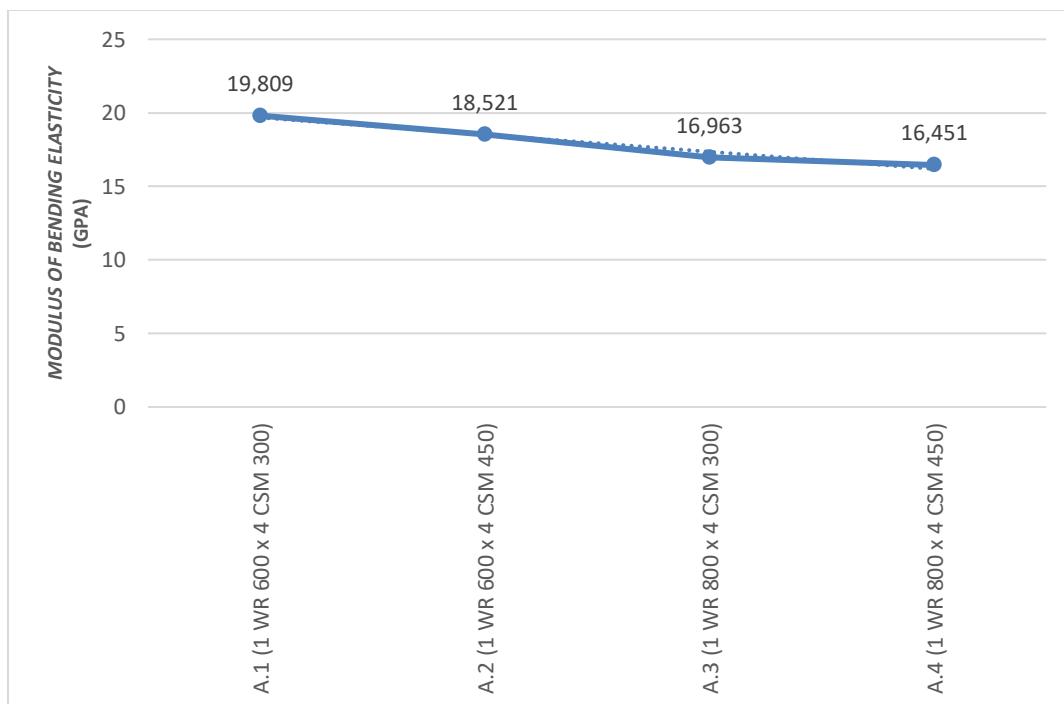


Gambar 5.11 Grafik rata-rata *Bending Strength schedule* laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan

### 5.5.3. Analisa Kekuatan *Modulus Of Bending Elasticity Schedule* Laminasi 1 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 4 Lapis CSM 300-CSM 450

Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 5 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *modulus of bending elasticity* dari konfigurasi laminasi tipe A, laminasi ini

terdapat pada *schedule* laminasi tipe A.1, A.2, A.3, dan A.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.12 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe A.1 sampai *schedule* laminasi tipe A.4. Laminasi tipe A.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *modulus of bending elasticity* terbaik pada laminasi yang memakai 5 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki susunan 4 lapis CSM 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 12 mm. Analisa kelenturan tekuk dari *schedule* laminasi dengan 80% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *modulus of bending elasticity* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *modulus of bending elasticity* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kelenturan material.

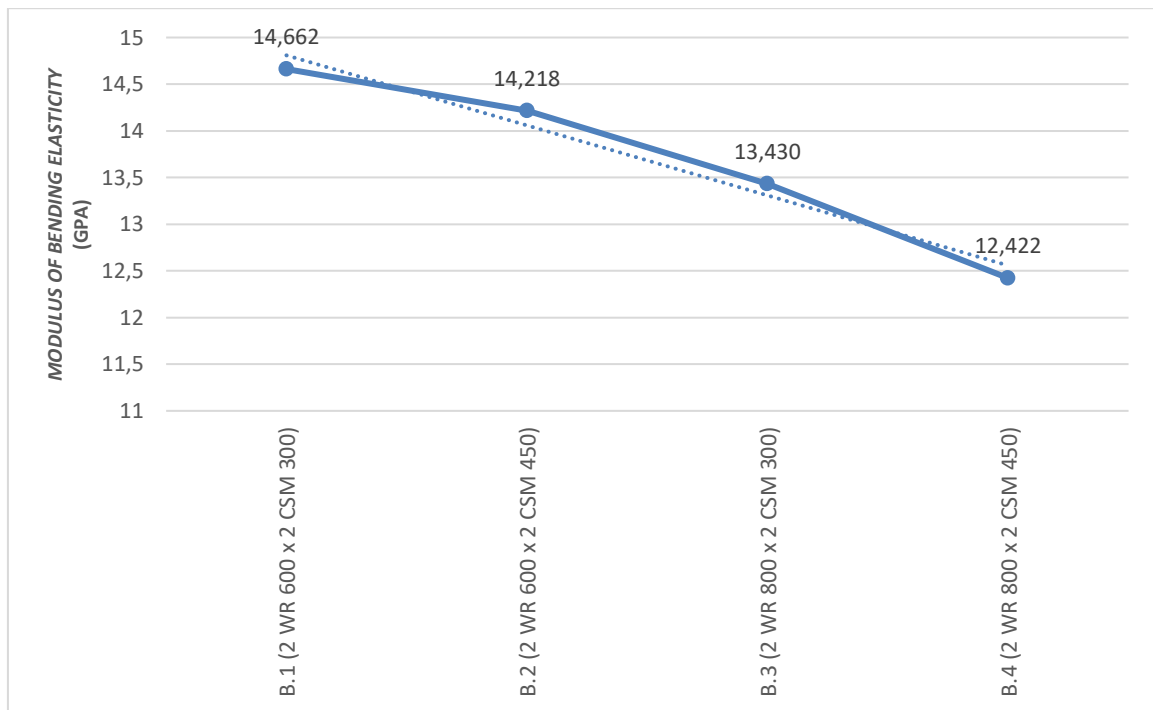


Gambar 5.12 Grafik rata-rata *Modulus Of Bending Elasticity schedule* laminasi komposit serat Ijuk 5 lapisan

#### 5.5.4. Analisa Kekuatan *Modulus Of Bending Elasticity Schedule* Laminasi 2 Lapis WR 600-WR 800 Terhadap Perubahan 2 Lapis CSM 300-CSM 450

Pengaruh *schedule* laminasi ketika menggunakan 4 lapisan pada komposit serat Ijuk terhadap nilai *modulus of bending elasticity* dari konfigurasi laminasi tipe B, laminasi ini terdapat pada *schedule* laminasi tipe B.1, B.2, B.3, dan B.4. Berdasarkan grafik dari Gambar 5.13 dapat dilihat penurunan dari *schedule* laminasi tipe B.1 sampai *schedule* laminasi tipe B.4. Laminasi tipe B.1 menjadi *schedule* laminasi dengan nilai *modulus of bending elasticity* terbaik pada laminasi yang memakai 4 lapis komposit berpenguat serat Ijuk variasi ini memiliki

susunan 2 lapis CSM 300 dan 2 lapis *woven roving* 600 dengan ketebalan spesimen uji 13 mm. Analisa kelenturan tekuk dari *schedule* laminasi dengan 50% CSM pada komposit serat Ijuk, pada penggunaan WR 600 dan CSM 300 pada komposit meningkatkan nilai *modulus of bending elasticity* material. Lalu pada penggunaan WR 450 dan CSM 800 pada komposit menurunkan nilai *modulus of bending elasticity* material, disebabkan karena semakin berat WR ataupun CSM yang digunakan maka semakin besar pula resin yang digunakan pada setiap lapisannya itulah yang menyebabkan turunnya sifat kelenturan material.



Gambar 5.13 Grafik rata-rata *Modulus Of Bending Elasticity schedule* laminasi komposit serat Ijuk 4 lapisan

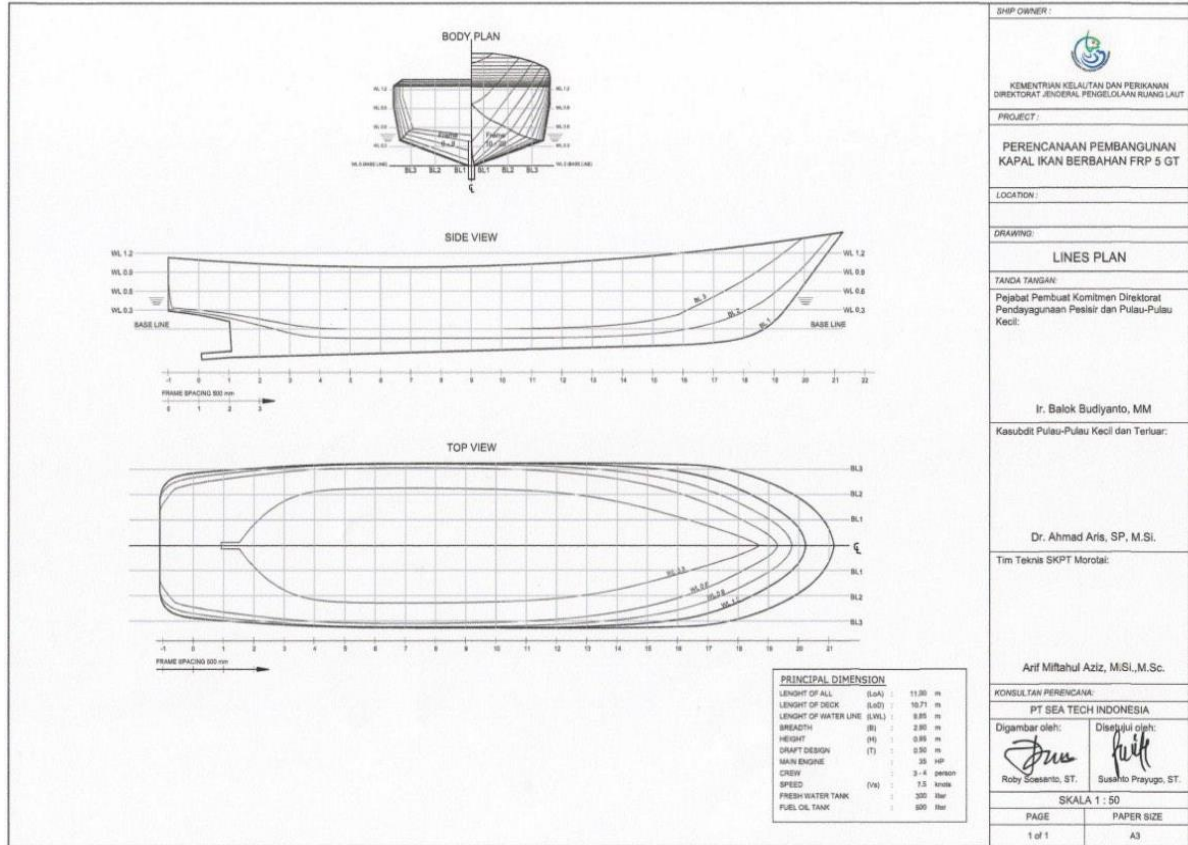
## 5.6. Data Konstruksi Kapal Ikan FRP 5 GT

Data kapal Ikan FRP 5 GT didapat dari hasil wawancara serta survei langsung di galangan kapal fiber PANTEON yang terletak di Keputih Sukolilo. Data kapal meliputi dari data gambar *lines plan* dan *general arrangement*, data gambar yang di pakai dari data kapal yang pernah di buat di galangan PANTEON.

### 5.6.1. *Lines plan*

Rencana garis (*Lines Plan*) adalah gambar yang memproyeksikan bentuk lambung kapal dalam potongan garis (tampak depan, tampak samping dan tampak atas) menggambarkan rencana garis dari bentuk sebuah kapal, dengan gambar ini kita dapat mengetahui bentuk kapal yang direncanakan. *Lines plan* atau rencana garis merupakan langkah selanjutnya dalam proses merancang suatu kapal dengan berdasar pada data kapal yang diperoleh dari perancangan.

Bentuk lambung kapal mempengaruhi performa kapal seperti *maneuvering*, *seakeeping*, stabilitas kapal serta daya muat kapal. Gambar 5.14 adalah gambar *Lines Plan* dari kapal ikan 5GT KKP.



Gambar 5.14 Rencana garis kapal ikan ukuran 5 GT KKP

### 5.6.2. General Arrangement

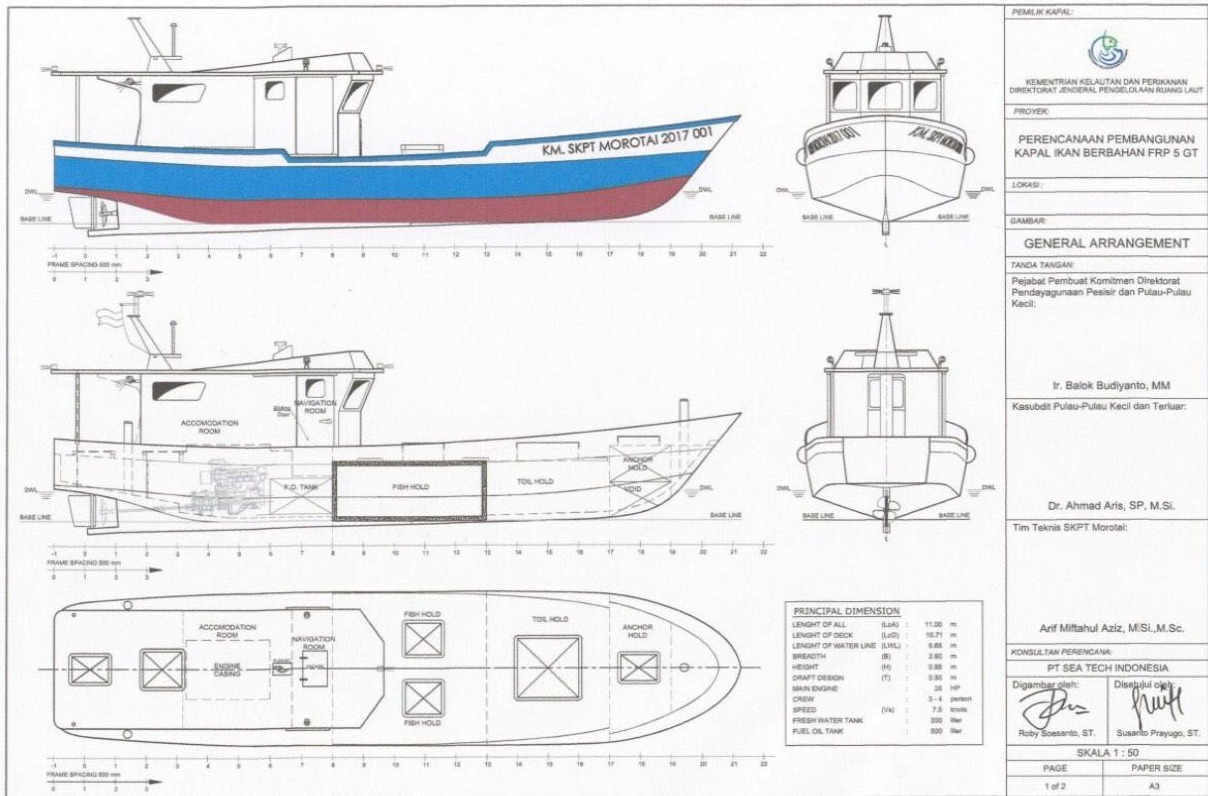
Rencana Umum (*General Arrangement*) adalah rencana umum dari suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan (fungsi) dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Sehingga dari batasan tersebut, ada 4 langkah yang harus dikerjakan, yaitu :

- Menetapkan ruangan utama.
- Menetapkan batas-batas dari setiap ruangan.
- Memilih dan menempatkan perlengkapan dan peralatan dalam batas dari ruangan tersebut.
- Menyediakan jalan untuk menuju ruangan tersebut.

Gambaran umum dari keseluruhan gambar kapal yang menunjukkan tata letak ruangan, perlengkapan dan premesinan pada kapal. Pada prinsipnya pembuatan rencana umum bertujuan untuk menunjukkan gambar kapal dalam bentuk yang sebenarnya dan perencanaan ruangan



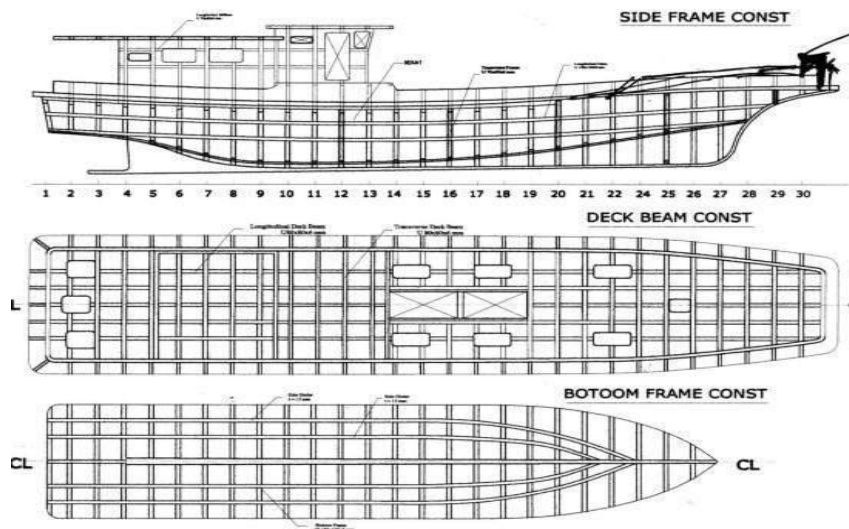
agar dapat menentukan stabilitas kapal. Rencana umum dari kapal ikan 5GT KKP dapat dilihat pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Rencana umum kapal ikan ukuran 5 GT

### 5.6.3. Construction Profile

Konstruksi-konstruksi yang terdapat pada kapal ikan 5GT dalam bentuk gambar *construction profile*. Dari gambar tersebut diketahui ukuran-ukuran dan jumlah knstruksi yang terpasang pada masing-masing bagian kapal mulai lambung, geladak hingga bangunan atas. Pembangunan kulit kapal FRP tidak lepas dari bentuk konstruksi kapal tersebut pada gambar 5.16 dapat terlihat bentuk konstruksi gading kapal ikan 5GT dari tampak samping, atas maupun bawah. Menurut peraturan BKI mengenai kapal *fiberglass* untuk jarak gading yang di saratkan pada kapal FRP yaitu 0,5 meter untuk jarak tiap gading pada konstruksi kulit kapal FRP.

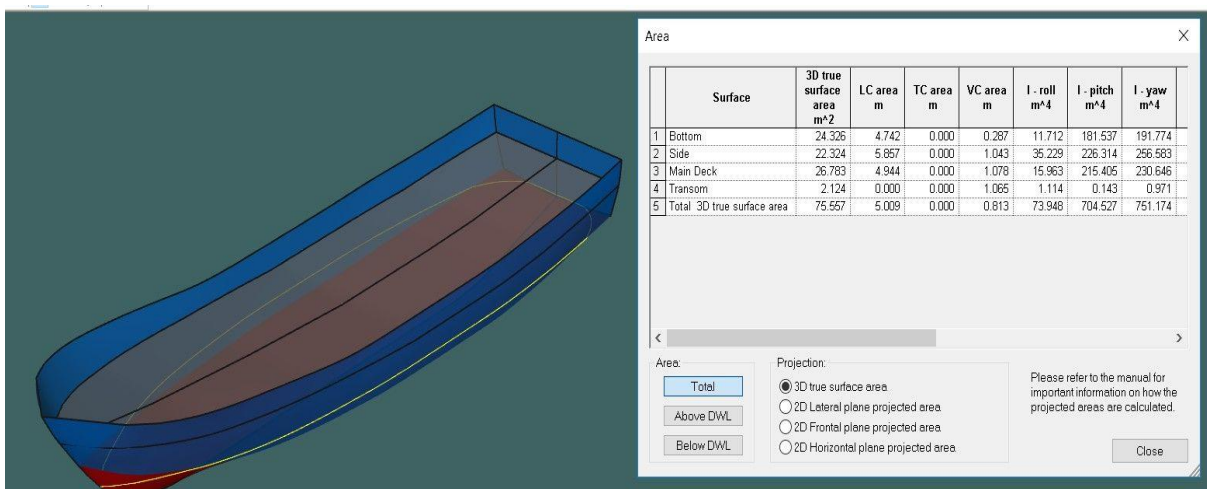


Gambar 5.16 Konstruksi *Profile* kapal Ikan 5 GT

Pembangunan kulit kapal FRP tidak lepas dari bentuk konstruksi kapal tersebut pada gambar 5.16 dapat terlihat bentuk konstruksi gading kapal ikan 5GT dari tampak samping, atas maupun bawah. Menurut peraturan BKI mengenai kapal *fiberglass* untuk jarak gading yang di saratkan pada kapal FRP yaitu 0,5 meter untuk jarak tiap gading pada konstruksi kulit kapal FRP.

#### 5.6.4. Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT

Gambar rencana garis dan gambar rencana umum yang telah di peroleh menjadi acuan untuk mengetahui luasan konstruksi kulit kapal ikan ukuran 5GT. Data gambar kemudian dibuatlah 3D dalam bentuk maxsurf agar diketahui luasan kulit kapal, kulit kapal di bagi menjadi 3 bagian yaitu alas, sisi dan dek. Gambar 5.17 menunjukan 3D serta tabel luasan kulit kapal ikan 5GT.



Gambar 5.17 3D luasan kapal ikan ukuran 5GT

### 5.7. Perbandingan Kekuatan FRP Terhadap Komposit Serat Ijuk

Kekuatan *fiberglass* yang digunakan pada perbandingan terhadap komposit serat Ijuk bersumber dari penelitian mengenai *fiberglass* sebelumnya, kuat tarik serta kuat lentur yang digunakan berasal dari 2 penelitian yang berbeda. Kekuatan komposit serat Ijuk yang akan dibandingkan dari tiap *schedule* laminasi, perbandingan mencakup nilai *Tensile Strength*, *Modulus Of Tensile Elasticity*, *Bending Strength*, dan *Modulus Of Bending Elasticity*. Perbandingan perbedaan kekuatan antara FRP dan FRP serat Ijuk yang di tunjukan pada Tabel 5.1 ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah konstruksi kulit kapal ikan menggunakan serat Ijuk dapat menggantikan konstruksi kulit FRP serat kaca.

Tabel 5.1 Perbandingan kekuatan FRP dan FRP *schedule* laminasi serat Ijuk

NO	Komposit	Thick (mm)	Tensile Strength (MPa)	Modulus Of Tensile Elasticity (GPa)	Bending Strength (MPa)	Modulus Of Bending Elasticity (GPa)
1	FRP laminasi 6 lapis	10,39	101,435	3,201	159,083	6,791
2	FRP laminasi 9 lapis	9,34	107,099	8,460	190,421	20,880
3	Variasi <i>Schedule</i> laminasi A.1	8,67	108,475	8,876	197,715	19,810
4	Variasi <i>Schedule</i> laminasi A.2	11,12	105,492	10,149	196,862	15,522
5	Variasi <i>Schedule</i> laminasi A.3	9,77	105,111	10,599	164,354	12,264
6	Variasi <i>Schedule</i> laminasi A.4	12,21	101,216	8,459	153,300	12,452
7	Variasi <i>Schedule</i> laminasi B.1	9,50	102,384	9,092	201,032	14,263
8	Variasi <i>Schedule</i> laminasi B.2	10,72	103,797	9,678	169,094	14,618
9	Variasi <i>Schedule</i> laminasi B.3	11,68	101,731	8,428	153,730	11,430
10	Variasi <i>Schedule</i> laminasi B.4	12,91	99,931	9,968	159,196	12,423

Pada Tabel 5.1 untuk kekuatan komposit FRP 1 merujuk pada kekuatan pengujian dari penelitian sebelumnya mengenai *fiberglass reinforce plastic* menggunakan 6 lapis laminasi yaitu tersusun dari 2 CSM + 1 WR + 1 WR + 2 CSM dan untuk kekuatan FRP 2 merujuk pada

kekuatan pengujian dari penelitian sebelumnya mengenai *fiberglass reinforce plastic* menggunakan 9 lapis laminasi yaitu tersusun dari 2 CSM + 1 WR + 1 CSM + 1 WR + 1 CSM + 1 WR + 1 CSM + 1 CSM.

### 5.8. Perhitungan Tebal Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5GT

Perhitungan ketebalan untuk konstruksi kapal ikan ukuran 5GT dibutuhkan *main dimension* dari kapal tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 5.18. Data tabel tersebut diolah sehingga mendapatkan luasan kulit kapal FRP 5GT yang nantinya akan di pakai dalam menganalisa biaya produksi kapal ikan 5 GT. Ketebalan minimum sesuai dengan perhitungan scantling menggunakan rules BKI *Fibreglass Reinforced Plastic Shipes* 2016. Sedangkan ketebalan laminasi sesuai dengan ketebalan sesuai jumlah komposisi serat penyusun laminasinya, ketebalan di bagi menjadi 3 bagian tebal alas, tebal sisi dan tebal geladak.

<i>Main Dimensions</i>	
L =	11 m
H =	1,2 m
B =	2,9 m
T =	0,9 m

Gambar 5.18 *Main dimension* kapal ikan ukuran 5GT

Data *main dimension* kapal ukuran 5GT ini yang menjadi acuan pada proses perhitungan ketebalan sesuai dengan *schedule* laminasi komposit serat Ijuk pada penelitian ini. Rumus perhitungan tebal setiap laminasi seperti berikut:

$$t = \frac{W_G}{10 \cdot \gamma_R \cdot G} + \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_G} - \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_R} \text{ (mm)}$$

Dimana :

WG = Berat yang didesain per unit area dari fiber *Chopped Strand mat* atau *Woven roving* (gr/m<sup>2</sup>)

G = Glass Content dari Laminasi (rasio dalam berat) (%)

yR = Berat jenis dari cured resin (gr/m<sup>2</sup>)

yG = Berat jenis dari fiber *Chopped Strand mat* atau *Woven roving* (gr/m<sup>2</sup>)

Perhitungan untuk menentukan tebal konstruksi kulit yang dipakai mengacu pada BKI volume V 2016 "*Rules For Fiberglass Reinforced Ship Plastic*". Perhitungan konstruksi kulit kapal FRP di bagi menjadi 3 bagian *bottom*, sisi dan geladak, rumus perhitungan sebagai berikut:

- Perhitungan ketebalan *bottom*

$$Tb = 15,8. a. \sqrt{T + 0,026. L}$$

- Perhitungan Ketebalan *side*

$$Ts = 15. a. \sqrt{T + 0,026. L}$$

- Perhitungan Ketebalan *deck*

$$Td = 4,8. a. \sqrt{P}$$

- Perhitungan Ketebalan minimal kapal FRP serat Ijuk (Supomo, 2016)

$$t1^2 . \sigma Rm1 = t2^2 . \sigma Rm2$$

Dimana :

a = *Spacing of frames* (m)

T = Sarat kapal

L = Panjang kapal

Tb = Tebal bagian *bottom*/alas (mm)

Ts = Tebal bagian *side*/sisi (mm)

Td = Tebal bagian *deck*/geladak (mm)

L = Panjang kapal

T2 = Tebal kapal FRP yang di iijinkan (mm)

T1 = Tebal minimal kapal OFRP (mm)

$\sigma Rm2$  = Kekuatan lentur komposit serat Ijuk (MPa)

$\sigma Rm1$  = Kekuatan lentur komposit FRP yg di iijinkan (MPa)

### 5.8.1. Perbandingan Tebal Kapal FRP 5GT Terhadap FRP Komposit Serat Ijuk

Pada Tabel 5.2 menunjukkan rekapitulasi perbandingan ketebalan antara FRP 5GT terhadap FRP serat Ijuk sebagai penguat dengan variasi *schedule* laminasi. Data kapal FRP yang menjadi acuan yakni dari data kapal ikan KKP ukuran 5GT. Konstruksi kulit kapal yang menjadi perbandingan yaitu bagian sisi, alas dan geladak. Berdasarkan perbandingan tersebut ketebalan kapal FRP memenuhi ketebalan minimal yang di saratkan BKI, namun untuk ketebalan kapal FRP serat Ijuk bagian alas,sisi dan geladak semua sama ketebalannya karena menyesuaikan dengan masing-masing susunan konfigurasi laminasi serta *schedule* laminasi antara CSM 300 – CSM 450 dan WR 600 - WR 800.

Tabel 5.2 Tabel perbandingan tebal FRP terhadap FRP serat Ijuk

Bagian	Tebal min (mm)	Tebal FRP (mm)	variasi	Tebal min (mm)	Tebal OFRP (mm)
ALAS	8,60	8,73	<i>Schedule laminasi A.1</i>	7,49	8,67
			<i>Schedule laminasi A.2</i>	7,51	11,12
			<i>Schedule laminasi A.3</i>	8,22	9,77
			<i>Schedule laminasi A.4</i>	8,51	12,21
			<i>Schedule laminasi B.1</i>	7,43	9,50
			<i>Schedule laminasi B.2</i>	8,10	10,72
			<i>Schedule laminasi B.3</i>	8,50	11,68
			<i>Schedule laminasi B.4</i>	8,35	12,91
SISI	8,17	8,73	<i>Schedule laminasi A.1</i>	7,11	8,67
			<i>Schedule laminasi A.2</i>	7,13	11,12
			<i>Schedule laminasi A.3</i>	7,80	9,77
			<i>Schedule laminasi A.4</i>	8,08	12,21
			<i>Schedule laminasi B.1</i>	7,06	9,50
			<i>Schedule laminasi B.2</i>	7,69	10,72
			<i>Schedule laminasi B.3</i>	8,07	11,68
			<i>Schedule laminasi B.4</i>	7,93	12,91
GELADAK	7,64	7,88	<i>Schedule laminasi A.1</i>	6,65	8,67
			<i>Schedule laminasi A.2</i>	6,67	11,12
			<i>Schedule laminasi A.3</i>	7,30	9,77
			<i>Schedule laminasi A.4</i>	7,55	12,21
			<i>Schedule laminasi B.1</i>	6,60	9,50
			<i>Schedule laminasi B.2</i>	7,19	10,72
			<i>Schedule laminasi B.3</i>	7,54	11,68
			<i>Schedule laminasi B.4</i>	7,41	12,91
Bangunan Atas	5,00	5,93	<i>Schedule laminasi A.1</i>	3,56	5,95
			<i>Schedule laminasi A.2</i>	3,67	5,95
			<i>Schedule laminasi A.3</i>	4,30	5,95
			<i>Schedule laminasi A.4</i>	4,55	5,95
			<i>Schedule laminasi B.1</i>	3,60	5,95
			<i>Schedule laminasi B.2</i>	4,19	5,95
			<i>Schedule laminasi B.3</i>	4,54	5,95
			<i>Schedule laminasi B.4</i>	4,41	5,95

Variasi *schedule* laminasi tipe A.1 dengan susunan laminasi 4 lapis *chopped strand mat* 300 dan 1 lapis *woven roving* 600 memiliki ketebalan paling kecil diantara variasi *schedule* laminasi lainnya yakni sebesar 8,6737 mm. Jika di bandingkan ketebalan kapal FRP dengan FRP serat Ijuk *schedule* laminasi ini adalah yang terbaik dari pada ketebalan variasi lainnya karena ketebalannya untuk bagian sisi dan alas dibawah ketebalan FRP 5GT kecuali bagian geladak lebih tebal FRP serat Ijuk dengan selisih 0,795mm.

Variasi *schedule* laminasi tipe B.4 dengan susunan laminasi 2 lapis *chopped strand mat* 450 dan 2 lapis *woven roving* 800 memiliki ketebalan paling besar diantara variasi *schedule* laminasi lainnya yakni sebesar 12,908 mm. Untuk variasi lainnya memiliki ketebalan diatas tebal FRP 5GT, ketebalan yang signifikan diatas tebal konstruksi kulit FRP kurang di rekomendasikan karena akan memakan *cost* biaya yang lebih pada pembangunannya. Namun semua ketebalan variasi *schedule* laminasi memenuhi minimal ketebalan untuk konstruksi kulit kapal *fiberglass* yang disaratkan oleh BKI.

### 5.9. Perbandingan Kapasitas *Schedule* Laminasi Kapal Ikan 5GT

Perbandingan ini dilakukan agar dapat mengetahui kapasitas kapal ikan 5GT berbahan serat Ijuk dari setiap *schedule* laminasi. Rekapitulasi perhitungan *payload* dapat terlihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rekapitulasi perhitungan *payload* variasi *schedule* laminasi untuk kapal ikan 5 GT

NO	Variasi Komposit	Tebal (mm)	Luasan Kulit Kapal (m <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Massa (kg)	Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	LWT (kg)	DWT (kg)	<i>Payload</i> (kg)
1	<i>Schedule</i> laminasi A.1	12	75,557	0,907	5,02	1673	1517,18	5660,82	5146,20
2	<i>Schedule</i> laminasi A.2	13	75,557	0,982	5,54	1705	1674,34	5503,66	5003,32
3	<i>Schedule</i> laminasi A.3	14	75,557	1,058	5,50	1571	1662,25	5515,75	5014,31
4	<i>Schedule</i> laminasi A.4	15	75,557	1,133	5,80	1547	1752,92	5425,08	4931,89
5	<i>Schedule</i> laminasi B.1	13	75,557	0,982	5,22	1606	1577,63	5600,36	5091,25
6	<i>Schedule</i> laminasi B.2	14	75,557	1,058	5,28	1509	1595,76	5582,24	5074,76
7	<i>Schedule</i> laminasi B.3	15	75,557	1,133	5,44	1451	1644,12	5533,87	5030,80
8	<i>Schedule</i> laminasi B.4	16	75,557	1,209	5,80	1450	1752,92	5425,08	4931,89

*Schedule* laminasi serat Ijuk untuk kapal 5 GT memiliki kapasitas yang berbeda-beda karena ketebalan dan massa yang berbeda dari setiap *schedule* laminasi mempengaruhi nilai *payload* sendiri. *Schedule* laminasi tipe A.1 dengan susunan laminasi 5 lapis mat 300 dan 1 lapis *woven roving* 300 memiliki kapasitas yang terbesar dengan nilai 5.146 kg. *Schedule*

laminasi tipe B.4 yang terdiri dari susunan laminasi 2 lapis mat 450 dan 2 lapis *woven roving* 800 memiliki kapasitas yang terendah dengan nilai 4.931 kg.

#### **5.10. Analisa Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk Komposit Serat Ijuk**

*Schedule* laminasi atau variasi susunan laminasi antara *chopped strand mat* dan *woven roving* pada suatu komposit. Variasi dari susunan laminasi tersebut sangat mempengaruhi ketika komposit dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekuk karena kekuatan serta kelenturan dari tiap variasi susunan laminasi pasti berbeda-beda

Data hasil pengujian tarik komposit berserat Ijuk dengan variasi laminasi, untuk kekuatan tarik (*Tensile Strength*) dari *schedule* laminasi komposit serat Ijuk dengan 50% lapisan *woven roving* serat Ijuk pada komposit menurunkan nilai *tensile strength* komposit serta kelenturannya (*Modulus Of Tensile Elasticity*), dengan kata lain semakin banyak CSM yang terdapat pada laminasi komposit menambah nilai *tensile strength* material begitu pula kelenturannya (*Modulus Of Tensile Elasticity*).

Data hasil pengujian tekuk komposit berserat Ijuk dengan variasi laminasi sama halnya dengan kekuatan tarik. Kekuatan tekuk (*Bending Strength*) dari *schedule* laminasi komposit serat Ijuk dengan 50% lapisan *woven roving* serat Ijuk pada komposit menurunkan nilai *bending strength* komposit serta kelenturannya (*Modulus Of Bending Elasticity*), dengan kata lain semakin banyak CSM yang terdapat pada laminasi komposit menambah nilai *bending strength* material begitu pula kelenturannya (*Modulus Of Bending Elasticity*).

Dari data pengujian tarik dan tekuk komposit serat Ijuk dengan variasi *schedule* laminasi yang telah di peroleh maka dapat di simpulkan apabila banyak lapisan *chopped strand mat* yang terdapat pada komposit berserat Ijuk sangat mempengaruhi dan meningkatkan kelenturan serta kekuatan dari komposit berserat Ijuk, lalu jika banyak lapisan *woven roving* yang terdapat pada komposit maka akan mengurangi kelenturan serta kekuatannya, tetapi menambah keuletan pada komposit atau menjadikan komposit lebih *brittle*.



## BAB 6 ANALISIS EKONOMIS

### 6.1. Biaya Produksi Konstruksi Kapal Ikan 5 GT

Pembangunan kapal ikan konstruksi *Fibreglass Reinforced Plastic* yang akan dianalisa secara ekonomis dan di bandingkan biaya pembangunan kapal FRP dan OFRP. Analisa ekonomis ini merupakan perhitungan biaya pembangunan kapal OFRP yang terbuat dari serat Ijuk sebagai kulit lambungnya lalu untuk bangunan atasnya memakai bahan serat *glass*. Ukuran dan ketebalan konstruksi berdasarkan perhitungan rules BKI perencanaan tebal lambung kapal ikan dengan ukuran 5 GT. Jumlah dan susunan laminasi disesuaikan dengan kriteria ketebalan minimum berdasarkan rules dan harus memiliki sifat mekanik yang baik. Dari aspek-aspek teknis tersebut dilakukan analisa ekonomis untuk di bandingkan pembangunan kapal ikan konstruksi OFRP dan kapal ikan konstruksi FRP.

### 6.2. Harga Material Pembangunan Kapal FRP

Ketika melakukan perhitungan biaya produksi diperlukan harga referensi. Harga referensi untuk material utama dapat diperoleh dari observasi di lapangan sesuai dengan nilai yang berlaku saat penelitian dilakukan. Gambar 6.1 menunjukkan harga material terdiri dari harga eceran dan harga borongan dalam pembangunan kapal ikan FRP.

Tabel 6.1 Harga Material FRP

Item	Tipe	Unit	Harga satuan
Resin <i>yukalac 157</i>	Marine	kg	Rp 35.000,00
Catalyst	MEKP	kg	Rp 65.500,00
Erosil	-	bal	Rp 102.000,00
Pigment	blue	kg	Rp 70.000,00
Cobalt	N8%	kg	Rp 160.000,00
CSM 300	E-Glass	roll	Rp 795.000,00
<i>Woven roving 600</i>	E-Glass	roll	Rp 1.328.000,00
Wax	Mirror Glaze	Kaleng	Rp 130.000,00
Dempul	-	kg	Rp 85.000,00

### 6.2.1. Perhitungan Kebutuhan Material Pada Pembuatan Cetakan

Pembentukan cetakan (*mold*) sangat di perlukan dalam pembuatan lambung khususnya untuk pembangunan kapal FRP (*Fiberglass*). Cetakan yang digunakan dalam proses pembangunan ini adalah cetakan kayu yang terlihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.2 Kebutuhan Material Untuk Cetakan Kapal 5 GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan
1	Triplek Melamine	45	lembar
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang
4	Paku	55	kg
5	Triplek kayu 9 mm	35	lembar
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar
7	Lem Epoxy	55	kg

### 6.2.2. Perhitungan Kebutuhan Resin Kapal FRP

Pada proses pembangunan kapal FRP salah satu material dalam pembuatannya yaitu resin. Berdasarkan luas kontruksi kapal ikan FRP 5 GT yang telah dilakukan, luas serat yang akan di aplikasikan pada pembuatan kapal dilakukan konversi menjadi berat serat yang dibutuhkan. Berat serat ini dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan resin, untuk perbandingan resin dapat terlihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Perbandingan Serat dan Resin

CSM 300 : Resin	30 : 70
WR 600 : Resin	45 : 55

Luasan konstruksi kapal ikan FRP yang diolah dari data pada Gambar 5.7 sebelumnya yang telah di bagi menjadi 3 bagian yaitu bagian alas, sisi dan geladak luasan kapal dapat terlihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Luasan konstruksi kapal Ikan FRP

Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )
Alas	24,326
Sisi	22,324
Geladak	26,783
Bangunan Atas	33,000
<i>Transom</i>	2,124

Lapisan pertama pada pembuatan konstruksi kapal FRP adalah *gelcoat* dengan ketebalan minimal 0,5 mm. Kebutuhan *gelcoat* dilakukan berdasarkan perhitungan luas permukaan konstruksi, perhitungan kebutuhan *gelcoat* ditunjukkan pada Tabel 6.5.

Tabel 6.5 Total luasan *gelcoat* kapal ukuran 5 GT

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
1	Alas	24,326	36,489
2	Sisi	22,324	33,486
3	Geladak	26,783	40,1745
4	<i>Transom</i>	2,124	3,186
Total		75,557	113,3355

Penggunaan resin yakni material yang paling penting dalam proses pembangunan kapal khususnya kapal FRP ataupun kapal yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Serat juga komponen penting kedua untuk pembangunan kapal FRP, sebagai penguat atau *core* utama pada kapal. Tabel 6.6 menunjukkan total penggunaan resin untuk konstruksi kulit kapal ikan berukuran 5 GT.

Tabel 6.6 Total penggunaan resin pada kapal ukuran 5GT

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Alas	24,326
2	Sisi	22,324
3	Geladak	26,783
4	Bangunan Atas	33,000
5	<i>Transom</i>	2,124
Total		108,557

Total penggunaan resin yang di butuhkan dalam pembangunan kapal FRP 5 GT yaitu sebesar 375,216 kilogram untuk 75,557 m<sup>2</sup> pada luasan kulit kapal ikan. Sedangkan untuk penggunaan serat *glass* yang di butuhkan sebesar 204,004 kilogram untuk 75,557 m<sup>2</sup> luasan kulit kapal ikan dari total berat serat dan resin yang dipakai untuk kulit kapal kebutuhan resin lebih besar dari kebutuhan serat untuk proses pembangunannya.

### 6.2.3. Perhitungan Biaya Material Utama Kapal FRP

Perhitungan biaya material utama yaitu total material harga per satuan di konversikan kedalam luasan keseluruhan kapal 5 GT sehingga mendapatkan biaya total material utama kapal yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Total biaya material utama kapal FRP 5 GT

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin <i>yukalac</i> 157	<i>Marine</i>	375,2664	kg	Rp 35.000,00	Rp 13.134.325,17
<i>Catalyst</i>	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
<i>Erosil</i>		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
<i>Pigment</i>	<i>blue</i>	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
<i>Cobalt</i>	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 300	<i>E-Glass</i>	4	roll	Rp 795.000,00	Rp 3.180.000,00
Woven Roving 600	<i>E-Glass</i>	3	roll	Rp1.328.000,00	Rp 3.984.000,00
<i>Wax</i>	<i>Mirror Glaze</i>	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 11.050.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Total Harga Material Utama					Rp 36.511.269,76

### 6.2.4. Perhitungan Biaya Pembuatan Cetakan Kapal FRP

Perhitungan biaya materi untuk pembuatan cetakan yaitu total material harga per satuan. Lalu di konversikan kedalam luasan ke seluruh kapal ikan 5 GT sehingga mendapatkan biaya total material pembuatan cetakan kapal yang dibutuhkan. Rekapitulasi dari biaya pembuatan cetakan kapal terlihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Total biaya pembuatan cetakan kapal FRP 5 GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
2	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
3	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
4	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
5	Triplek Kayu 12 mm	80	lembar	Rp 204.000	Rp 16.320.000
6	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total Material Untuk Cetakan					Rp 36.795.000

### 6.2.5. Perhitungan Biaya Material Penunjang Kapal FRP

Dalam membangun kapal FRP, selain material utama diperlukan pula material penunjang. Berikut ini merupakan data kebutuhan material penunjang pada proses pembangunan kapal ikan 5 GT konstruksi FRP sesuai hasil observasi lapangan. Perhitungan biaya materi untuk material penunjang yaitu total material harga per satuan di konversikan kedalam luasan keseluruhan kapal 5 GT sehingga mendapatkan biaya total material penunjang kapal yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada Tabel 6.9

Tabel 6.9 Total biaya material penunjang kapal FRP 5GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total Material Penunjang					Rp 8.086.000,00

Untuk kebutuhan material habis pakai dapat dilihat pada Tabel 6.10. Adapun jumlah material alat dan material penunjang yang dibutuhkan dihitung berdasarkan pekerjaan-pekerjaan konstruksi kapal FRP yang telah dilakukan sebelumnya oleh galangan.

Tabel 6.10 Total biaya material habis pakai kapal FRP 5GT

no	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00
2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00
3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00
4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00
11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00
13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00
14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00
15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00
16	Mata Jigsaw	40	buah	Rp 35.000,00	Rp 1.400.000,00
17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00
Total					Rp 6.183.500,00

### 6.2.6. Total Biaya Material Keseluruhan

Total biaya material keseluruhan yaitu besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan material dan perlengkapan/peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang proses produksi kapal. Dasar yang digunakan untuk menghitung biaya material keseluruhan adalah data-data dari total biaya material pada proses pembangunan kapal ikan 5GT konstruksi FRP.

Besarnya harga material diperoleh dari observasi di lapangan dan referensi-referensi. Besarnya biaya material keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.11

Tabel 6.11 Total biaya material keseluruhan kapal FRP 5 GT

No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00
2	Material Utama	1	set	Rp 28.102.875
3	Material Penunjang	1	set	Rp 14.269.500
Total				Rp 73.047.375

### 6.3. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Pembangunan Kapal Ikan FRP

Dalam membangun kapal ikan konstruksi FRP perlu dilakukan perhitungan kebutuhan tenaga kerja yang disesuaikan dengan lama waktu produksi kapal. Pada umumnya jam kerja efektif dalam sehari adalah 8 jam untuk hari sabtu dan hari minggu tidak di hitung sebagai jam kerja efektif. Dari hasil survey dan wawancara di lapangan, tenaga kerja yang dibutuhkan dalam membangun kapal ikan FRP ukuran 5 GT sekitar 7 orang. Dalam perhitungan berikut ini tenaga kerja langsung berjumlah 8 orang, yang terdiri dari 1 orang mandor, 5 tukang dan 2 pembantu. Perhitungan kebutuhan jam orang untuk kapal ikan konstruksi FRP ukuran 5GT. Adapun dasar dari perhitungan ini adalah nilai produktivitas SDM yang akan dipaparkan sebagai berikut:

- Pekerjaan laminasi bagian lambung adalah 6 JO/m<sup>2</sup>
- Pekerjaan laminasi bagian geladak adalah 6 JO/m<sup>2</sup>

Perhitungan kebutuhan jam orang untuk kapal ikan konstruksi FRP ukuran 5GT dapat dilihat pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Waktu Proses Produksi Kulit Kapal Ikan Konstruksi FRP Ukuran 5GT

No	Jenis Pekerjaan	Manpower			Kebutuhan JO		Tanggal Waktu	
		Mandor	Tukang	Helper				
1	Pembuatan plug dan cetakan	1	3	1	180	JO	36,4	Jam
2	Cetakan lambung, alas dan geladak	1	3	1	135	JO	22	Jam
3	» Pembersihan cetakan dan pemolesan wax	1	3	1	14	JO	2,6	Jam
4	» Pengaplikasian <i>gelcoat</i> dan PVA	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
5	» Proses laminasi CSM dan Woven Roving	1	3	1	215	JO	44	Jam
6	» Pemasangan Konstruksi	1	3	1	30	JO	6,2	Jam
7	» lepas Cetakan	1	3	1	30	JO	6,2	Jam
8	Proses assembly geladak	1	2	1	90	JO	18	Jam
9	Pendempulan	1	1	1	90	JO	30	Jam
10	Finishing	1	5	2	256	JO	30	Jam
Total Waktu Tenaga kerja					1072	JO	201,8	Jam

Dari data waktu proses produksi kapal FRP 5GT dapat dihitung bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi kulit kapal ikan 5GT adalah 201,8 jam atau sekitar 25 hari kerja. Dari perhitungan waktu pengerjaan kapal dapat dilakukan perhitungan biaya tenaga kerja langsung yang dibutuhkan. Biaya tenaga kerja langsung adalah biaya yang digunakan untuk membiayai upah tenaga kerja yang langsung terkait dengan proses pembangunan kulit kapal ikan 5GT konstruksi FRP. Standar upah tenaga kerja per jam diperoleh dari wawancara dan survey lapangan pada Tabel 6.13 rekapitulasi biaya tenaga kerja.

Tabel 6.13 Perhitungan biaya Tenaga Kerja Langsung Untuk Pembangunan Kapal Ikan 5 GT

Jabatan	Jumlah (Orang)	Jam	JO	Biaya/ Jam	Total Biaya
Mandor	1	201,8	201,8	Rp 20.000	Rp 4.036.000
Tukang Kayu dan Fiberglass	5	201,8	1009	Rp 15.000	Rp 15.135.000
Helper	2	201,8	403,6	Rp 10.000	Rp 4.036.000
Total Biaya Tenaga Kerja FRP					Rp 23.207.000

#### 6.4. Harga Material Pembangunan Kapal OFRP

Untuk melakukan perhitungan biaya produksi kapal OFRP yaitu kapal fiber berbahan serat Ijuk sebagai penguatnya. Harga material CSM dan *Woven roving* di perlukan referensi harga. Harga-harga tersebut di peroleh dari survey lapangan serta kesesuaian harga yang berlaku pada saat penelitian ini dilakukan.



Gambar 6.1 Harga Material FRP Serat Ijuk

Gambar 6.1 menunjukkan harga satuan harga referensi untuk material utama kapal ikan 5GT berpenguat serat Ijuk data diperoleh dari observasi di lapangan sesuai dengan nilai yang berlaku saat penelitian dilakukan. Pada Tabel 6.14 menunjukkan harga material kapal OFRP berbahan serat Ijuk sebagai penguat atau *core*.

Tabel 6.14 Harga material kapal ikan 5 GT serat Ijuk

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan
Resin <i>yukalac</i> 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00
Catalyst	MEKP	6,01834	kg	Rp 65.500,00
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00
CSM 300 Ijuk		302,228	m <sup>2</sup>	Rp 5.000,00
<i>Woven roving</i> 600 Ijuk		75,557	m <sup>2</sup>	Rp 26.200,00
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00

#### 6.4.1. Perhitungan Kebutuhan Material Cetakan Kapal OFRP

Material yang digunakan untuk pembangunan kapal ikan dengan metode hand lay up ini menggunakan material serat Ijuk sebagai penguat kapal FRP. Pembentukan cetakan ( *mold*) sangat di perlukan dalam pembuatan lambung khususnya untuk pembangunan kapal FRP (*Fiberglass*). Cetakan yang digunakan dalam proses pembangunan ini adalah cetakan kayu yang terlihat pada Tabel 6.15.

Tabel 6.15 Kebutuhan material cetakan kapal ikan OFRP

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan
1	Triplek Melamine	45	lembar
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang
4	Paku	55	kg
5	Triplek kayu 9 mm	35	lembar
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar
7	Lem Epoxy	55	kg

#### 6.4.2. Perhitungan Kebutuhan Resin Kapal OFRP

Pada proses pembangunan kapal OFRP salah satu material dalam pembuatannya yaitu resin. Berdasarkan luas kontruksi kapal ikan OFRP 5 GT yang telah dilakukan, luas serat yang akan di aplikasikan pada pembuatan kapal dilakukan konversi menjadi berat serat yang



dibutuhkan dan resin yang dibutuhkan. Berat serat ini dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan resin, untuk perbandingan resin dapat terlihat pada Tabel 6.16.

Tabel 6.16 Perbandingan serat Ijuk CSM dan *Woven roving* dengan resin

CSM 300 : Resin	1 : 8
WR 600 : Resin	1 : 10

Luasan konstruksi kapal ikan FRP yang diolah dari data pada Gambar 5.7 sebelumnya yang telah di bagi menjadi 3 bagian yaitu bagian alas, sisi dan geladak luasan kapal dapat terlihat pada Tabel 6.17.

Tabel 6.17 Luasan konstruksi kapal OFRP

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Alas	24,326
2	Sisi	22,324
3	Geladak	26,783
4	Bangunan Atas	33,000
5	Transom	2,124
Total		108,557

Lapisan pertama pada pembuatan konstruksi kapal FRP adalah *gelcoat* dengan ketebalan minimal 0,5 mm. Kebutuhan *gelcoat* dilakukan berdasarkan perhitungan luas permukaan konstruksi, perhitungan kebutuhan *gelcoat* ditunjukkan pada Tabel 6.18.

Tabel 6.18 Total luasan *gelcoat* kapal OFRP ukuran 5 GT

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
1	Alas	24,326	36,489
2	Sisi	22,324	33,486
3	Geladak	26,783	40,1745
4	Transom	2,124	3,186
Total		75,557	113,3355

Penggunaan resin yakni material yang paling penting dalam proses pembangunan kapal khususnya kapal FRP ataupun kapal yang menggunakan serat Ijuk sebagai bahan penguatnya. Serat juga komponen penting kedua untuk pembangunan kapal OFRP sebagai penguat atau *core* utama pada kapal. Tabel 6.19 menunjukkan total penggunaan serat Ijuk untuk konstruksi kulit kapal ikan berukuran 5 GT.

Tabel 6.19 Total penggunaan serat Ijuk pada kulit kapal OFRP ukuran 5GT

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (kg)
			Serat
1	Alas	24,326	43,7868
2	Sisi	22,324	40,1832
3	Geladak	26,783	48,2094
4	transom	2,124	3,8232
Total		75,557	136,0026

Total penggunaan serat yang di butuhkan dalam pembangunan kapal OFRP 5 GT yaitu penggunaan serat Ijuk yang di butuhkan sebesar 136,0026 kilogram untuk 75,557 m<sup>2</sup> luasan kulit kapal ikan OFRP dari total berat serat dan resin yang dipakai untuk kulit kapal OFRP jumlah resin lebih banyak dari pada proses pembangunan kapal OFRP.

#### 6.4.3. Perhitungan Biaya Material Utama Kapal OFRP

Perhitungan biaya material utama yaitu total material harga per satuan. Kemudian di konversikan kedalam luasan keseluruhan kapal 5 GT sehingga mendapatkan biaya total material utama kapal yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada Tabel 6.20. Rekapitulasi total biaya yang di material kapal OFRP termasuk untuk CSM dan WR serat Ijuk sebagai penganti serat kaca.

Tabel 6.20 Total biaya material utama kapal OFRP 5 GT

Item	Type	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
<i>Resin yukalac 157</i>	<i>Marine</i>	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
<i>Catalyst</i>	<i>MEKP</i>	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
<i>Erosil</i>		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
<i>Pigment</i>	<i>blue</i>	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
<i>Cobalt</i>	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 300 Serat Ijuk		302,228	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 1.208.912,00
Woven Roving 600 Serat Ijuk		75,557	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 846.238,40
Wax	<i>Mirror Glaze</i>	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	<i>BIOTEX</i>	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 27.198.595,00

#### 6.4.4. Perhitungan Biaya Pembuatan Cetakan Kapal OFRP

Perhitungan biaya materi untuk pembuatan cetakan yaitu total material harga per satuan di konversikan kedalam luasan keseluruhan kapal 5 GT sehingga mendapatkan biaya total material pembuatan cetakan kapal yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada Tabel 6.21.

Tabel 6.21 Total biaya pembuatan cetakan kapal OFRP 5 GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
2	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
3	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
4	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
5	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
6	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

#### 6.4.5. Perhitungan Biaya Material Penunjang Kapal OFRP

Dalam membangun kapal FRP, selain material utama diperlukan pula material penunjang. Berikut ini merupakan data kebutuhan material penunjang pada proses pembangunan kapal ikan 5 GT konstruksi OFRP sesuai hasil observasi lapangan. Perhitungan biaya materi untuk material penunjang yaitu total material harga per satuan di konversikan kedalam luasan keseluruhan kapal 5 GT sehingga mendapatkan biaya total material penunjang kapal yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada Tabel 6.22.

Tabel 6.22 Total biaya material penunjang kapal OFRP 5GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total Biaya Penunjang					Rp 8.086.000,00

Untuk kebutuhan material habis pakai dapat dilihat pada Tabel 6.23, data dari jumlah material alat dan material penunjang yang dibutuhkan dihitung berdasarkan pekerjaan-pekerjaan konstruksi kapal OFRP yang telah dilakukan sebelumnya oleh galangan.

Tabel 6.23 Total biaya material habis pakai kapal OFRP 5GT

no	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00
2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00
3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00
4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00
11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00
13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00
14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00
15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00
16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00
17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00
Total					Rp 5.518.500,00

#### 6.4.6. Total Biaya Keseluruhan Material Kapal OFRP 5 GT

Total biaya material keseluruhan adalah besarnya biaya dibutuhkan untuk pengadaan material dan perlengkapan/peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang proses produksi kapal. Dasar yang digunakan untuk menghitung biaya material keseluruhan adalah data-data dari total biaya material pada proses pembangunan kapal ikan 5 GT konstruksi OFRP. Besarnya harga material diperoleh dari observasi di lapangan dan referensi harga saat penelitian ini. Besarnya biaya material keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 6.24.

Tabel 6.24 Total biaya material keseluruhan kapal OFRP 5 GT

No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00
2	Material Utama	1	set	Rp 26.013.095
3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500
Total				Rp 70.293.595

## 6.5. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Pembangunan Kulit Kapal OFRP

Dalam membangun kulit kapal ikan konstruksi OFRP perlu dilakukan perhitungan kebutuhan tenaga kerja yang disesuaikan dengan lama waktu produksi kapal. Pada umumnya jam kerja efektif dalam sehari adalah 8 jam untuk hari sabtu dan hari minggu tidak di hitung sebagai jam kerja efektif. Dari hasil survey dan wawancara di lapangan, tenaga kerja yang dibutuhkan dalam membangun kapal ikan OFRP ukuran 5 GT sekitar 8 orang. Dalam perhitungan berikut ini tenaga kerja langsung berjumlah 9 orang, yang terdiri dari 1 orang mandor, 5 tukang dan 3 pembantu. Perhitungan kebutuhan jam orang untuk kapal ikan konstruksi FRP ukuran 5GT. Adapun dasar dari perhitungan ini adalah nilai produktivitas SDM yang akan dipaparkan sebagai berikut:

- Pekerjaan laminasi bagian lambung adalah 6 JO/m<sup>2</sup>
- Pekerjaan laminasi bagian geladak adalah 6 JO/m<sup>2</sup>

Perhitungan kebutuhan jam orang untuk kapal ikan konstruksi OFRP ukuran 5GT dapat dilihat pada Tabel 6.25.

Tabel 6.25 Waktu Proses Produksi Kulit Kapal Ikan Konstruksi OFRP Ukuran 5GT

No	Jenis Pekerjaan	Manpower			Kebutuhan JO		Tanggal Waktu	
		Mandor	Tukang	Helper				
1	Pembuatan plug dan cetakan	1	3	1	180	JO	36	Jam
2	Cetakan lambung, alas dan geladak	1	3	1	135	JO	27	Jam
3	» Pembersihan cetakan dan pemolesan wax	1	3	1	14	JO	2,8	Jam
4	» Pengaplikasian <i>gelcoat</i> dan PVA	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
5	» Proses laminasi CSM dan Woven Roving	1	4	2	280	JO	48	Jam
6	» Pemasangan Konstruksi	1	3	1	30	JO	6	Jam
7	» lepas Cetakan	1	3	1	30	JO	6	Jam
8	Proses assembly geladak	1	2	1	90	JO	18	Jam
9	Pendempulan	1	1	1	90	JO	17	Jam
10	Finishing	1	5	2	256	JO	30	Jam
Total Waktu Tenaga kerja					1137	JO	197,2	Jam

Dari data waktu proses produksi kapal FRP 5GT dapat dihitung bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi kulit kapal ikan 5GT adalah 197,2 jam atau sekitar 24 hari. Dari perhitungan waktu pengerjaan kapal dapat dilakukan perhitungan biaya tenaga kerja langsung yang dibutuhkan. Biaya tenaga kerja langsung adalah biaya yang digunakan untuk membiayai upah tenaga kerja yang langsung terkait dengan proses pembangunan kulit kapal ikan 5 GT konstruksi FRP. Standar upah tenaga kerja per jam diperoleh dari wawancara dan survey lapangan. Rekapitulasi baya tenaga kerja langsung dapat dilihat pada Tabel 6.26.

Tabel 6.26 Perhitungan biaya Tenaga Kerja Langsung Untuk Pmebangunan Kapal Ikan 5 GT

Jabatan	Jumlah (Orang)	Jam	JO	Biaya/ Jam	Total Biaya
Mandor	1	197,2	197,2	Rp 20.000	Rp 3.944.000
Tukang Kayu dan Fiberglass	5	197,2	986	Rp 15.000	Rp 14.790.000
Helper	3	197,2	591,6	Rp 10.000	Rp 5.916.000
Total Biaya Tenaga Kerja OFRP					Rp 24.650.000

### 6.6. Rekapitulasi Perbandingan Biaya Konstruksi Kapal Ikan FRP Terhadap OFRP

Perbandingan biaya pembangunan konstruksi kapal FRP serat kaca dengan FRP serat Ijuk dari masing-masing variasi *schedule* laminasi. Biaya pembangunan FRP sebagai pembanding biaya dari pembangunan kulit FRP *schedule* laminasi berpenguat serat Ijuk. Dimana dari masing-masing variasi *schedule* laminasi memiliki berat kebutuhan serat Ijuk yang berbeda-beda karena variasi dari lapisan CSM dan WR yang bervariasi tiap variasi *schedule* laminasi. Tabel 6.27 menunjukan besar biaya pembangunan konstruksi kapal dari tiap variasi *schedule* laminasi dan dibandingkan dengan biaya konstruksi kapal FRP sehingga mendapatkan selisih biaya tiap variasi.

Tabel 6.27 Rekapitulasi biaya total pembangunan konstruksi kapal Ikan FRP dan OFRP

Kapal FRP	Biaya	Kapal OFRP	Biaya	Selisih biaya konstruksi kulit	Presentase selisih biaya
		Variasi			
Kapal FRP 5GT	Rp 96.254.375	Schedule Laminasi A.1	Rp 94.943.361	Rp1.311.014	1,36%
		Schedule Laminasi A.2	Rp 95.124.698	Rp1.129.677	1,17%
		Schedule Laminasi A.3	Rp 95.112.609	Rp1.141.766	1,19%
		Schedule Laminasi A.4	Rp 95.293.946	Rp 960.429	1,00%
		Schedule Laminasi B.1	Rp 95.269.767	Rp 984.608	1,02%
		Schedule Laminasi B.2	Rp 95.360.436	Rp 893.939	0,93%
		Schedule Laminasi B.3	Rp 95.608.263	Rp 646.112	0,67%
		Schedule Laminasi B.4	Rp 95.698.931	Rp 555.444	0,58%

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukan beberapa perhitungan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan penelitian terhadap FRP *schedule* laminasi berpenguat serat Ijuk memiliki nilai kekuatan serta kelenturan yang memenuhi standar kelas BKI. Namun untuk dibandingkan dengan nilai kekuatan dan kelenturan terhadap kapal FRP *Fiberglass* nilainya masih di bawah kekuatan FRP pada umumnya.
2. Dari data hasil analisa pengujian tarik variasi *schedule* laminasi tipe A.1 yang terdiri dari 2 lapis CSM 300 + 1 lapis WR 600 + 2 lapis CSM 300 memiliki kekuatan yang sangat baik di bandingkan dengan variasi lainnya dari nilai rata-rata *tensile strength* dan rata-rata *modulus of tensile elasticity*. Dari data hasil analisa pengujian tekuk variasi *schedule* laminasi tipe A.1 yang terdiri dari 2 lapis CSM 300 + 1 lapis WR 600 + 2 lapis memiliki kekuatan yang sangat baik di bandingkan dengan variasi lainnya dari nilai rata-rata *bending strength* dan nilai rata-rata *modulus of bending elasticity*. Spesimen tipe A.1 menjadi variasi *schedule* laminasi yang terbaik dari 8 variasi yang lainnya dari segi kekuatan tarik, tekuk dan dan elastisitasnya, maka untuk *schedule* laminasi komposit serat Ijuk pada penelitian ini bisa di tarik kesimpulan bahwa banyak lapisan CSM pada variasi laminasi sangat mempengaruhi kelenturan serta kekuatannya. Serta penggunaan CSM 300 dan WR 600 sangat mempengaruhi kekuatan komposit jika di bandingkan menggunakan CSM 450 dan WR 800 karena perbandingan resin yang di gunakan juga semakin banyak. Lalu jika banyak lapisan WR pada susunan laminasi mengurangi kelenturan tetapi menambahkan keuletan pada komposit atau menjadikan komposit lebih *brittle*.
3. Untuk tebal konstruksi kulit kapal FRP serat Ijuk dari masing-masing *schedule* laminasi memiliki ketebalan yang lebih besar dari kapal FRP pada umumnya. Ketebalan yang besar ini cenderung karena tebal dari lapisan *woven roving* dan *chopped strand mat* serat Ijuk itu sendiri yang dibuat secara *hand made* maka setiap lapisan tidak presisi ketebalannya seperti yang telah didesain, berbeda dengan CSM atau WR serat kaca yang di produksi secara pabrik.

4. Biaya pembangunan kulit kapal ikan ukuran 5 GT menggunakan bahan serat Ijuk sebagai penguat FRP memiliki biaya yang lebih murah dengan harga Rp 94.943.361,00 dibandingkan pembangunan kulit kapal FRP yang menggunakan bahan serat *glass* mendapatkan biaya sebesar Rp 96.254.375,00. Biaya Pembangunan kapal OFRP dan FRP memiliki selisih biaya dengan persentase 1,36% sampai 0,58% lebih murah OFRP. Setelah dilakukan penelitian biaya produksi kulit kapal OFRP serat Ijuk memiliki biaya relatif murah dikarenakan bahan dasar Ijuk memiliki harga yang murah perkilonya. Namun penggunaan resinnya lebih banyak dari pada kapal berbahan *glass*. Pengaruh banyaknya penggunaan resin terhadap mat dan *woven roving* karena serat Ijuk pada dasarnya tidak menyerap resin.

## **7.2. Saran**

1. Pada penelitian ini menggunakan resin dengan jenis *polyester yukalac 157*. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan resin jenis lainnya.
2. Pada penelitian ini serat menggunakan perbandingan resin mat 1:8 dan resin *woven roving* 1:10. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan perbandingan resin dibawah dari perbandingan penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Amor (2012) Analisa Teknis Dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Tradisional Ukuran <10 GT Berbahan Kayu Utuh Dengan Teknologi Laminasi Kayu Mahoni, Jurnal Tenik Pomits, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- American Standart Testing and Material (1941). Standard Test Method for Tensile Properties of reinforced Plastics
- American Standart Testing and Material (1941). Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics.
- BKI. (2014). *Volume XIV, Rules For Non-Metallic Materials*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- BKI. (2016). *Volume V, Rules For Fiberglass Reinforced Plastic Ships*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Bader, S. (2002). *Composites Handbook*. Wollaston: Scott Bader Company Ltd
- Baskoro, Aryo. (2018). Analisa Teknis dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan 10GT-20GT Konstruksi *Fiberglass Reinforce Plastic* (FRP) Sesuai Standart Biro Klasifikasi Indonesia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Budi, Untoro (2016) Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Ijuk Dengan Bahan Matrik Poliester, Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra.
- Cripps, David. (2015), <http://www.netcomposites.com/guide-tools/guide/resin-systems/resin-types/> (Di akses pada tanggal 09-01-2019)
- Craft, Resin. (2015) <http://www.resincraftltd.com/>. (Di akses pada tanggal 24-12-2018)
- Hesse. (1991), <https://www.hesse-lignal.com> . (Di akses pada tanggal 24-12-2018)
- Insight, Marine. (2005) *Mechanics and Analysis of Composite Materials*. Elsevier science Ltd: United Kingdom.
- Machmudi, Arif. (2016) Analisis Komposit Berpenguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Anyam Acak Terhadap Kekuatan Bending Dan Kekuatan Impact Dengan Resin Polyester Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Purnomo, Ahmad. (2014) Analisis Kekuatan Kapal *Schedule Laminasi Fiberglass* dan Pengaruhnya Terhadap Ukuran Konstruksi dan Biaya Produksi.
- Scfiberglass. (2014) <https://www.scfiberglass.com/> . (Di akses pada tanggal 24-12-2018)

- Supomo, H. (2016). STUDI PENGGUNAAN BAMBU SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF UNTUK BAHAN PEMBUATAN KAPAL IKAN DENGAN METODE COLD PRESS PLANKING SYSTEM. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Sutrisno, R. A. (2012). Produksi Kapal Ikan Tradisional Dengan Kulit Lambung Dan Geladak Kayu Laminasi Serta Konstruksi Gading Dan Geladak Aluminium, Jurnal Tenik Pomits, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Syafia. (2015), Scribd Proses-Pembuatan-Fiberglass.
- Tolu. (2017), <https://www.kerajinankreatif.com/2017/09/jenis-resin-yang-umum-digunakan-pada.html>.(Di akses pada tanggal 24-12-2018)
- Trubus. (2015), <http://www.trubus-online.co.id/industri-kecil-Ijuk-pohonaren/>. (Di akses pada tanggal (25-12-2018)
- Wiskocil, Davis (1994). *Principles of Composite material Mechanis*. International Edition. McGraw Hill Inc: New York.

## LAMPIRAN

Lampiran A	Desain Eksperimen Penelitian
Lampiran B	Hasil Pengujian Tarik Spesimen
Lampiran C	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen
Lampiran D	Grafik Hasil Pengujian
Lampiran E	Grafik <i>Stress strain</i>
Lampiran F	Hasil Perhitungan Ekonomis

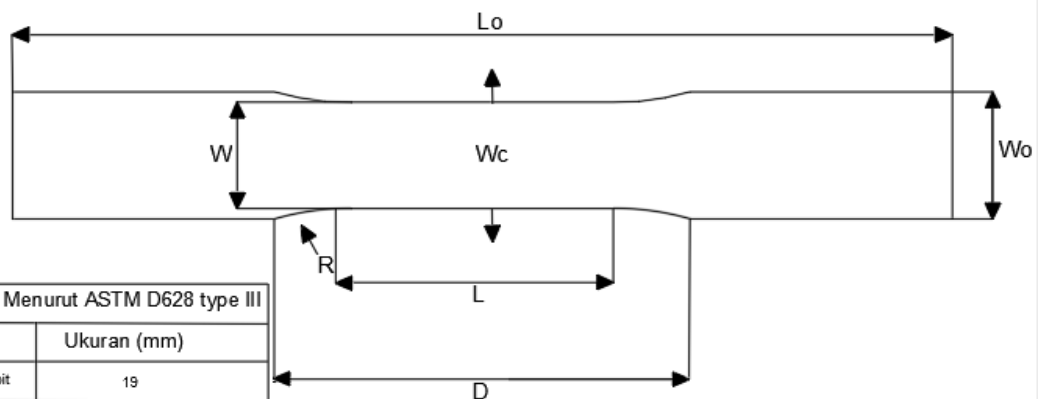
## LAMPIRAN A DESAIN EKSPERIMEN PENELITIAN

### Dimensi specimen uji Tekuk ASTM D-790-00



Dimensi Laminasi Menurut ASTM D790	
Keterangan	Ketebalan (mm)
L = Panjang Laminasi	22.T
B = Lebar Laminasi	30
I = Panjang Support span	16.T

### Dimensi specimen uji Tarik ASTM D-638-03

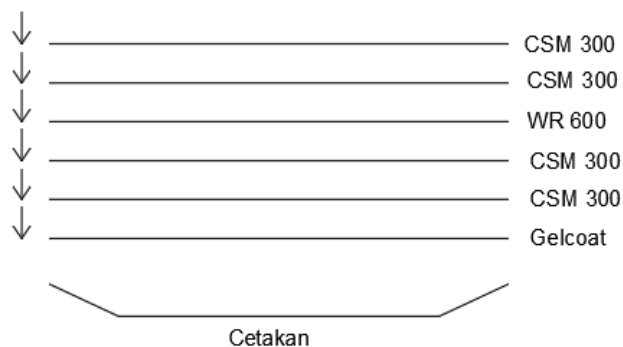


Dimensi Laminasi Menurut ASTM D628 type III	
keterangan	Ukuran (mm)
W = Lebar bagian sempit	19
L = Panjang bagian sempit	60
Wo = Lebar total minimal	29
Lo = Panjang total minimal	246
D = Jarak antar grip	115
R = Radius	76
Wc = Lebar bagian tengah	+0,00 -0,10

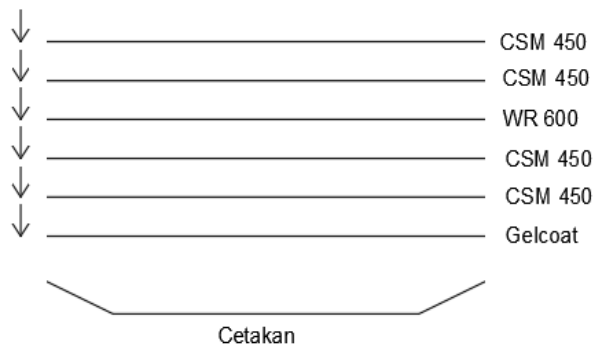
Serat Ijuk sebagai penguat	Berat per m <sup>2</sup> (gram)	Berat yang Dibutuhkan (gram)
Copped Strand Mat IJUK (Mat 300)	300	75
Copped Strand Mat IJUK (Mat 450)	450	112,50
Woven roving IJUK (WR 600)	600	150
Woven roving IJUK (WR 800)	800	200

Serat Ijuk sebagai Penguat	Perbandingan		Berat serat (gram)	resin yang di butuhkan (gram)
	Serat	Resin		
Copped Strand Mat IJUK (Mat 300)	11% : 89%		75	700
Copped Strand Mat IJUK (Mat 450)	13% : 87%		112,5	850
Woven roving IJUK (WR 600)	11% : 89%		150	1400
Woven roving IJUK (WR 800)	12% : 88%		200	1700

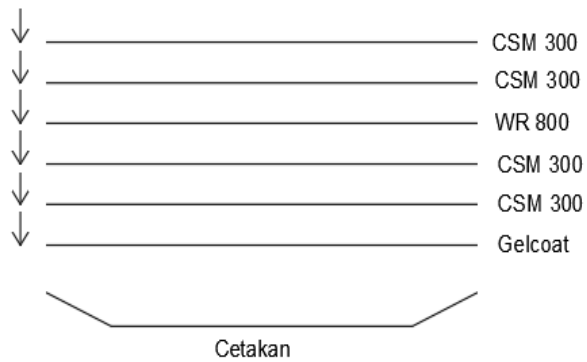
## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe A1



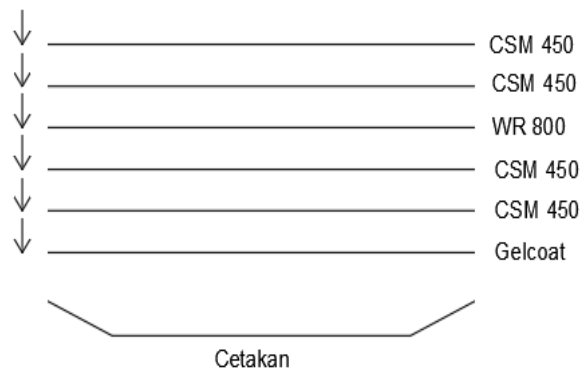
## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe A2



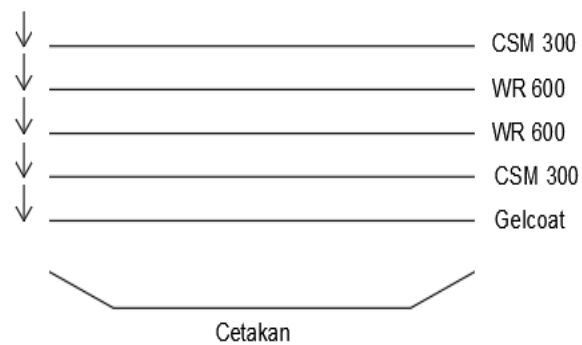
## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe A3



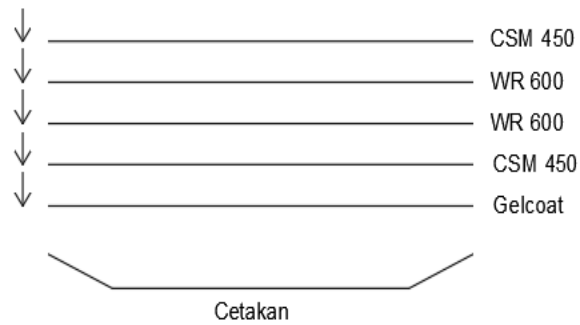
## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe A4



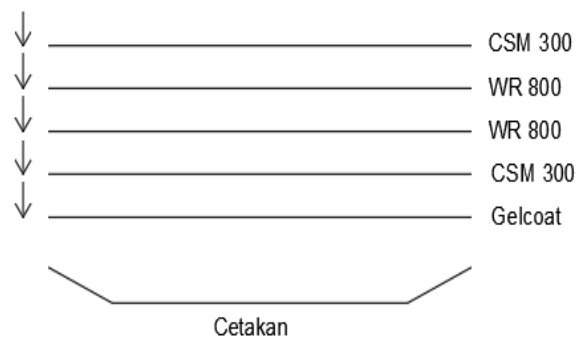
## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe B1



## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe B2

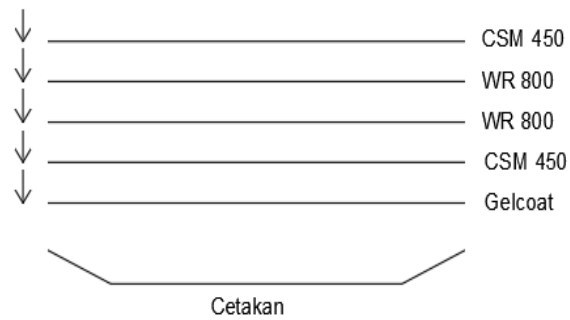


## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe B3





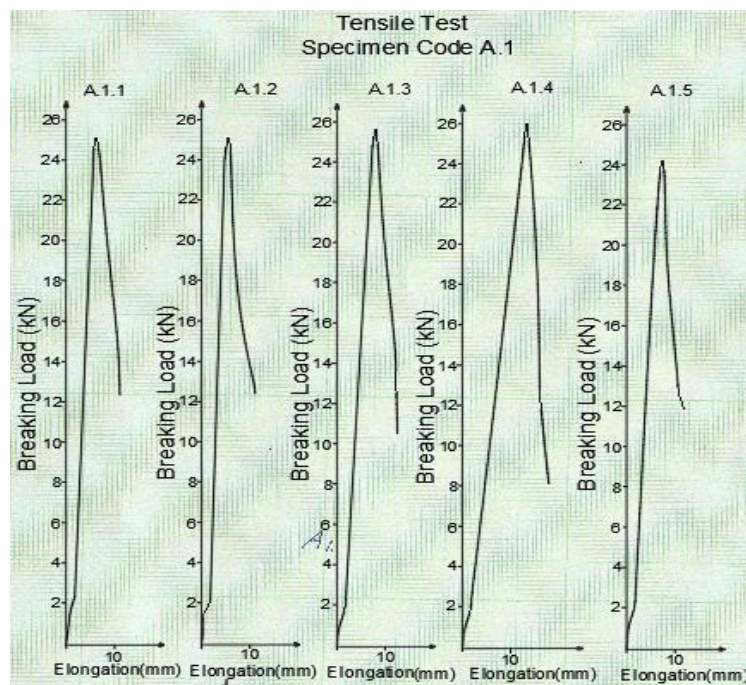
## -Desain Eksperimen Schedule Laminasi Tipe B4



No	Jenis <i>Schedule</i> Laminasi	Tebal Laminasi	Massa	Volume	Massa jenis
1	Tipe A1	12	5020	30000	0,167333333
	Tipe A2	13	5540	32500	0,170461538
	Tipe A3	14	5500	35000	0,157142857
	Tipe A4	15	5800	37500	0,154666667
2	Tipe B1	13	5220	32500	0,160615385
	Tipe B2	14	5280	35000	0,150857143
	Tipe B3	15	5440	37500	0,145066667
	Tipe B4	16	5800	40000	0,145

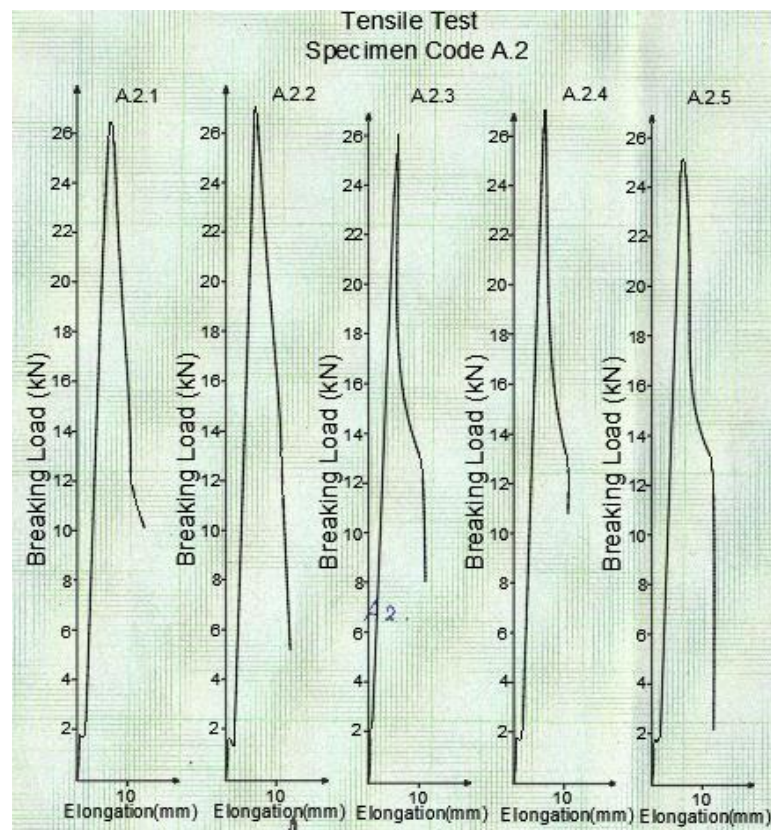
## LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN TARIK SPESIMEN

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(mm)	(MPa)
A.1.1	246	19,11	12,06	230,4666	25000	5	108,476
A.1.2	246	19,15	12,04	230,566	24000	6	104,092
A.1.3	246	19,02	12,08	229,7616	25600	5	111,420
A.1.4	246	19,09	12,01	229,2709	26000	4	113,403
A.1.5	246	19,24	12,08	232,4192	24400	4,5	104,983
Rata-rata Tensile Strenght							108,475



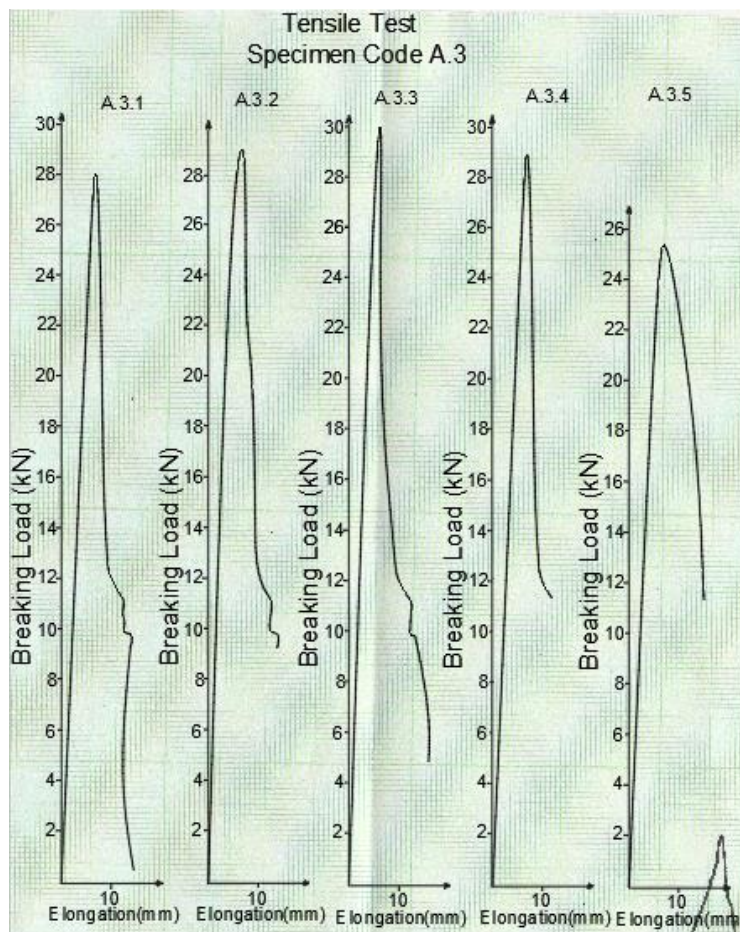
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(mm)	(GPa)
A.1.1	60	19,11	12,06	230,467	25000	5	9,040
A.1.2	60	19,15	12,04	229,292	24000	6	10,467
A.1.3	60	19,02	12,08	229,475	25600	5	9,297
A.1.4	60	19,09	12,01	224,969	26000	4	7,705
A.1.5	60	19,24	12,08	232,419	24400	4,5	7,874
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							8,876

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
A.2.1	246	19,07	13,02	248,2914	26500	4	106,729
A.2.2	246	19,05	13,08	249,174	27000	6,5	108,358
A.2.3	246	19,02	13,09	248,9718	26000	6	104,429
A.2.4	246	19,18	13,09	251,0662	27000	4,5	107,541
A.2.5	246	19,08	13,05	248,994	25000	8	100,404
Rata-rata Tensile Strenght							105,492



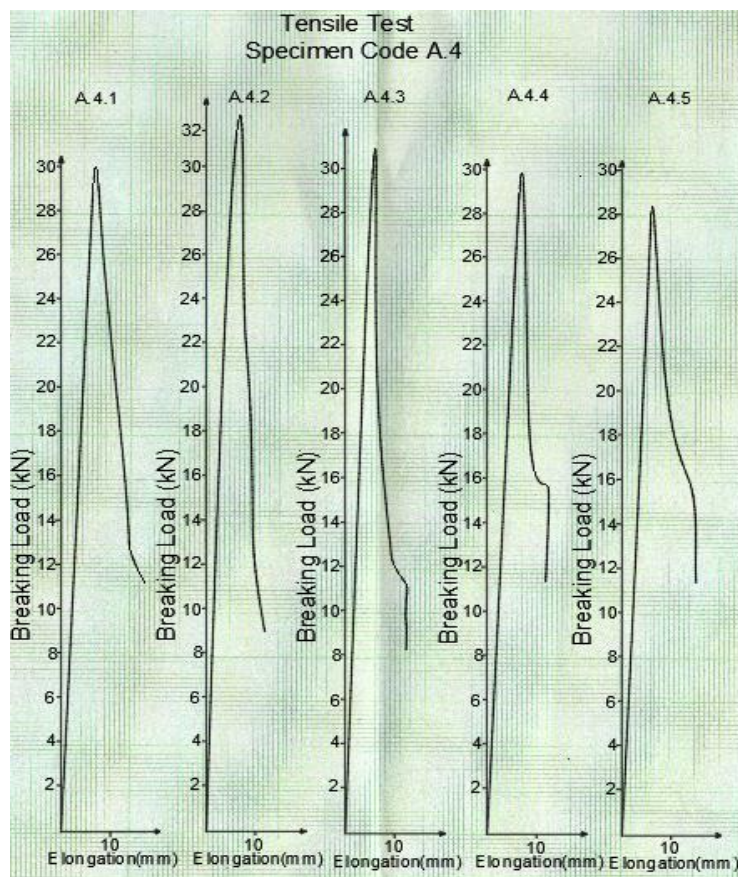
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
A.2.1	60	19,07	13,02	248,2914	26500	4	7,115
A.2.2	60	19,05	13,08	249,174	27000	6,5	11,739
A.2.3	60	19,02	13,09	248,9718	26000	6	10,443
A.2.4	60	19,18	13,09	251,0662	27000	4,5	8,066
A.2.5	60	19,08	13,05	248,994	25000	8	13,387
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							10,150

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
A.3.1	246	19,18	14,06	269,6708	28000	5	103,830
A.3.2	246	19,02	14,04	267,0408	29000	7	108,598
A.3.3	246	19,08	14,08	268,6464	30000	8	111,671
A.3.4	246	19,08	14,01	267,3108	29000	5	108,488
A.3.5	246	19,18	14,02	268,9036	25000	5	92,970
Rata-rata Tensile Strenght							105,111



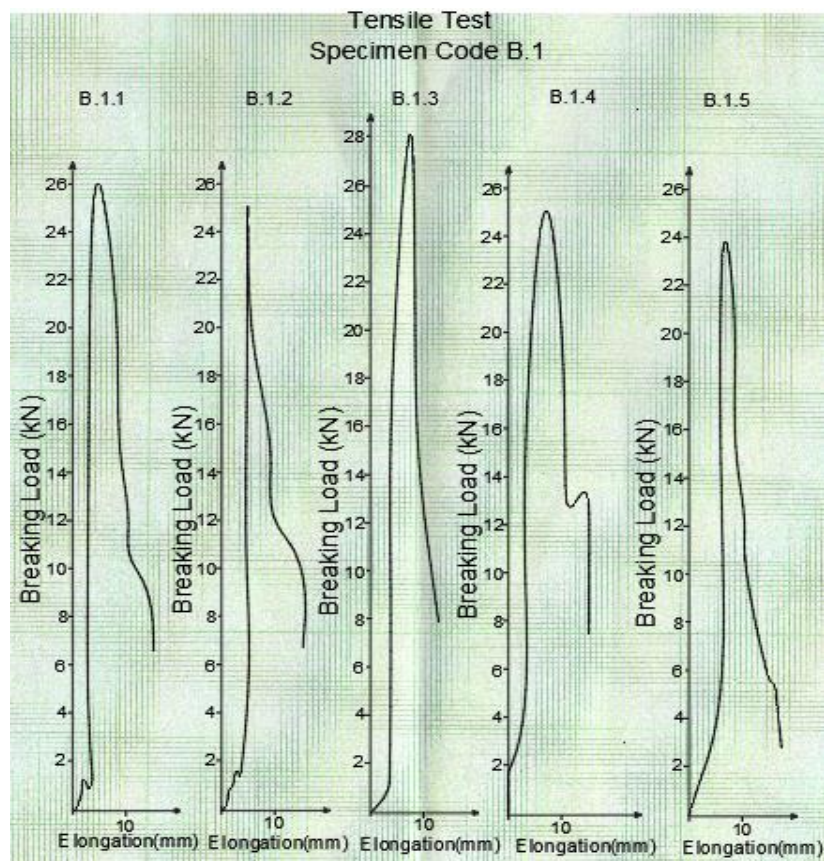
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
A.3.1	60	19,18	14,06	269,6708	28000	5	8,653
A.3.2	60	19,02	14,04	267,0408	29000	7	12,670
A.3.3	60	19,08	14,08	268,6464	30000	8	14,889
A.3.4	60	19,08	14,01	267,3108	29000	5	9,041
A.3.5	60	19,18	14,02	268,9036	25000	5	7,748
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							10,600

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
A.4.1	246	19,01	15,06	286,2906	30000	4,5	104,789
A.4.2	246	19	15,11	287,09	33000	5	114,947
A.4.3	246	19,08	14,98	285,8184	31000	6	108,460
A.4.4	246	19,08	15,02	286,5816	30000	5	104,682
A.4.5	246	19,04	15,04	286,3616	29000	4,5	101,271
Rata-rata Tensile Strenght							106,830



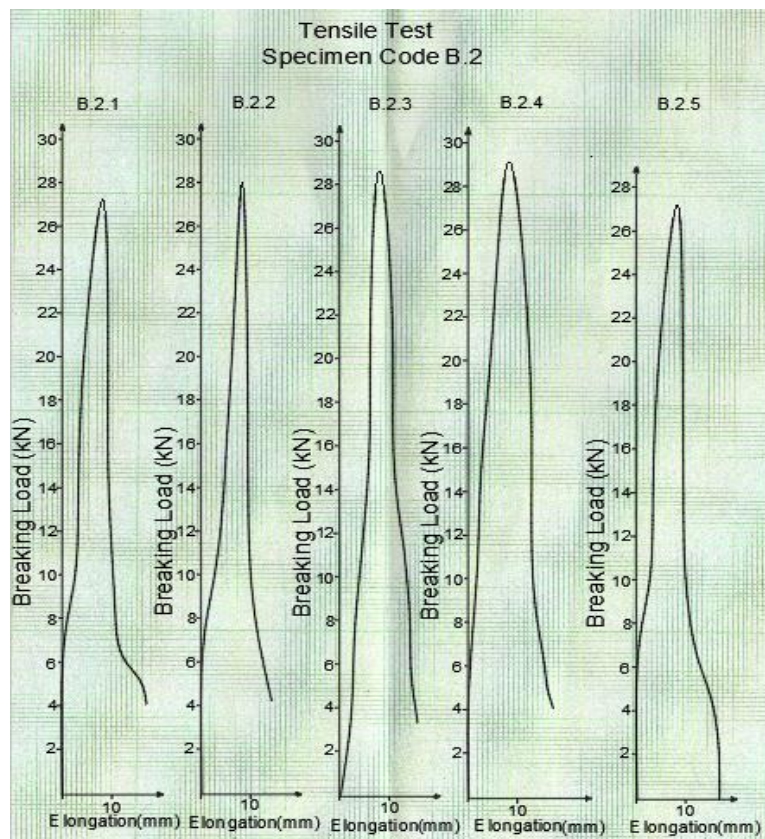
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
A.4.1	60	19,01	15,06	302,706	30000	4,5	7,433
A.4.2	60	19	15,15	303,151	33000	5	9,071
A.4.3	60	19,08	14,98	296,304	31000	6	10,462
A.4.4	60	19,08	15,02	305,216	30000	5	8,191
A.4.5	60	19,04	15,04	304,608	29000	4,5	7,140
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							8,460

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
B.1.1	246	19,04	13,04	248,2816	26000	5	104,720
B.1.2	246	19,1	13,15	251,165	25000	6	99,536
B.1.3	246	19,09	13,08	249,6972	28000	6,5	112,136
B.1.4	246	19,04	13,2	251,328	25000	4	99,472
B.1.5	246	19,16	13,04	249,8464	24000	5	96,059
Rata-rata Tensile Strength							102,384



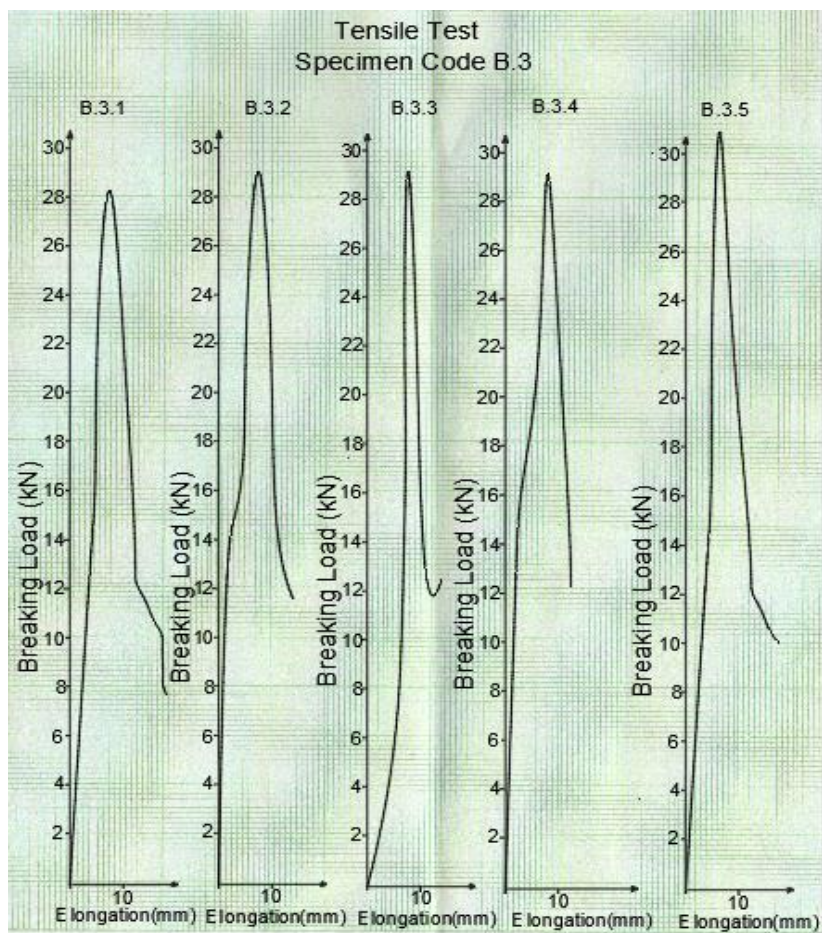
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
B.1.1	60	19,04	13,04	248,2816	26000	5	8,727
B.1.2	60	19,1	13,15	251,165	25000	6	9,954
B.1.3	60	19,09	13,08	249,6972	28000	6,5	12,148
B.1.4	60	19,04	13,2	251,328	25000	4	6,631
B.1.5	60	19,16	13,04	249,8464	24000	5	8,005
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							9,093

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
B.2.1	246	19,05	14,1	268,605	27000	7	100,519
B.2.2	246	19,02	14,04	267,0408	28000	5	104,853
B.2.3	246	19,06	14,09	268,5554	28600	5	106,496
B.2.4	246	19,13	14,08	269,3504	29000	6	107,666
B.2.5	246	19,2	14,14	271,488	27000	5	99,452
Rata-rata Tensile Strength							103,797



Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
B.2.1	60	19,05	14,1	268,605	27000	7	11,727
B.2.2	60	19,02	14,04	267,0408	28000	5	8,738
B.2.3	60	19,06	14,09	268,5554	28600	5	8,875
B.2.4	60	19,13	14,08	269,3504	29000	6	10,767
B.2.5	60	19,2	14,14	271,488	27000	5	8,288
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							9,679

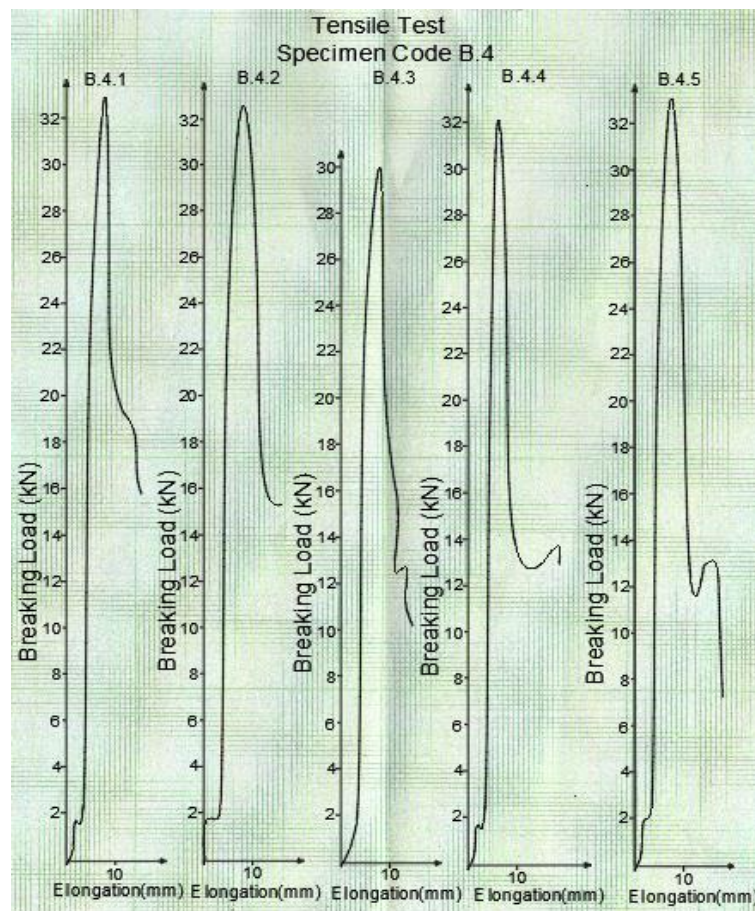
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
B.3.1	246	19,08	15,05	287,154	28500	5	99,250
B.3.2	246	19	15,07	286,33	29000	5	101,282
B.3.3	246	19,15	15,04	288,016	29000	6	100,689
B.3.4	246	19,12	15,19	290,4328	29000	6	99,851
B.3.5	246	19,07	15,11	288,1477	31000	3	107,584
Rata-rata Tensile Strength							101,731



Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
B.3.1	60	19,08	15,05	287,154	28500	5	8,271
B.3.2	60	19	15,07	286,33	29000	5	8,440
B.3.3	60	19,15	15,04	288,016	29000	6	10,069
B.3.4	60	19,12	15,19	290,4328	29000	6	9,985
B.3.5	60	19,07	15,11	288,1477	31000	3	5,379
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							8,429



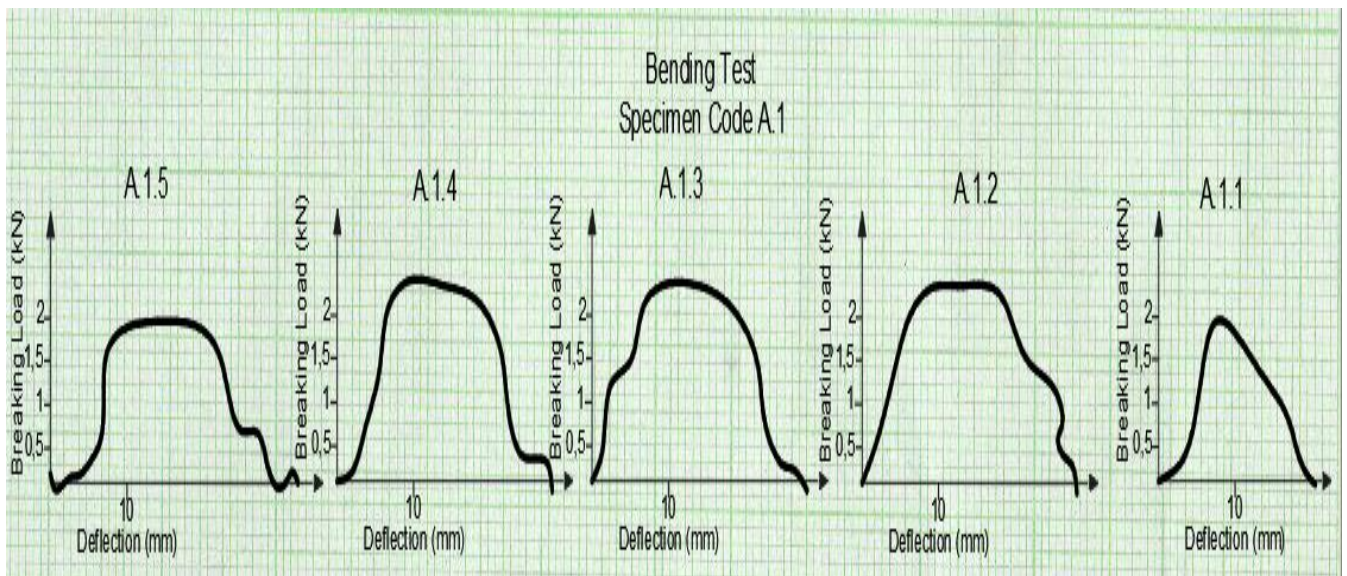
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	Tensile Strenght
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
B.4.1	246	19,08	16,05	322	33000	7	102,484
B.4.2	246	19,02	16	320,32	33000	5	103,022
B.4.3	246	19,11	16,1	323,771	30000	7	92,658
B.4.4	246	19	16,09	321,8	32000	5	99,441
B.4.5	246	19,06	16,12	323,367	33000	6	102,051
Rata-rata Tensile Strength							99,931



Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Elongation	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(GPa)
B.4.1	60	19,08	16,05	322	33000	7	11,957
B.4.2	60	19,02	16	320,32	33000	5	8,585
B.4.3	60	19,11	16,1	323,771	30000	7	10,810
B.4.4	60	19	16,09	321,8	32000	5	8,287
B.4.5	60	19,06	16,12	323,367	33000	6	10,205
Rata-rata Modulus of Tensile Elasticity							9,969

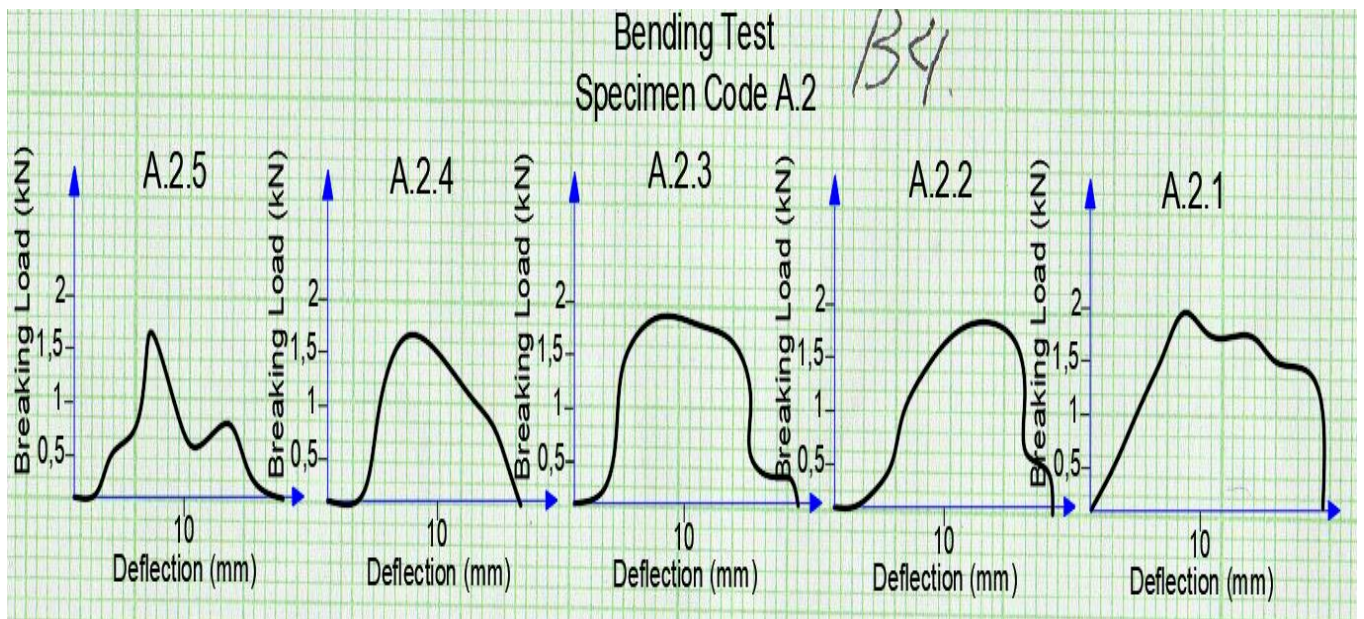
## LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN TEKUK SPESIMEN

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	mm	(MPa)
A.1.1	230	30	12,06	361,8	2,4	6	189,764
A.1.2	230	30	12,04	361,2	2,6	9	206,262
A.1.3	230	30	12,08	362,4	2,6	7	204,898
A.1.4	230	30	12,01	360,3	2,6	8	207,293
A.1.5	230	30	12,11	363,3	2,3	7	180,359
Rata-rata Bending Strength							197,715



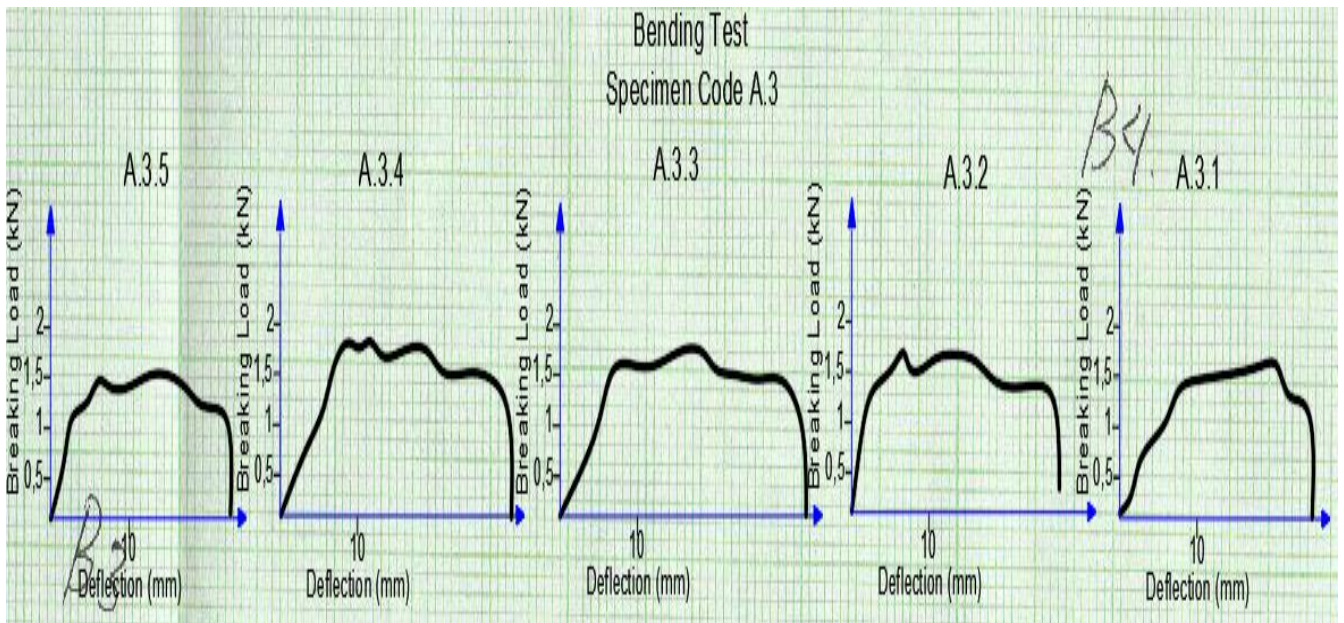
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
A.1.1	230	30	12,06	361,8	2,4	6	23,122
A.1.2	230	30	12,04	361,2	2,6	9	16,782
A.1.3	230	30	12,08	362,4	2,6	7	21,364
A.1.4	230	30	12,01	360,3	2,6	8	19,022
A.1.5	230	30	12,11	363,3	2,3	7	18,759
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							19,810

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
A.2.1	235	19,07	13,02	248,2914	1,9	10	207,176
A.2.2	235	19,05	13,08	249,174	1,9	8	205,495
A.2.3	235	19,02	13,11	249,3522	1,9	10	204,879
A.2.4	235	19,18	13,09	251,0662	1,7	9	182,339
A.2.5	235	19,08	13,05	248,994	1,7	8	184,420
Rata-rata Bending Strength							196,862



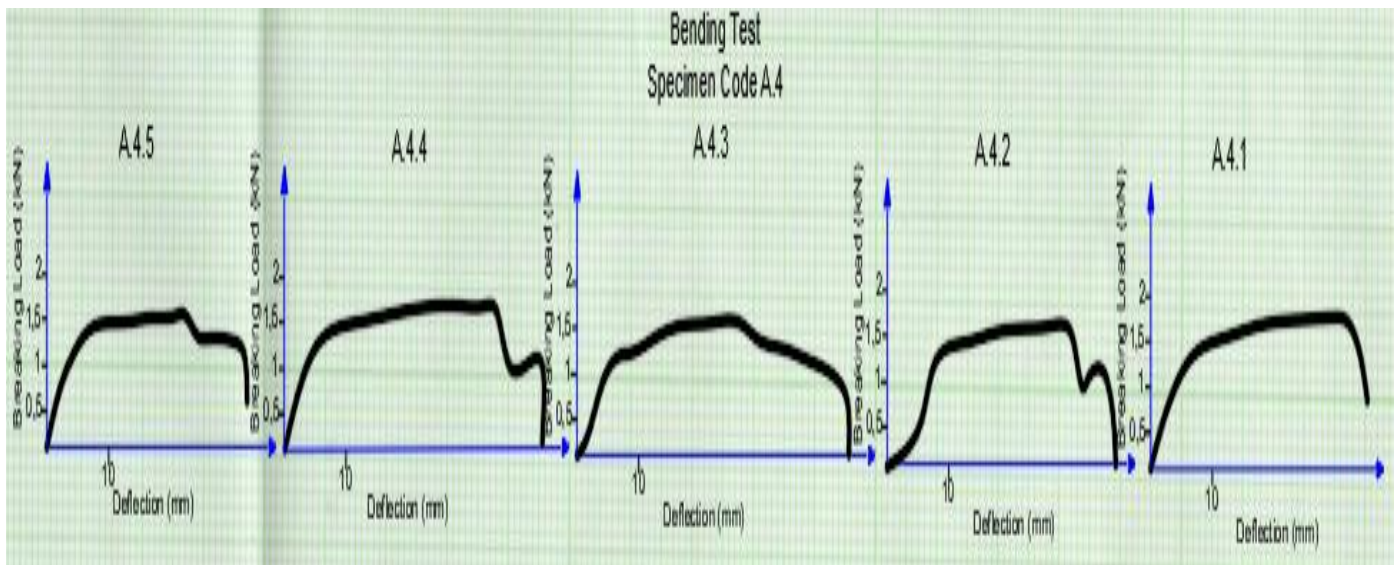
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
A.2.1	224	19,07	13,02	248,2914	1,9	10	12,684
A.2.2	224	19,05	13,08	249,174	1,9	8	15,654
A.2.3	224	19,02	13,11	249,3522	1,9	10	12,457
A.2.4	224	19,18	13,09	251,0662	1,7	9	12,337
A.2.5	224	19,08	13,05	248,994	1,7	8	14,081
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							13,443

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
A.3.1	240	19,18	14,06	269,6708	1,7	9	161,411
A.3.2	240	19,02	14,04	267,0408	1,7	10	163,233
A.3.3	240	19,08	14,08	268,6464	1,8	9	171,313
A.3.4	240	19,08	14,01	267,3108	1,8	10	173,030
A.3.5	240	19,18	14,02	268,9036	1,6	8	152,784
Rata-rata Bending Strength							164,354



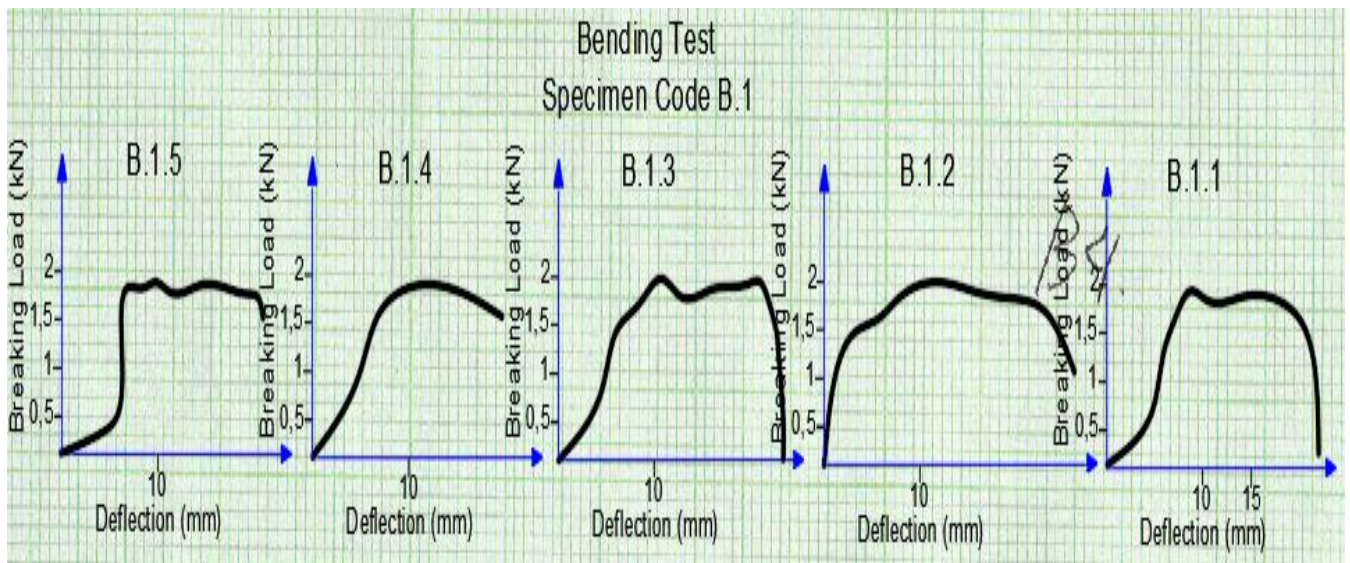
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
A.3.1	240	19,18	14,06	269,6708	1,7	9	12,245
A.3.2	240	19,02	14,04	267,0408	1,7	10	11,161
A.3.3	240	19,08	14,08	268,6464	1,8	9	12,978
A.3.4	240	19,08	14,01	267,3108	1,8	10	11,856
A.3.5	240	19,18	14,02	268,9036	1,6	8	13,077
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							12,264

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
A.4.1	256	19,01	15,06	286,2906	1,8	9	160,314
A.4.2	256	19	15,11	287,09	1,7	10	150,487
A.4.3	256	19,08	14,98	285,8184	1,7	9	152,468
A.4.4	256	19,08	15,02	286,5816	1,8	8	160,578
A.4.5	256	19,04	15,04	286,3616	1,6	9	142,656
Rata-rata Bending Strength							153,300



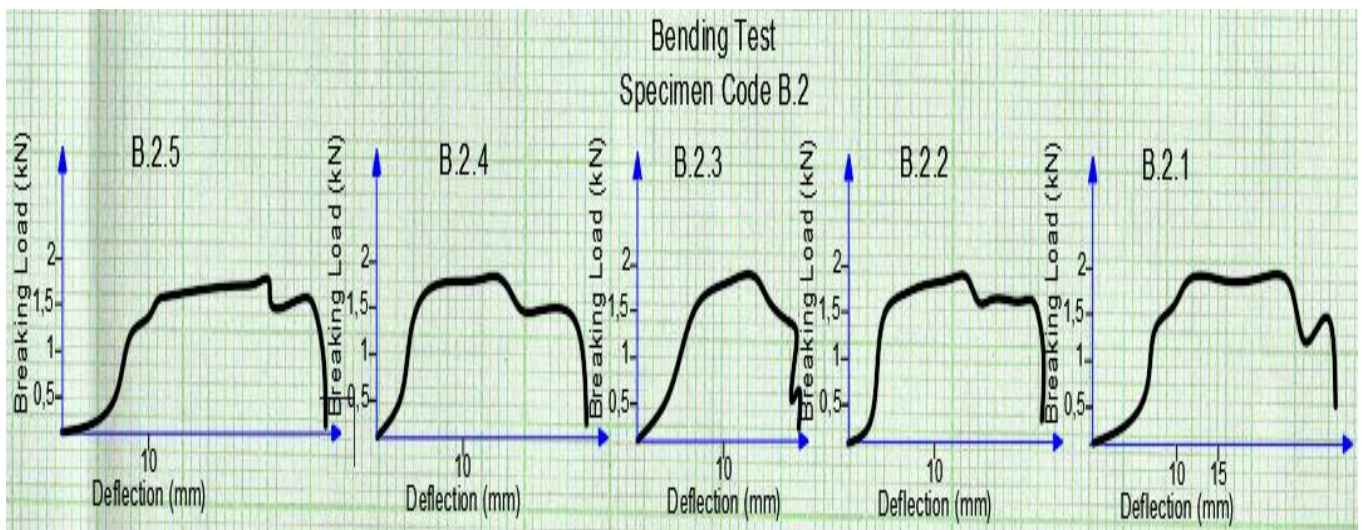
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
A.4.1	256	19,01	15,06	286,2906	1,8	9	12,919
A.4.2	256	19	15,11	287,09	1,7	10	10,878
A.4.3	256	19,08	14,98	285,8184	1,7	9	12,352
A.4.4	256	19,08	15,02	286,5816	1,8	8	14,597
A.4.5	256	19,04	15,04	286,3616	1,6	9	11,511
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							12,452

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
B.1.1	224	19,04	13,04	248,2816	2	11	207,562
B.1.2	224	19,1	13,15	251,165	2	7	203,463
B.1.3	224	19,09	13,08	249,6972	2	9	205,754
B.1.4	224	19,04	13,2	251,328	1,9	9	192,432
B.1.5	224	19,16	13,04	249,8464	1,9	10	195,949
Rata-rata Bending Strength							201,032



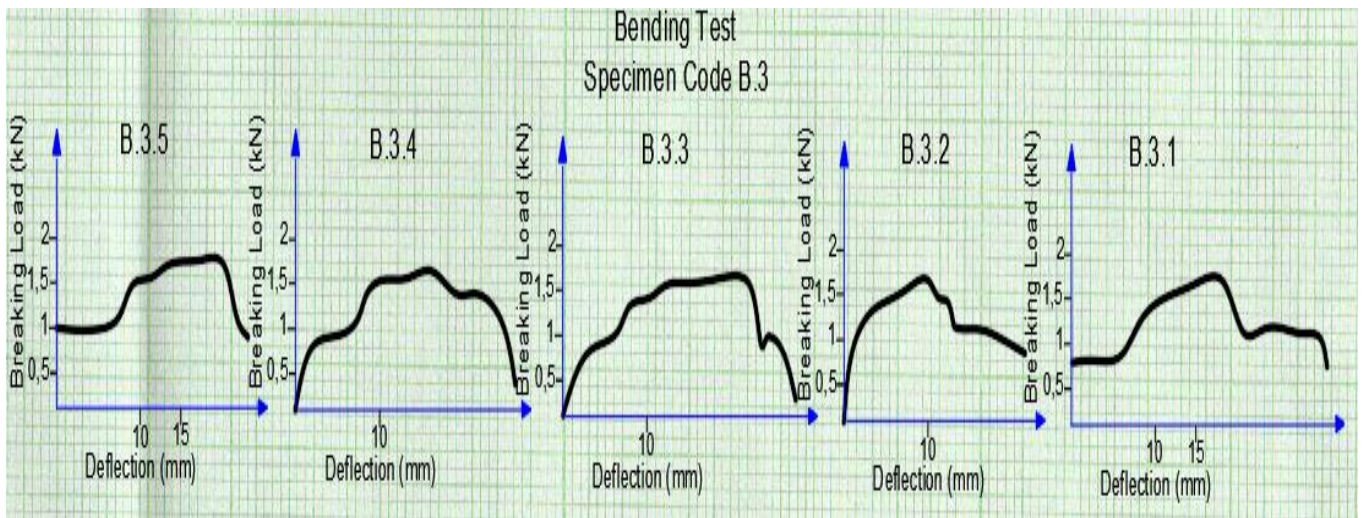
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
B.1.1	224	19,04	13,04	248,2816	2	11	12,101
B.1.2	224	19,1	13,15	251,165	2	7	18,484
B.1.3	224	19,09	13,08	249,6972	2	9	14,616
B.1.4	224	19,04	13,2	251,328	1,9	9	13,546
B.1.5	224	19,16	13,04	249,8464	1,9	10	12,566
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							14,263

Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
B.2.1	240	19,05	14,1	268,605	1,8	14	171,097
B.2.2	240	19,02	14,04	267,0408	1,8	6	172,834
B.2.3	240	19,06	14,09	268,5554	1,8	7	171,250
B.2.4	240	19,13	14,08	269,3504	1,8	9	170,866
B.2.5	240	19,2	14,14	271,488	1,7	7	159,423
Rata-rata Bending Strength							169,094



Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
B.2.1	240	19,05	14,1	268,605	1,8	14	8,321
B.2.2	240	19,02	14,04	267,0408	1,8	6	19,696
B.2.3	240	19,06	14,09	268,5554	1,8	7	16,668
B.2.4	240	19,13	14,08	269,3504	1,8	9	12,944
B.2.5	240	19,2	14,14	271,488	1,7	7	15,462
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							14,618

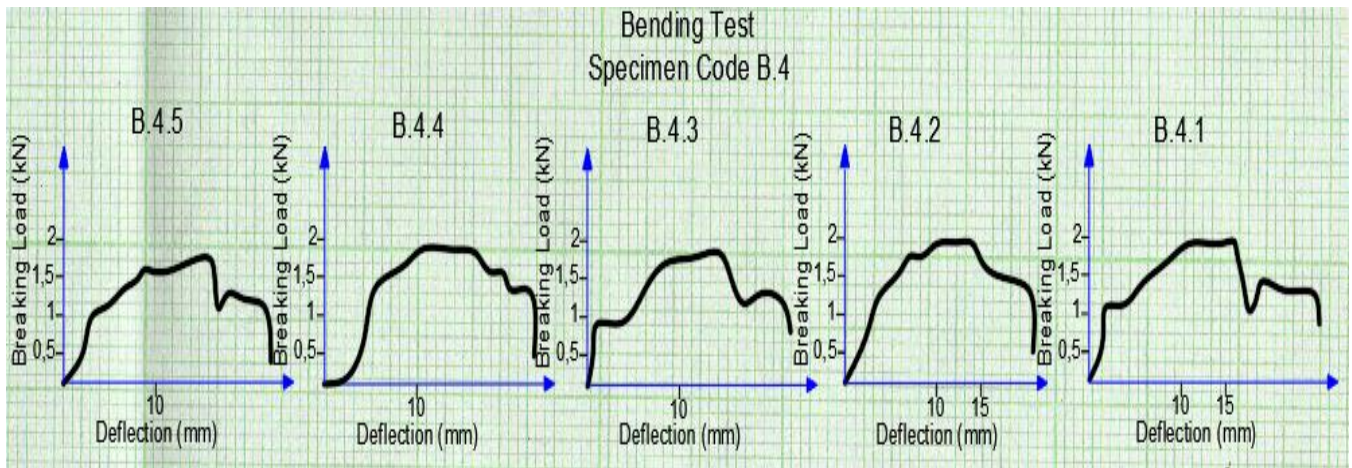
Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
B.3.1	256	19,08	15,05	287,154	1,8	11	159,938
B.3.2	256	19	15,07	286,33	1,7	9	151,286
B.3.3	256	19,15	15,04	288,016	1,7	9	150,701
B.3.4	256	19,12	15,19	290,4328	1,7	9	147,971
B.3.5	256	19,07	15,11	288,1477	1,8	11	158,754
Rata-rata Bending Strength							153,730



Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
B.3.1	256	19,08	15,05	287,154	1,8	11	10,552
B.3.2	256	19	15,07	286,33	1,7	9	12,184
B.3.3	256	19,15	15,04	288,016	1,7	9	12,161
B.3.4	256	19,12	15,19	290,4328	1,7	9	11,822
B.3.5	256	19,07	15,11	288,1477	1,8	11	10,433
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							11,430

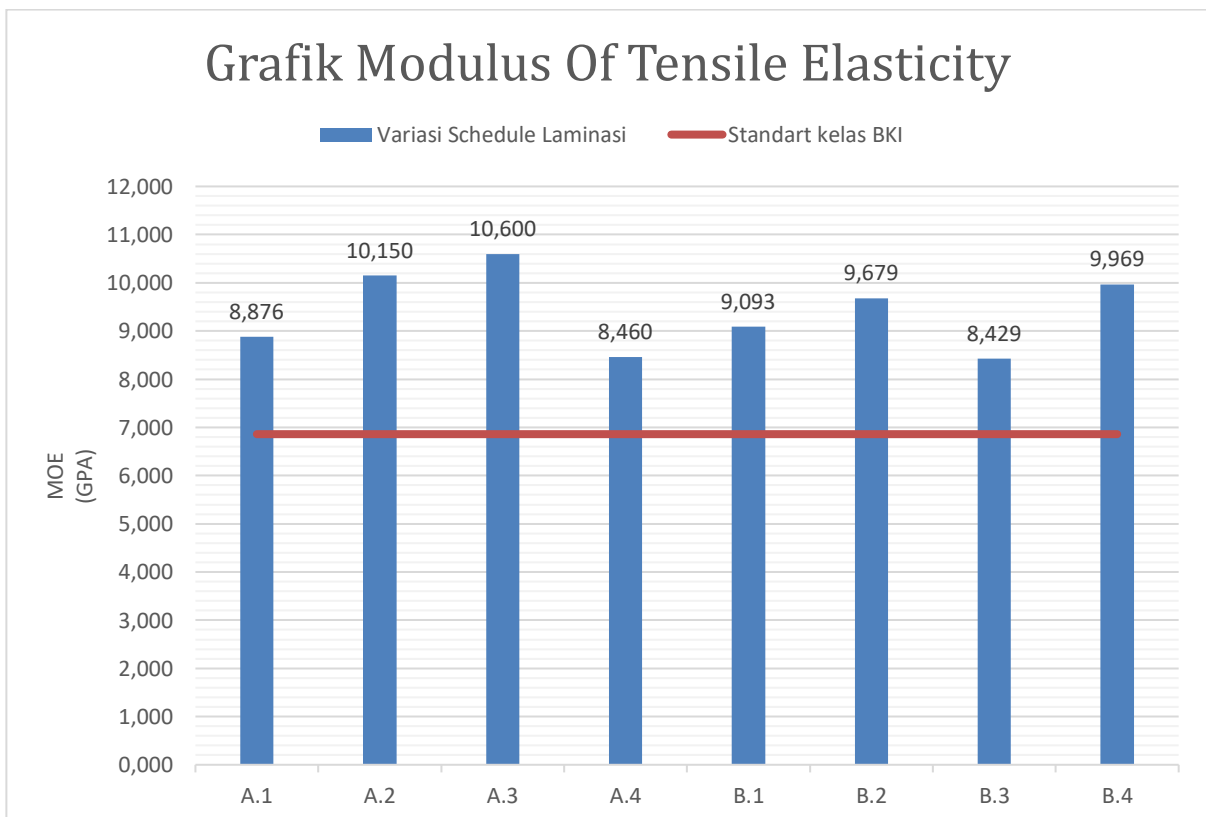
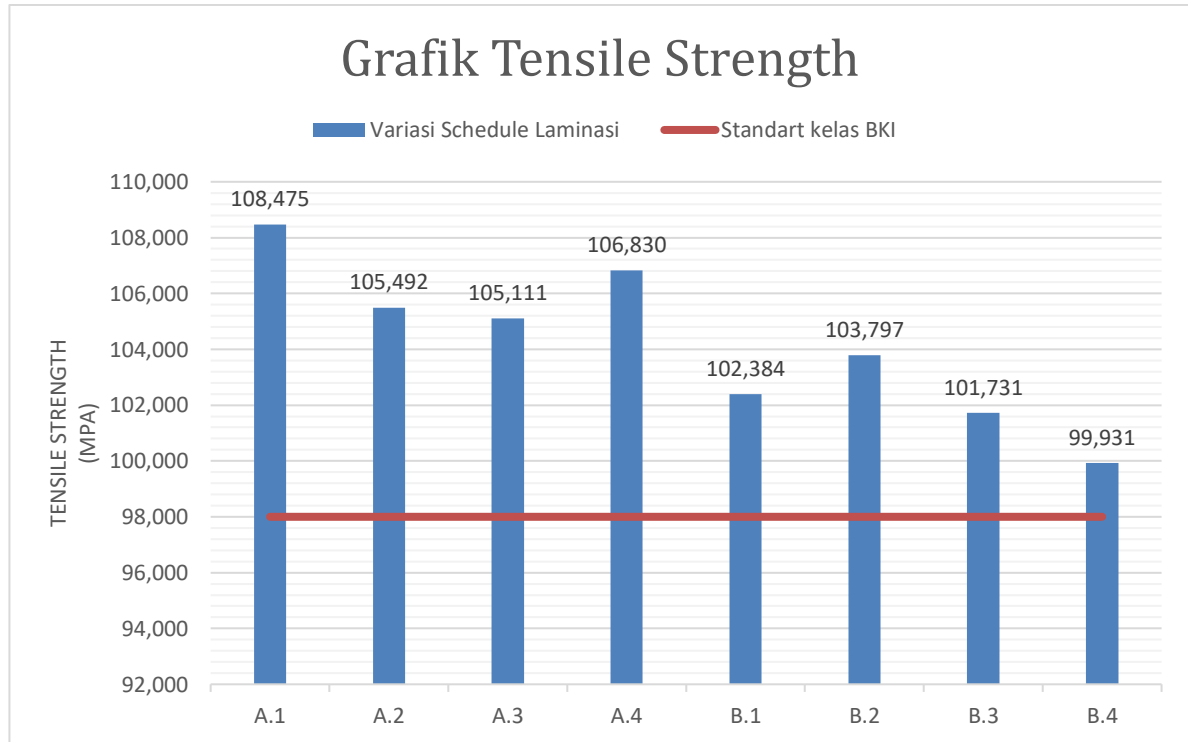


Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(MPa)
B.4.1	272	19,08	16,05	322	2	12	166,020
B.4.2	272	19,02	16	320,32	2	11	167,587
B.4.3	272	19,11	16,1	323,771	1,9	8	156,495
B.4.4	272	19	16,09	321,8	1,9	9	157,597
B.4.5	272	19,06	16,12	323,367	1,8	10	148,279
Rata-rata Bending Strength							159,196

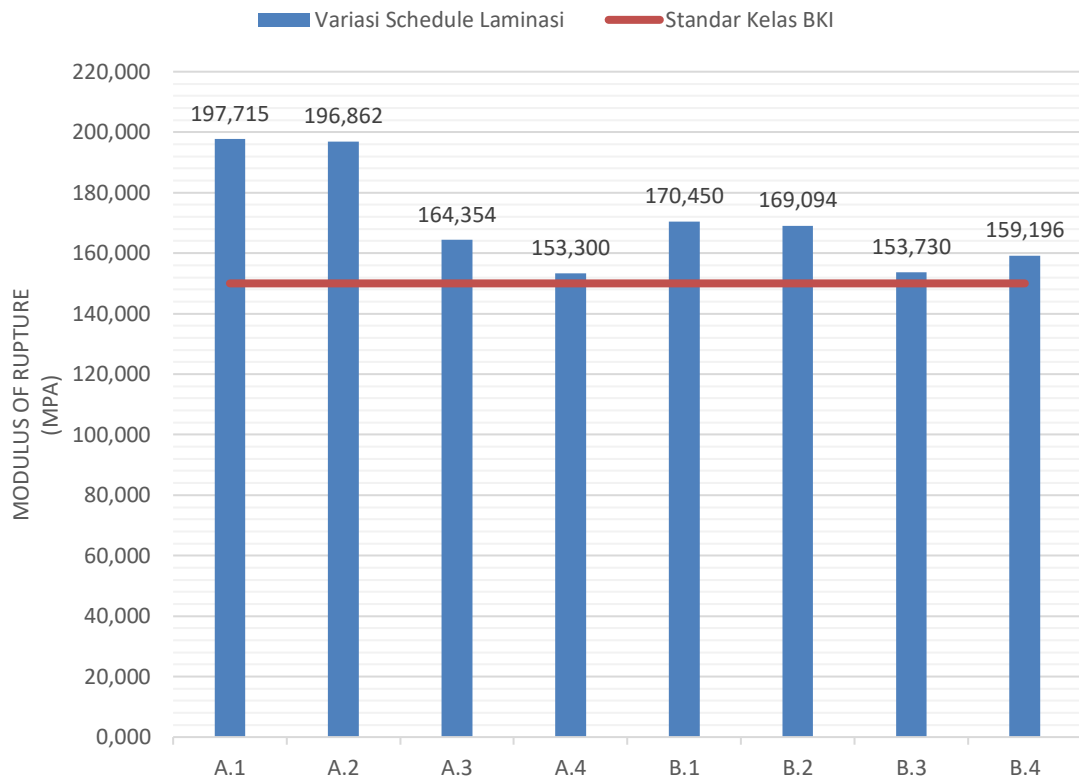


Material Kode	Spesiment Dimension				Test Result		Calculation
	Length	Width	Thickness	CSA	Load	Deflection	MOR
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	mm	(GPa)
B.4.1	272	19,08	16,05	322	2	12	10,629
B.4.2	272	19,02	16	320,32	2	11	11,741
B.4.3	272	19,11	16,1	323,771	1,9	8	14,982
B.4.4	272	19	16,09	321,8	1,9	9	13,419
B.4.5	272	19,06	16,12	323,367	1,8	10	11,342
Rata-rata Modulus Of Bending Elasticity							12,423

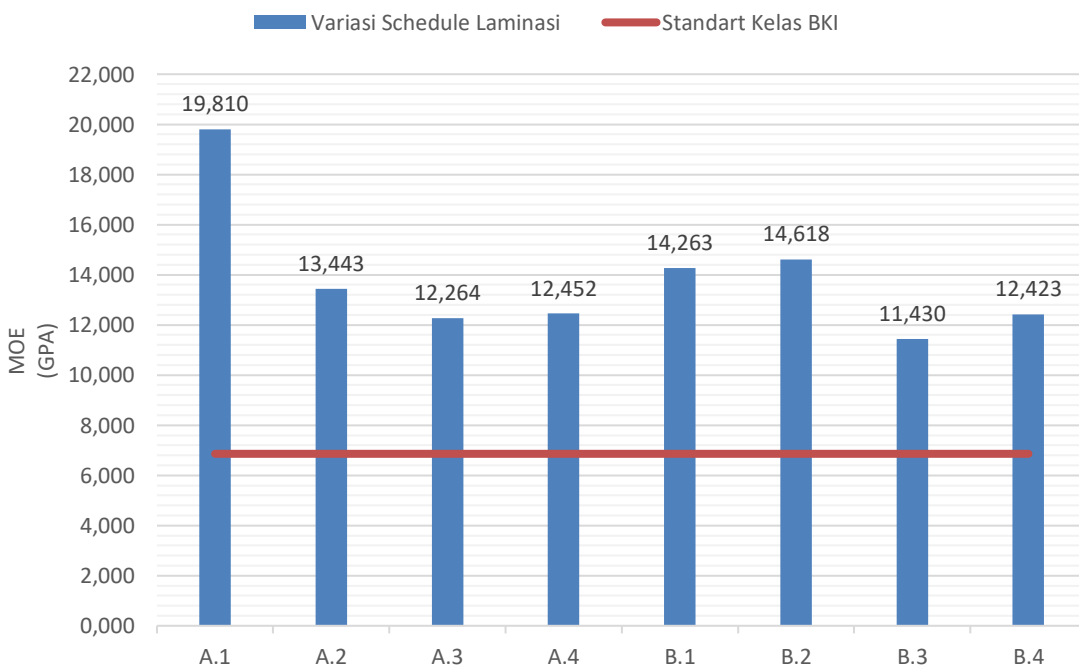
## LAMPIRAN D GRAFIK HASIL PENGUJIAN



## Grafik Bending Strength



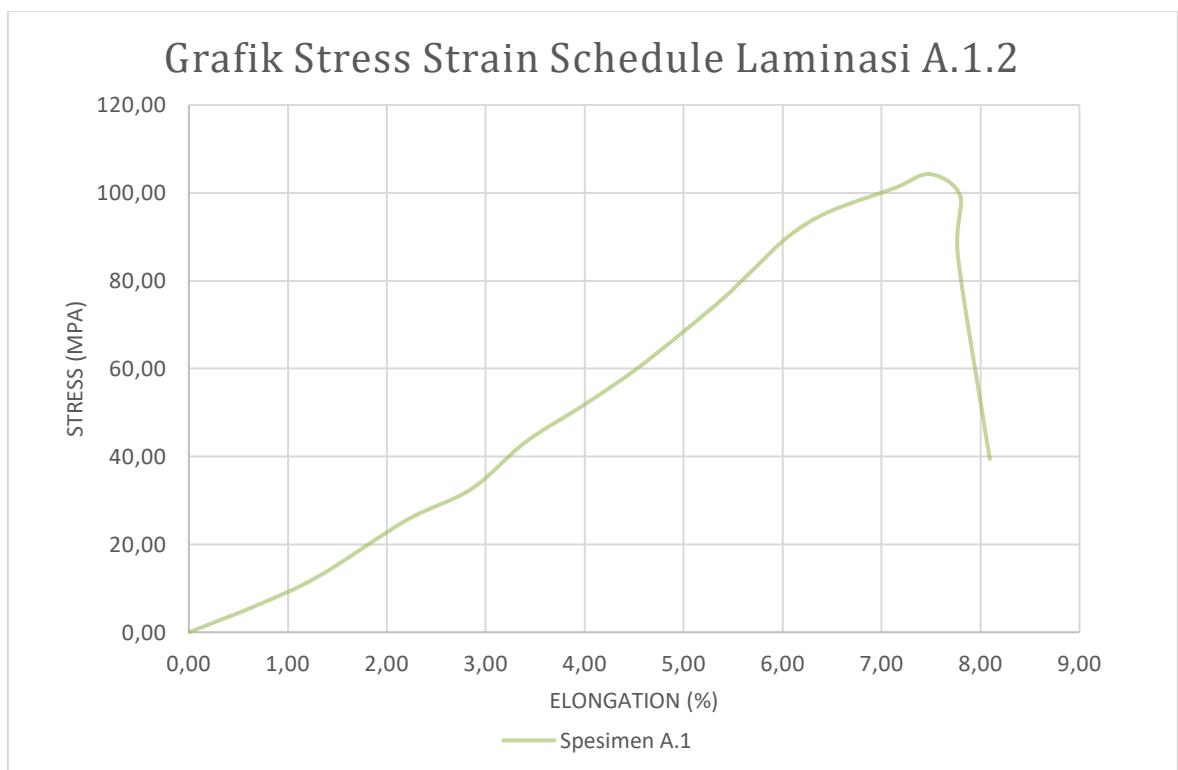
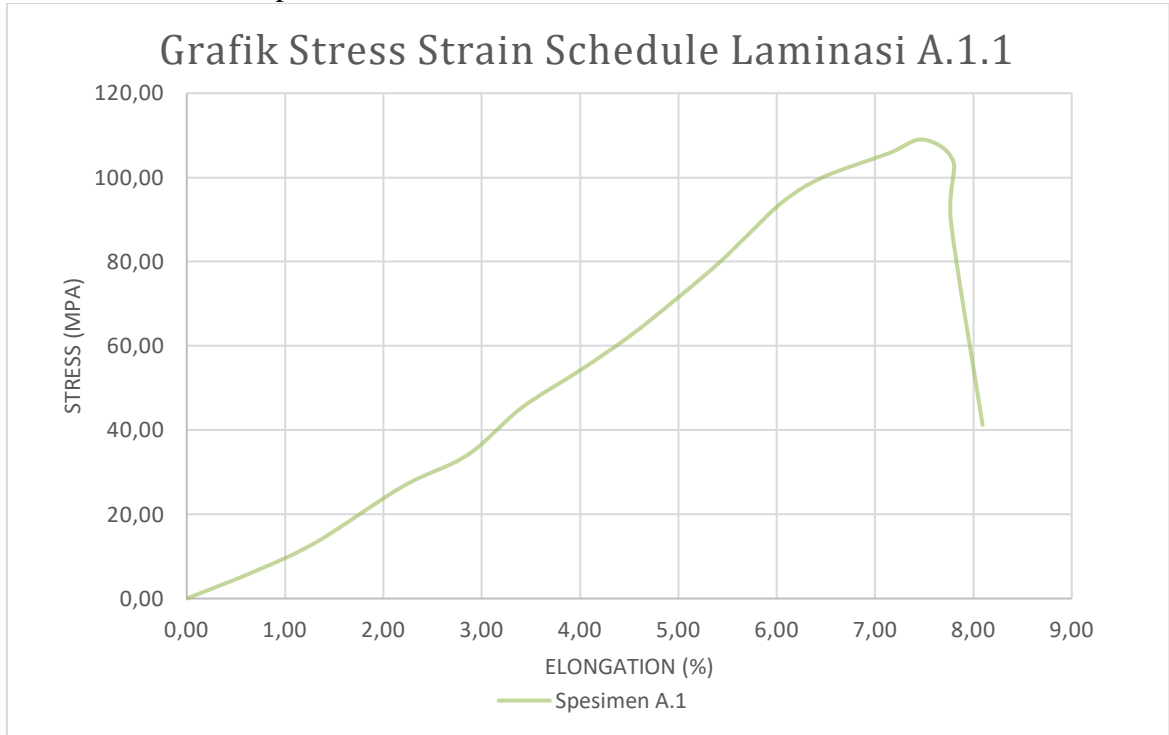
## Grafik Modulus Of Bending Elasticity



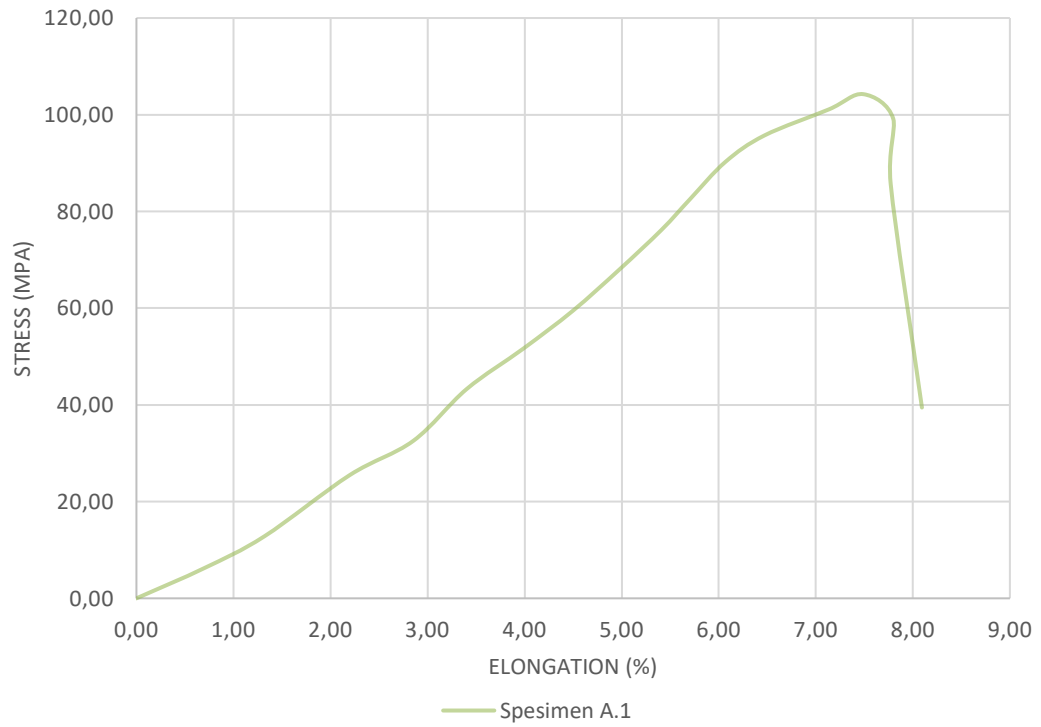
## LAMPIRAN E

### GRAFIK *STRESS STRAIN*

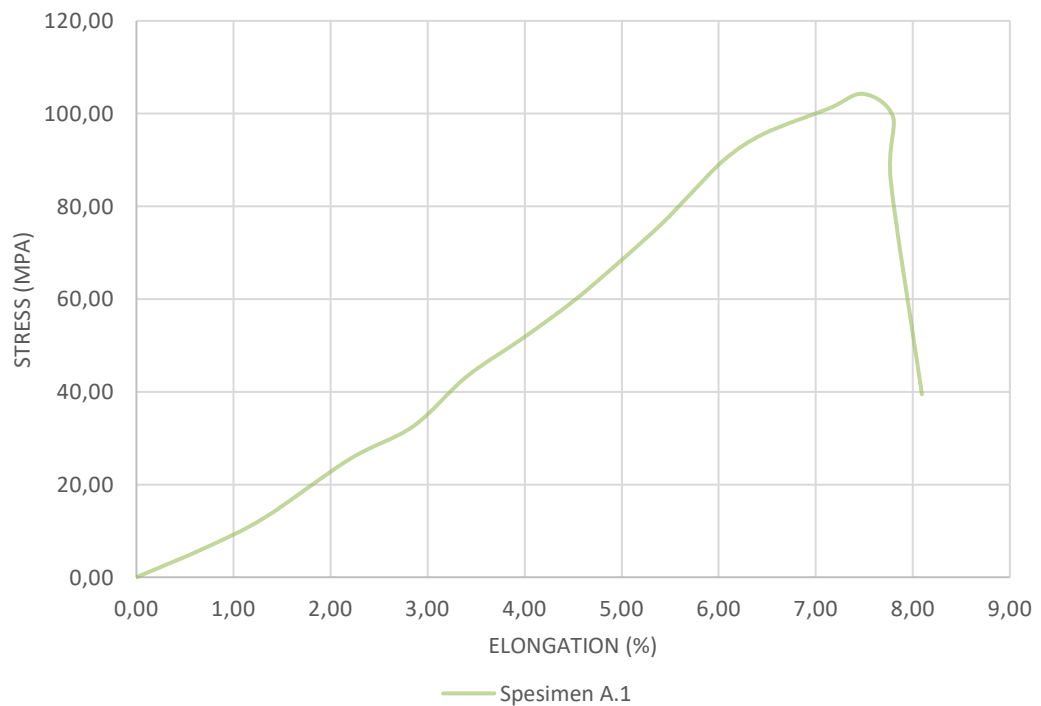
- *Stress strain Tipe A.1*



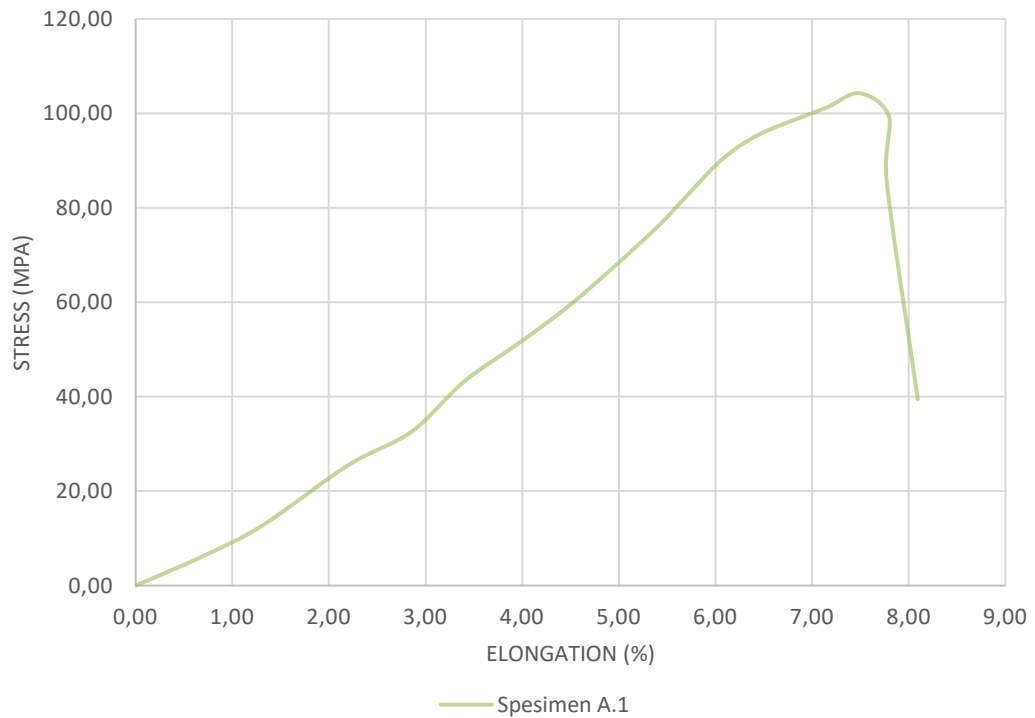
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.1.3



### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.1.4

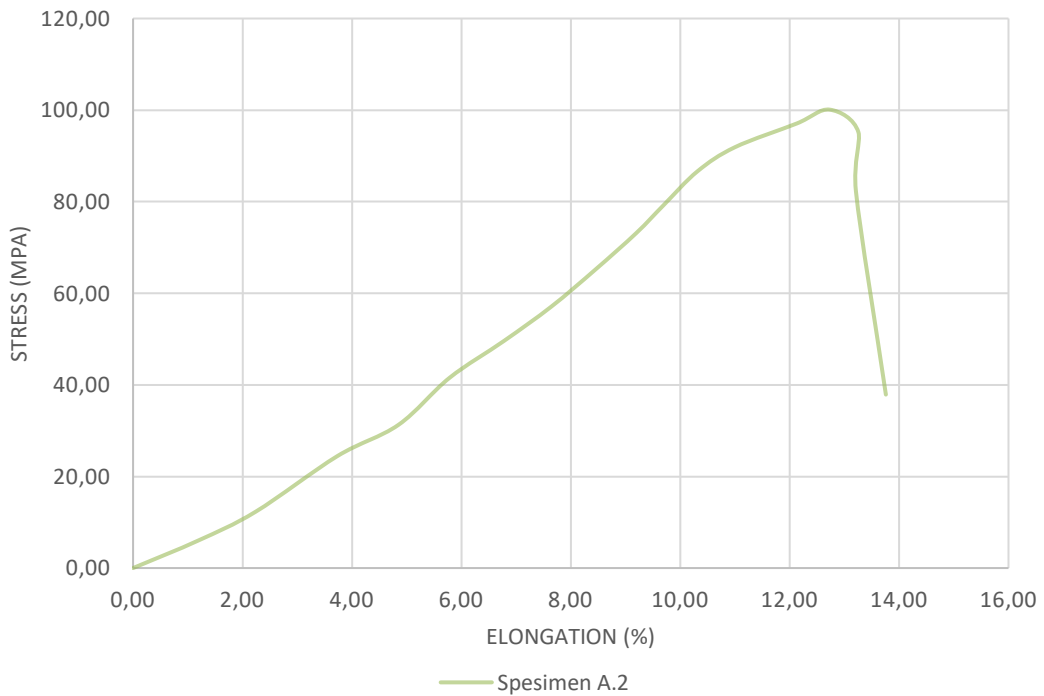


### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.1.5

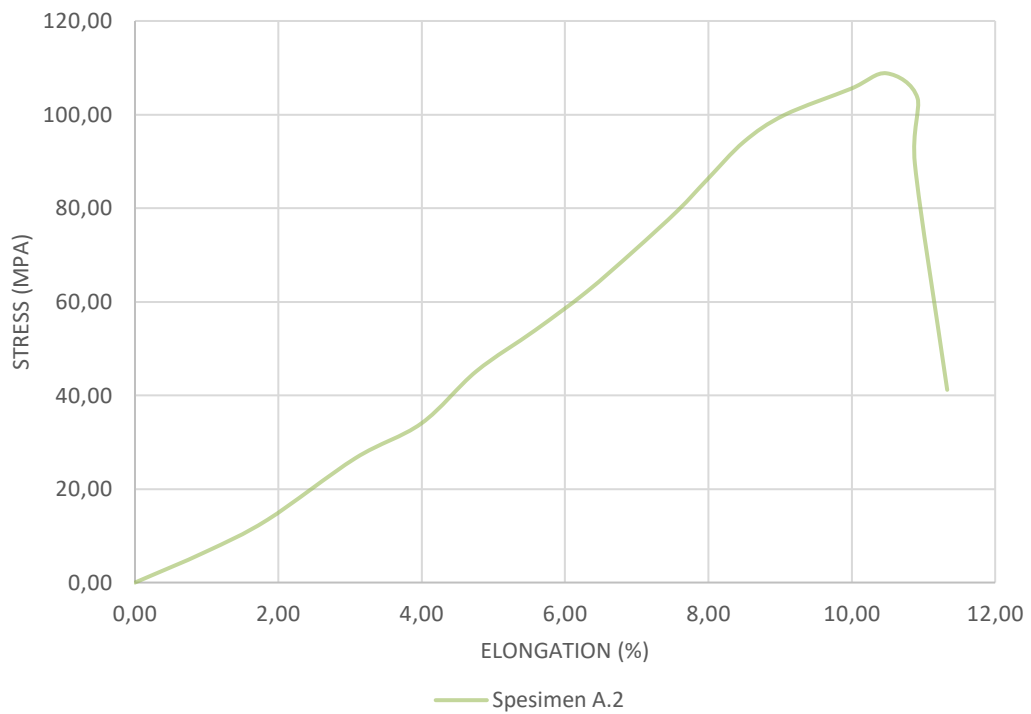


- *Stress strain Tipe A.2*

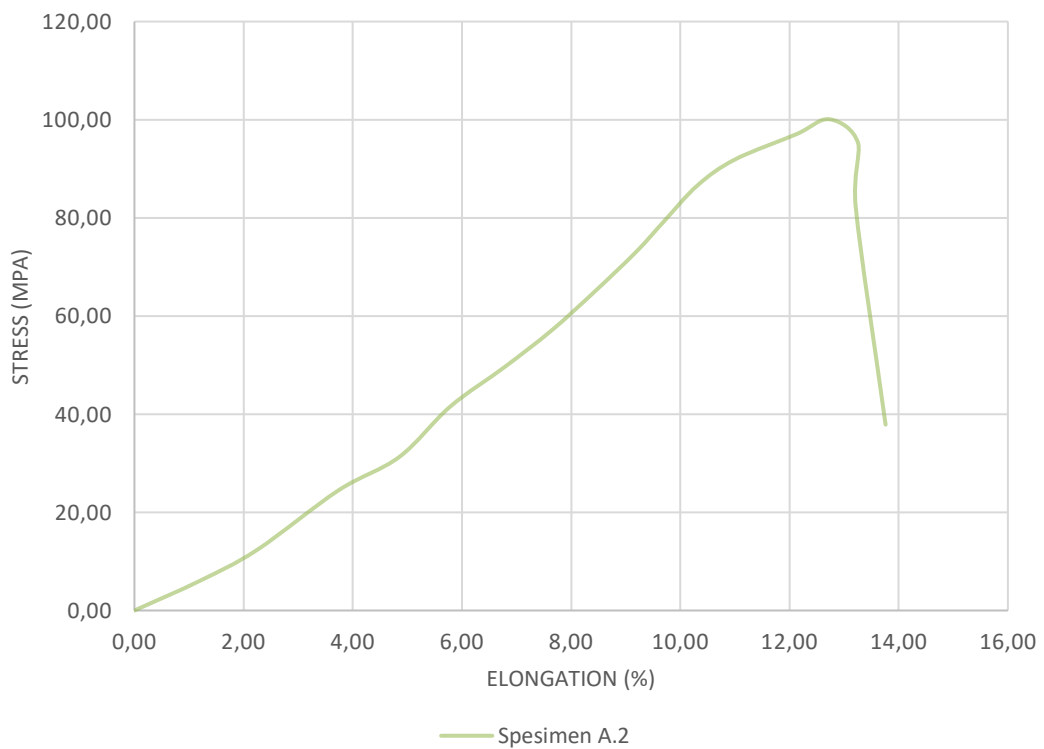
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.2.1



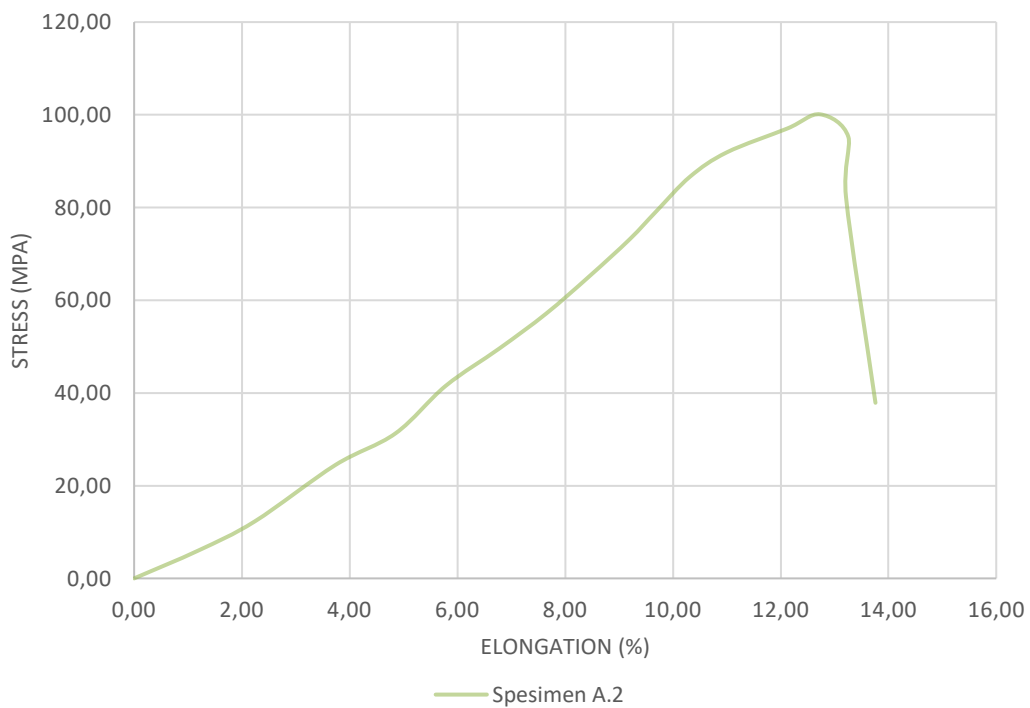
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.2.2



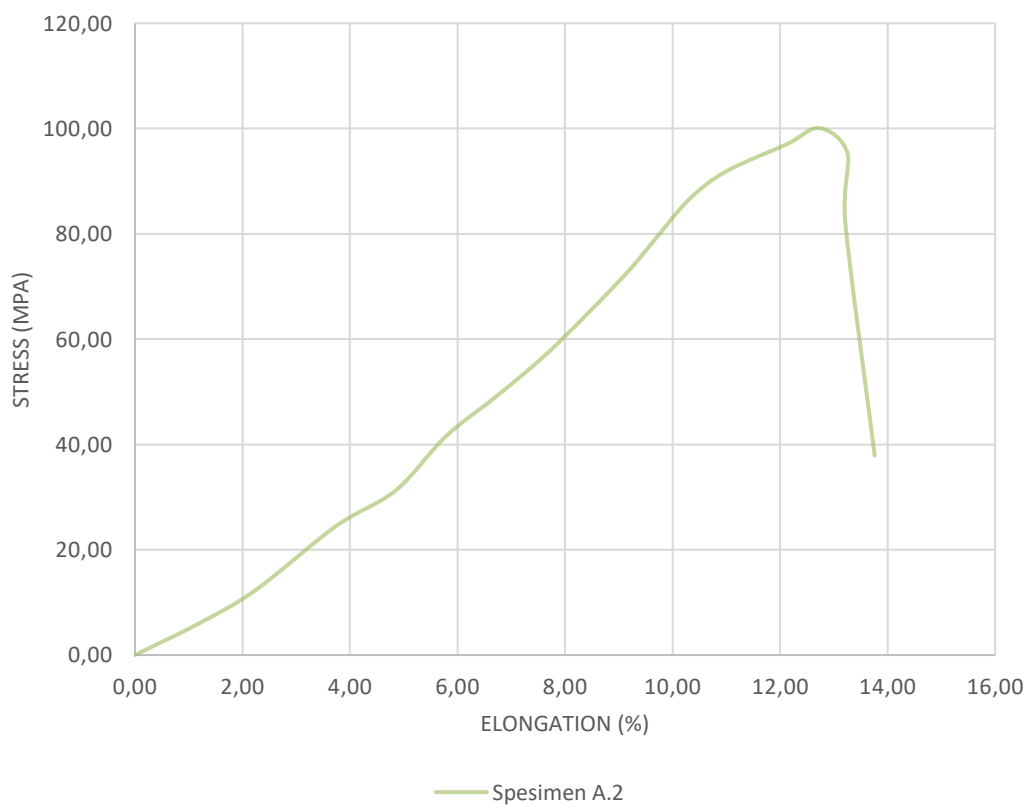
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.2.3



### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.2.4

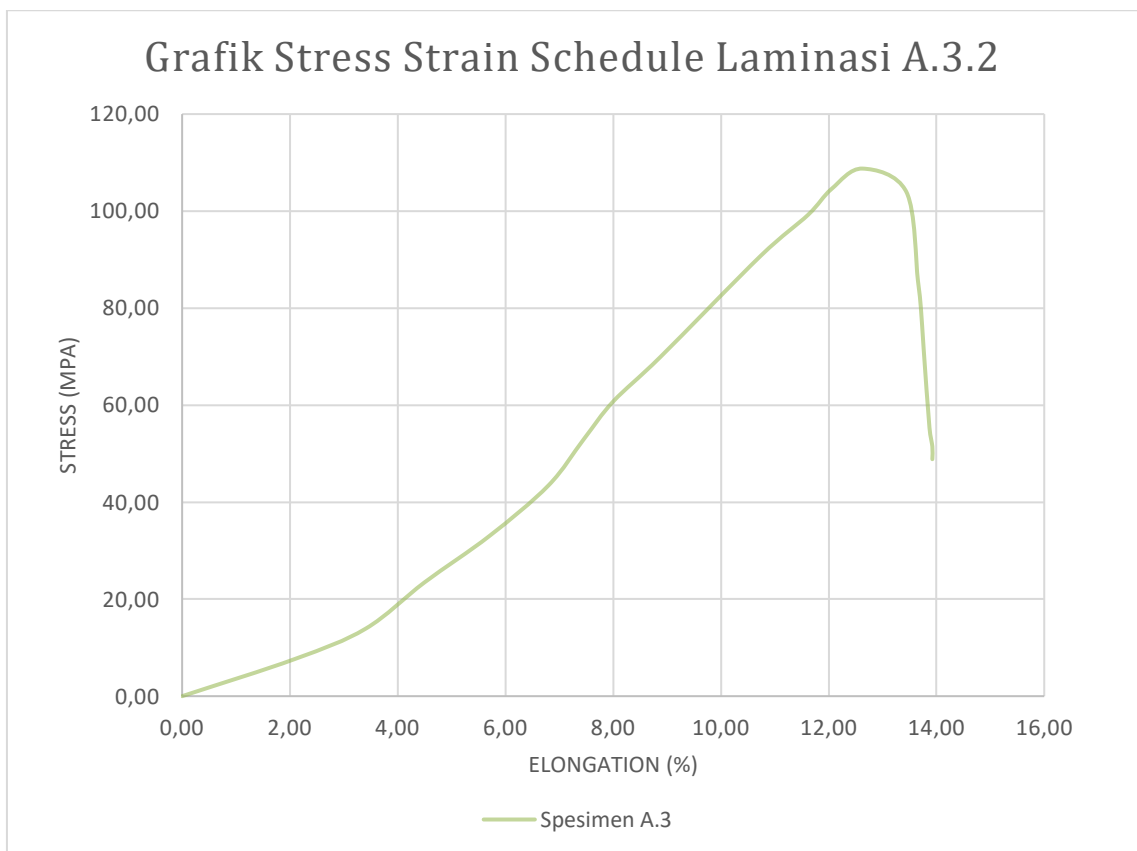
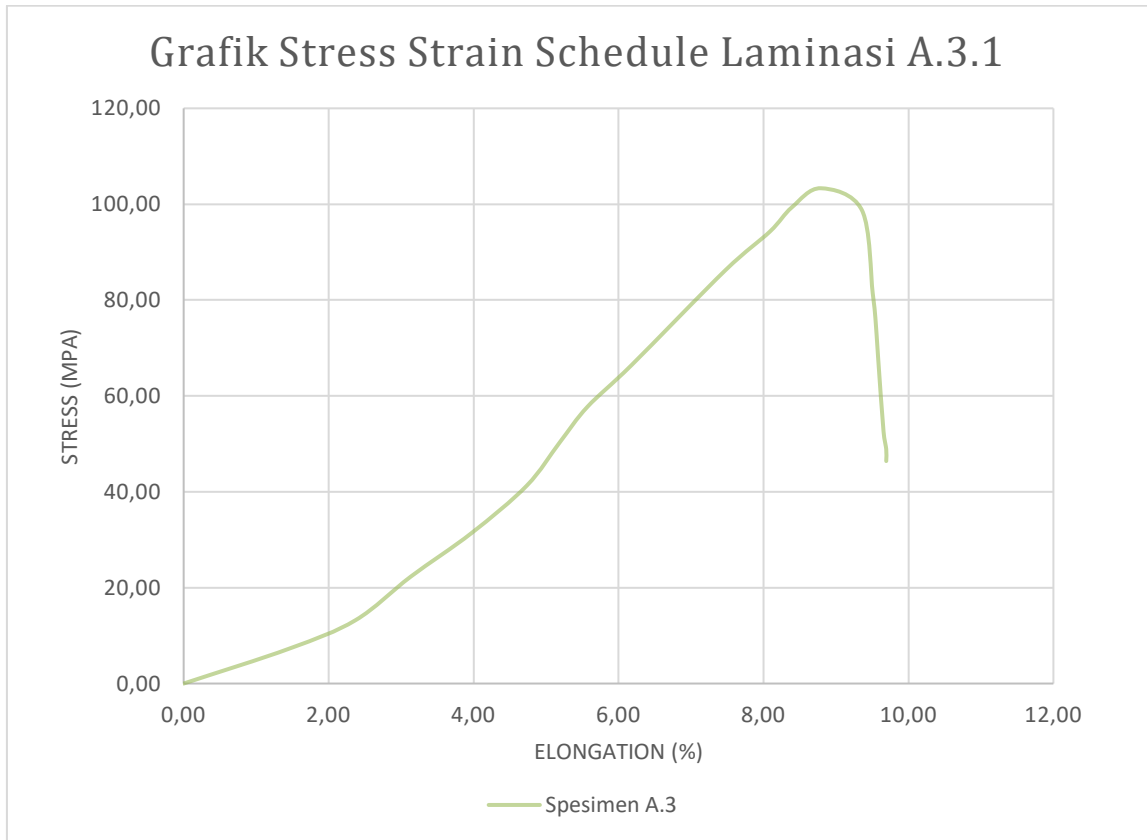


### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.2.5

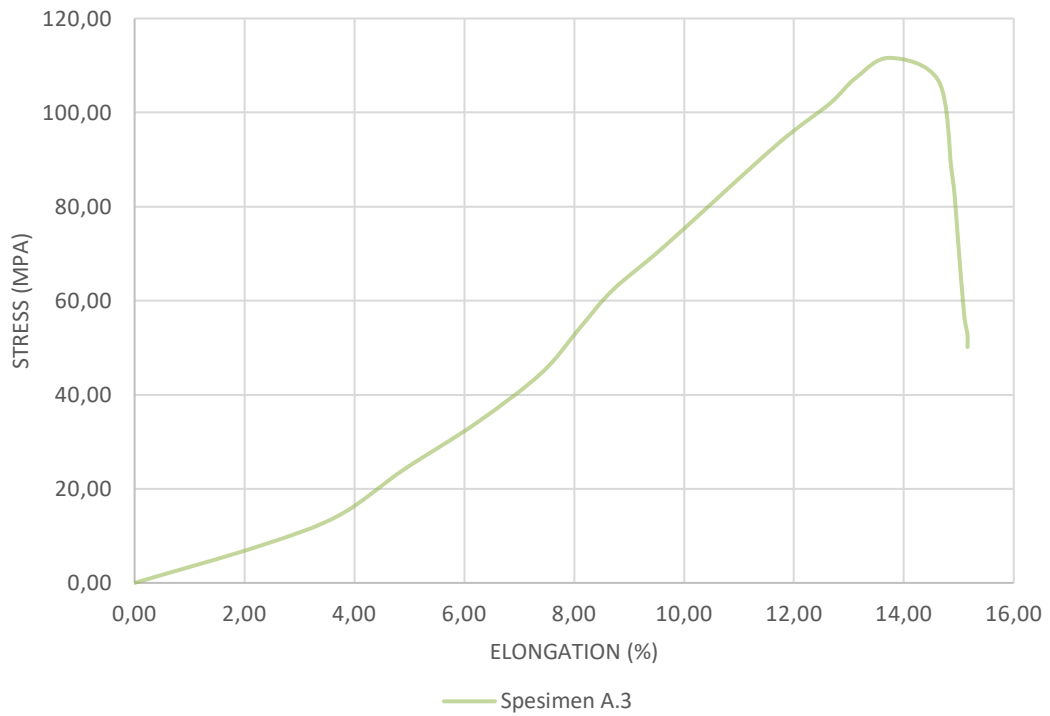




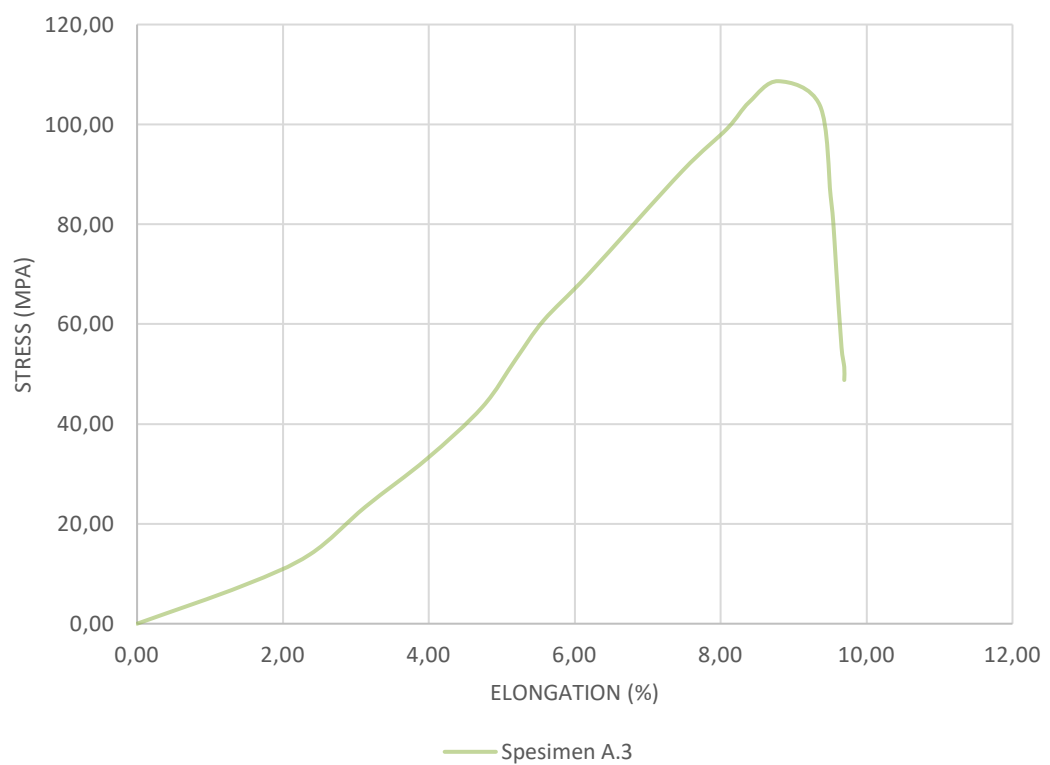
- *Stress strain Tipe A.3*



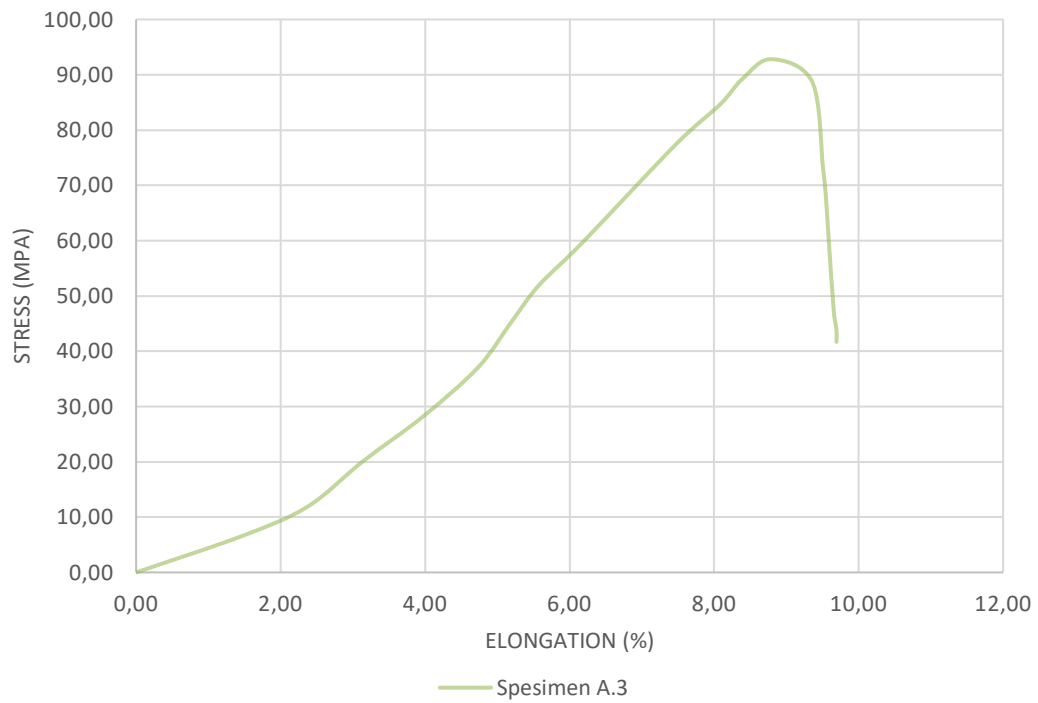
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.3.3



### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.3.4

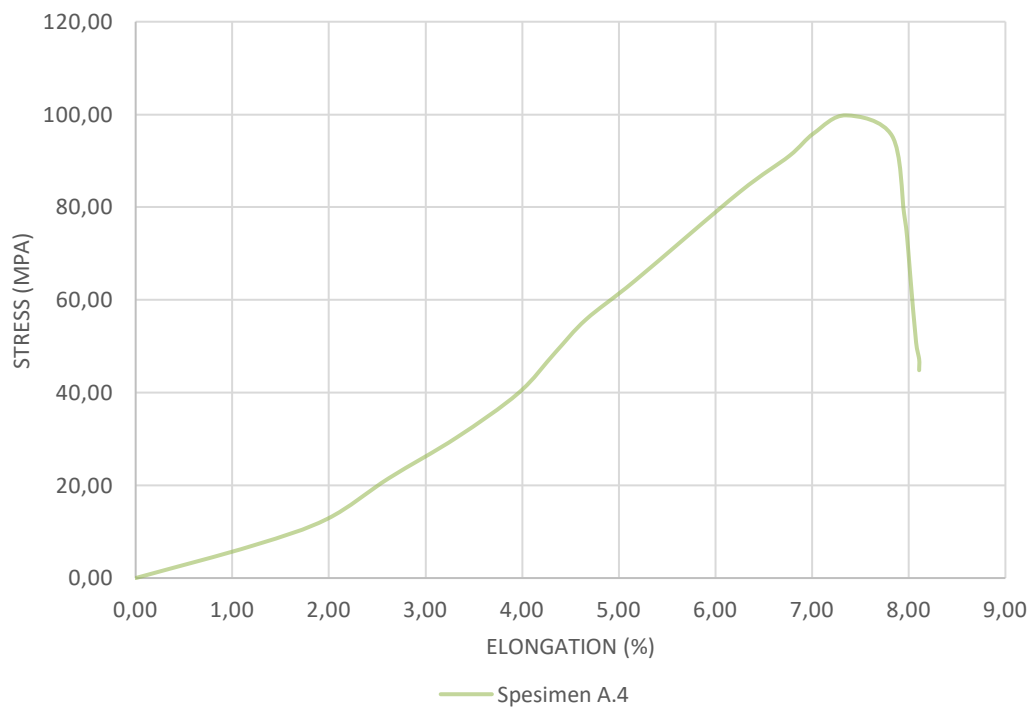


### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.3.5

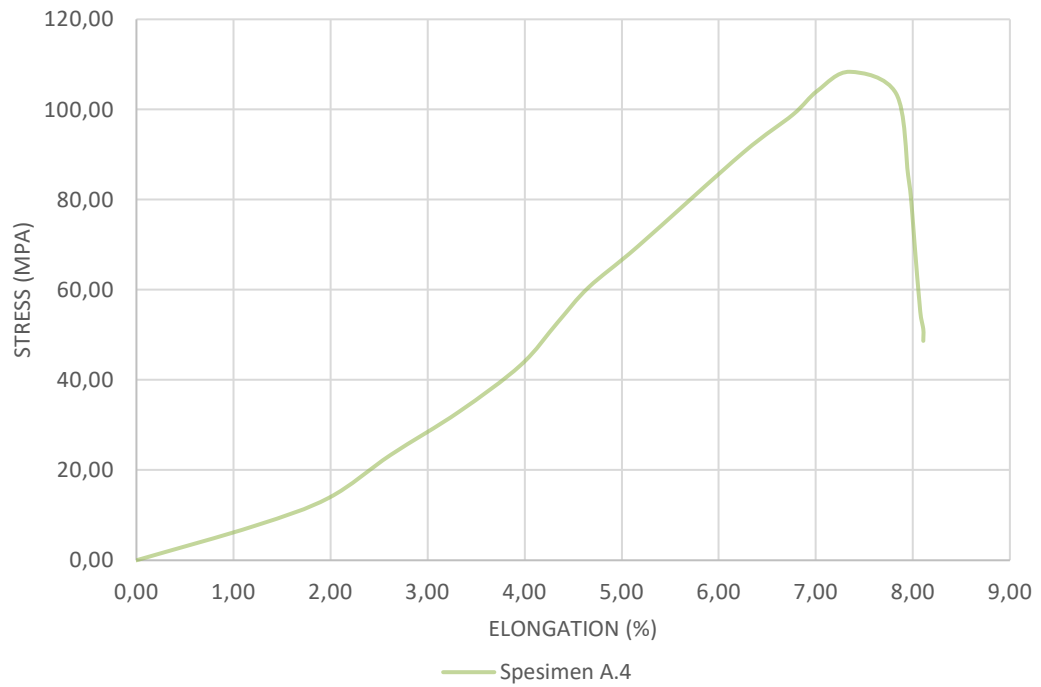


- *Stress strain Tipe A.4*

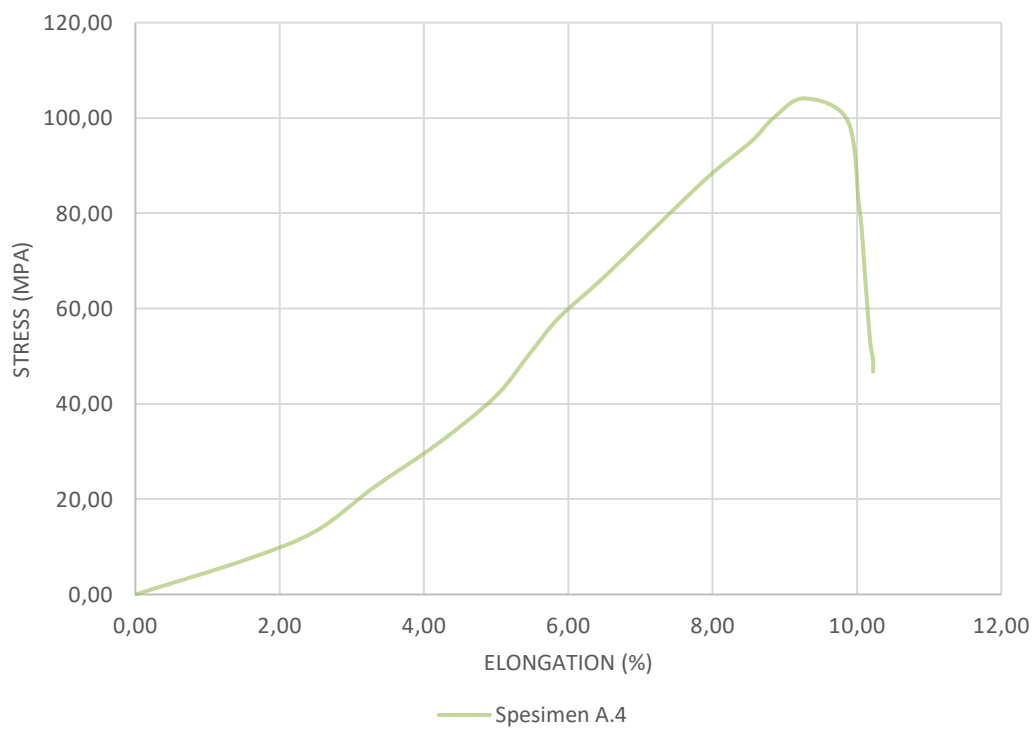
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.4.1



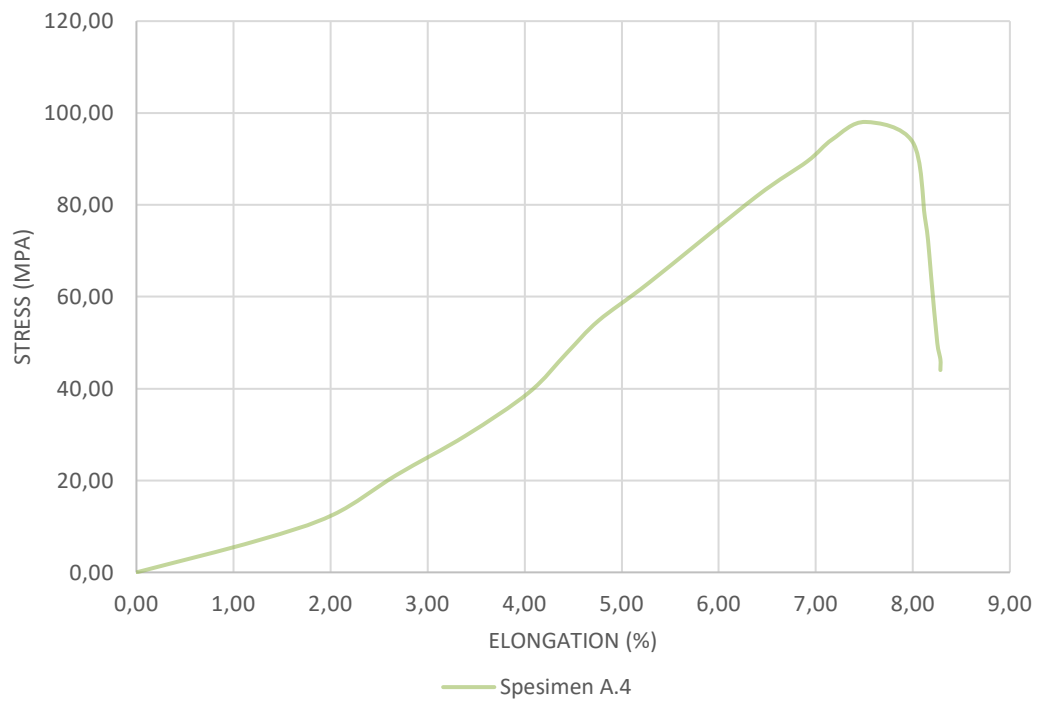
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.4.2



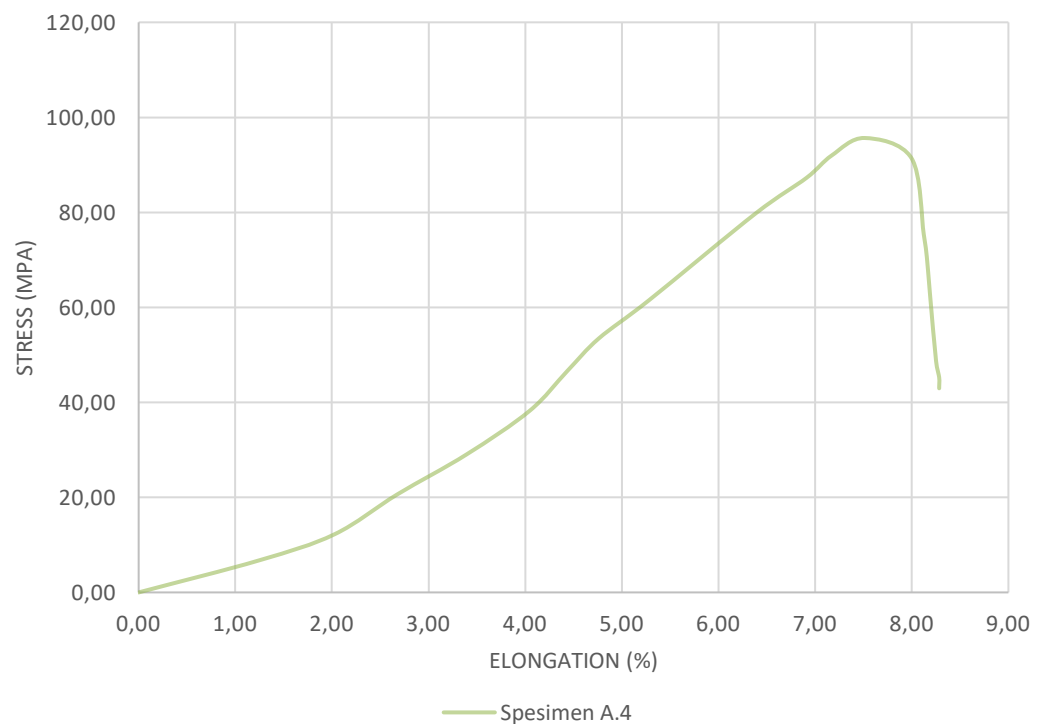
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.4.3



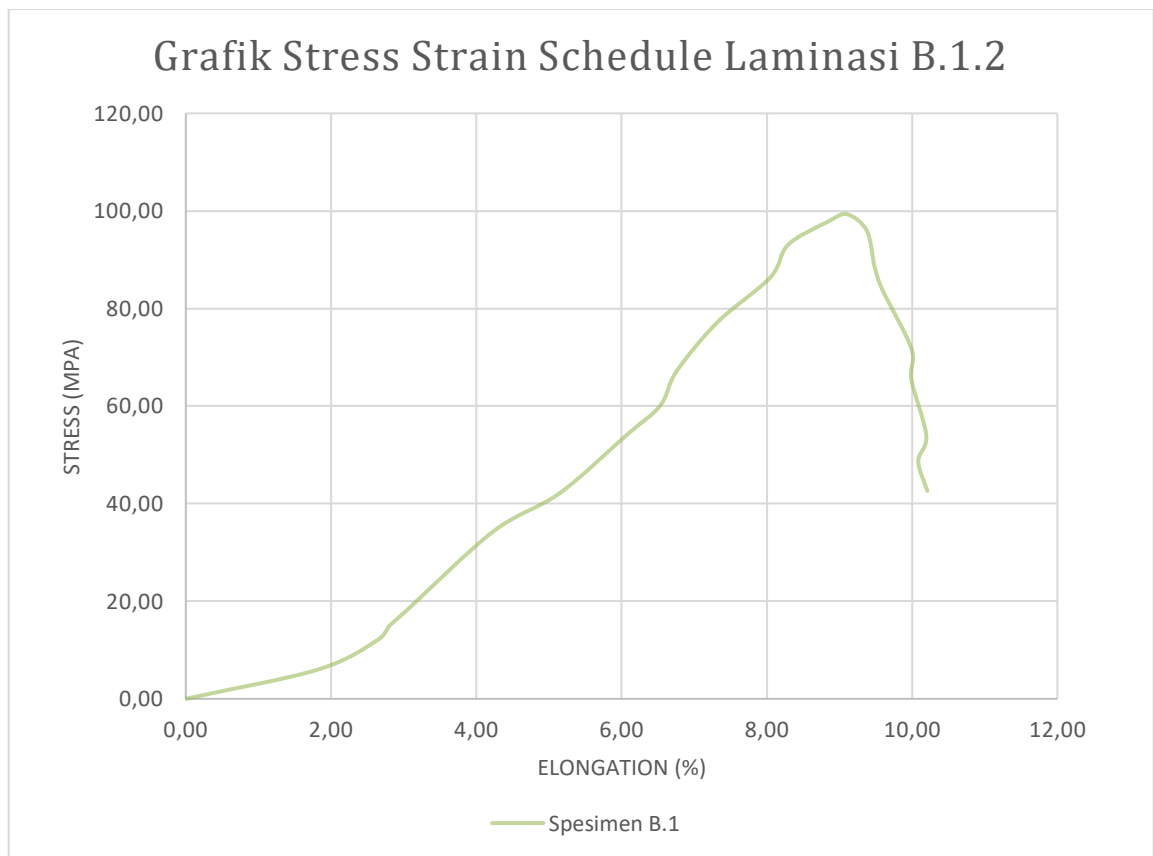
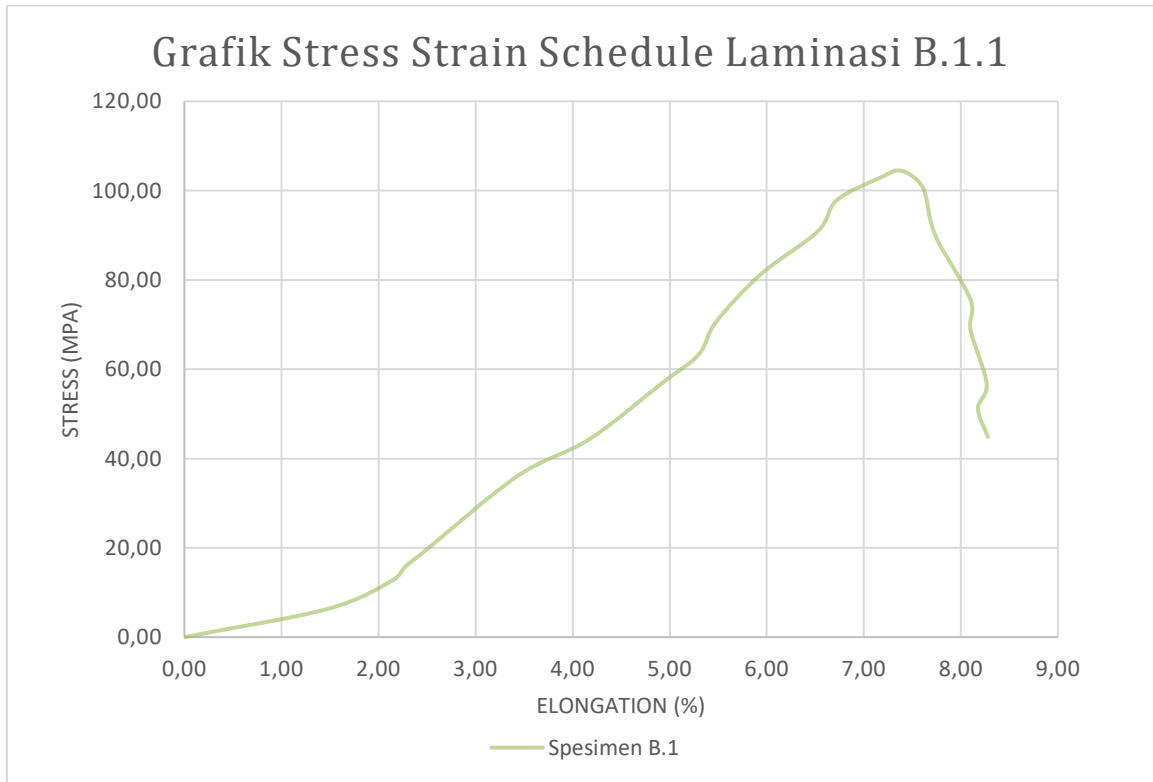
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.4.4



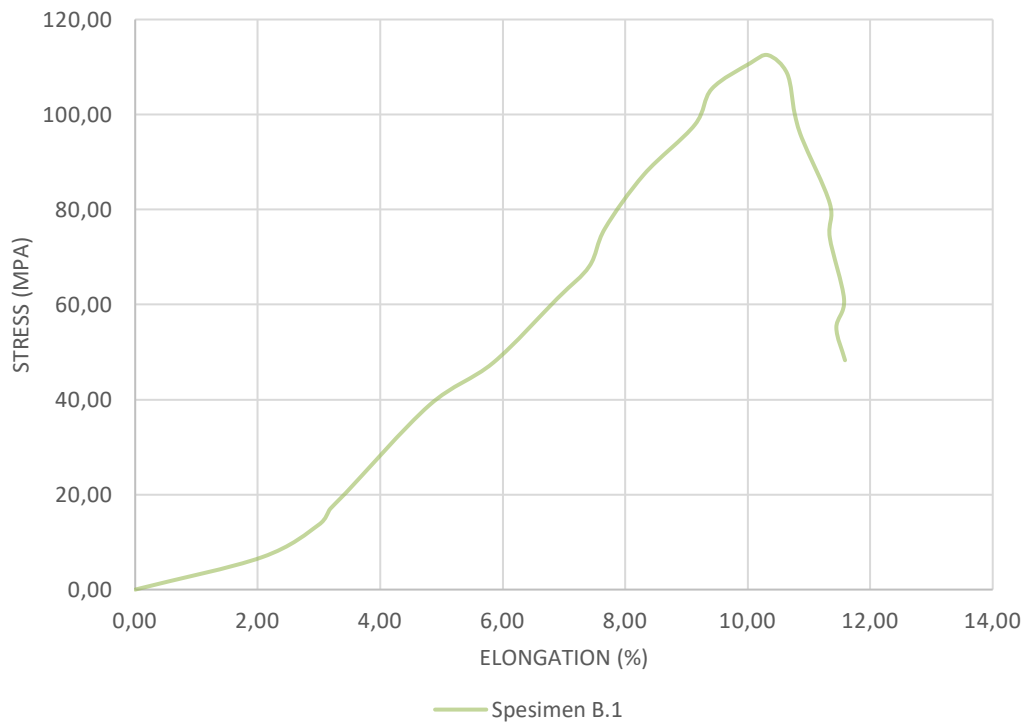
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi A.4.5



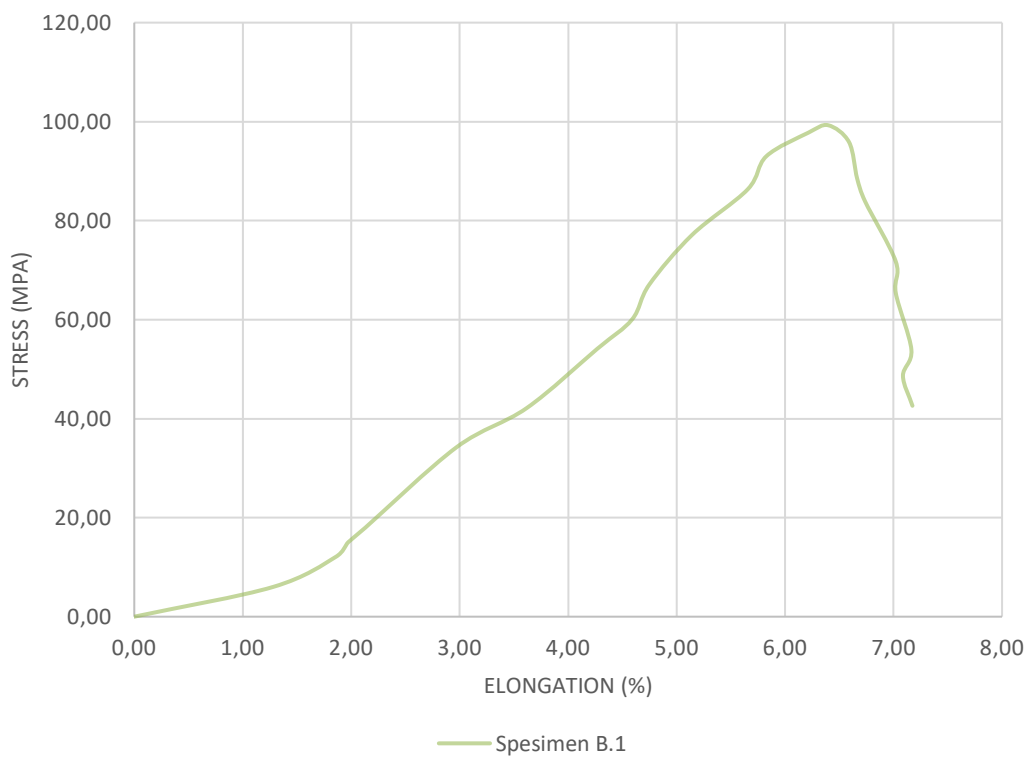
- *Stress strain Tipe B.1*



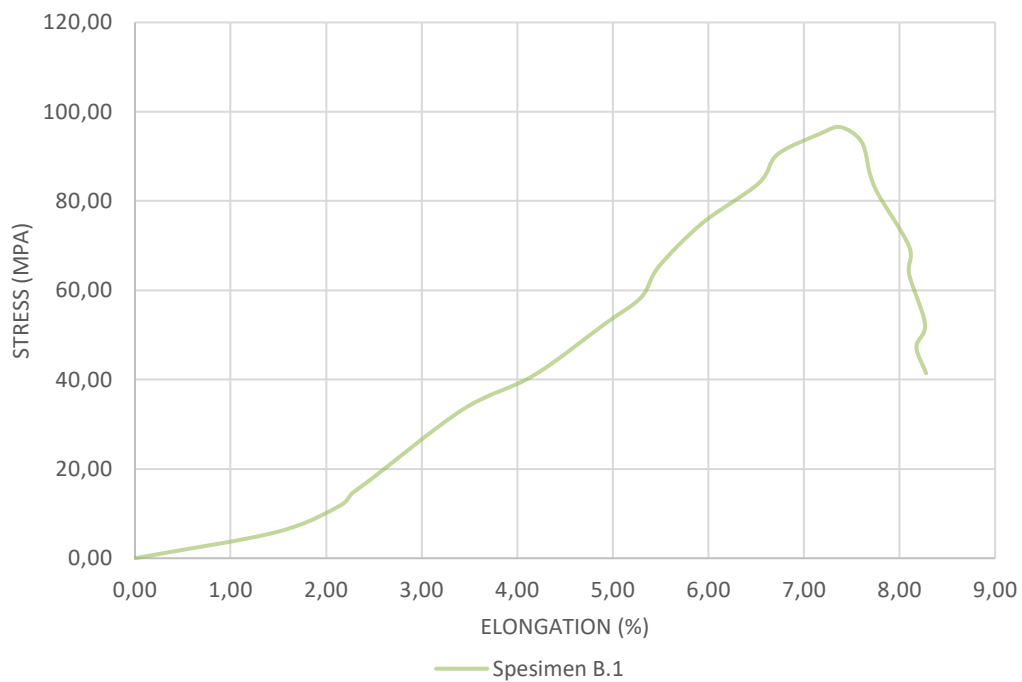
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.1.3



### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.1.4

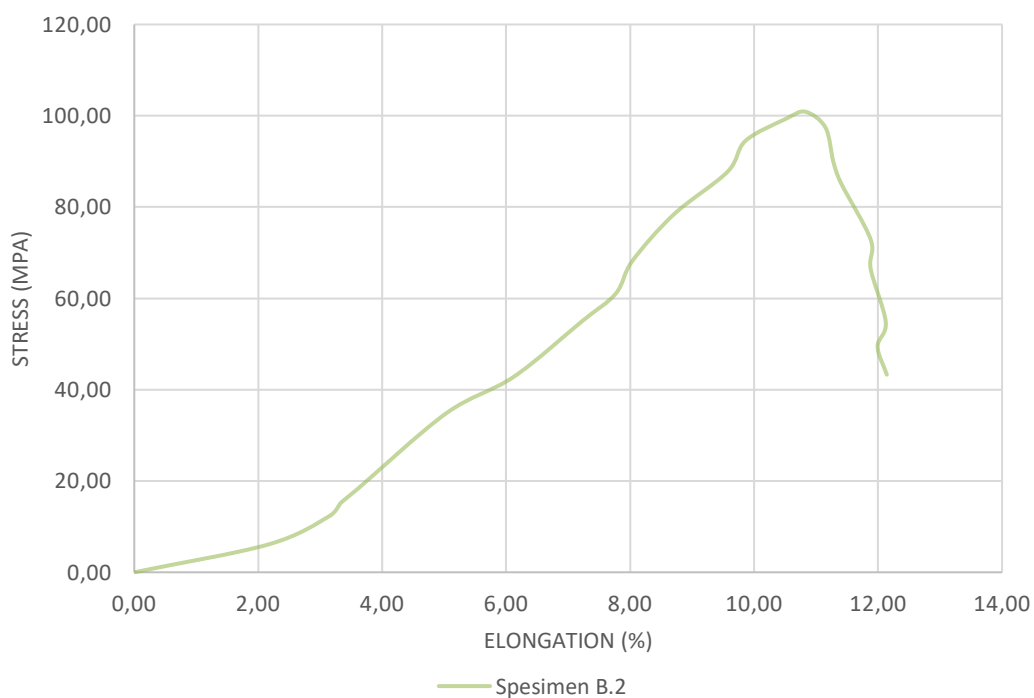


### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.1.5



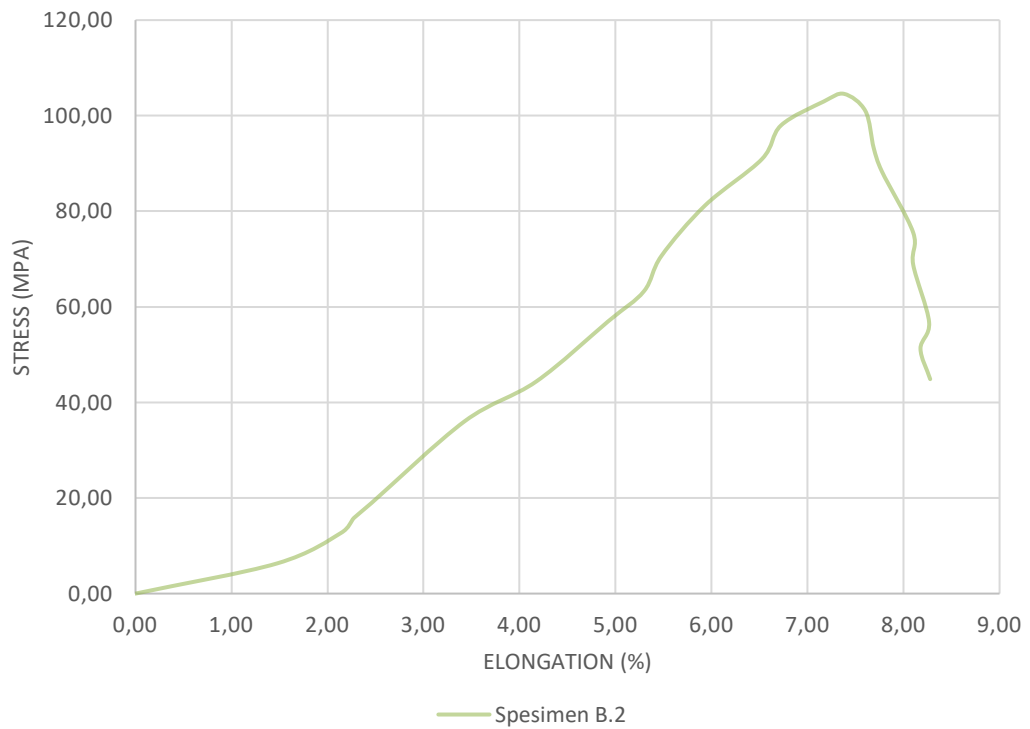
- *Stress strain Tipe B.2*

### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.2.1

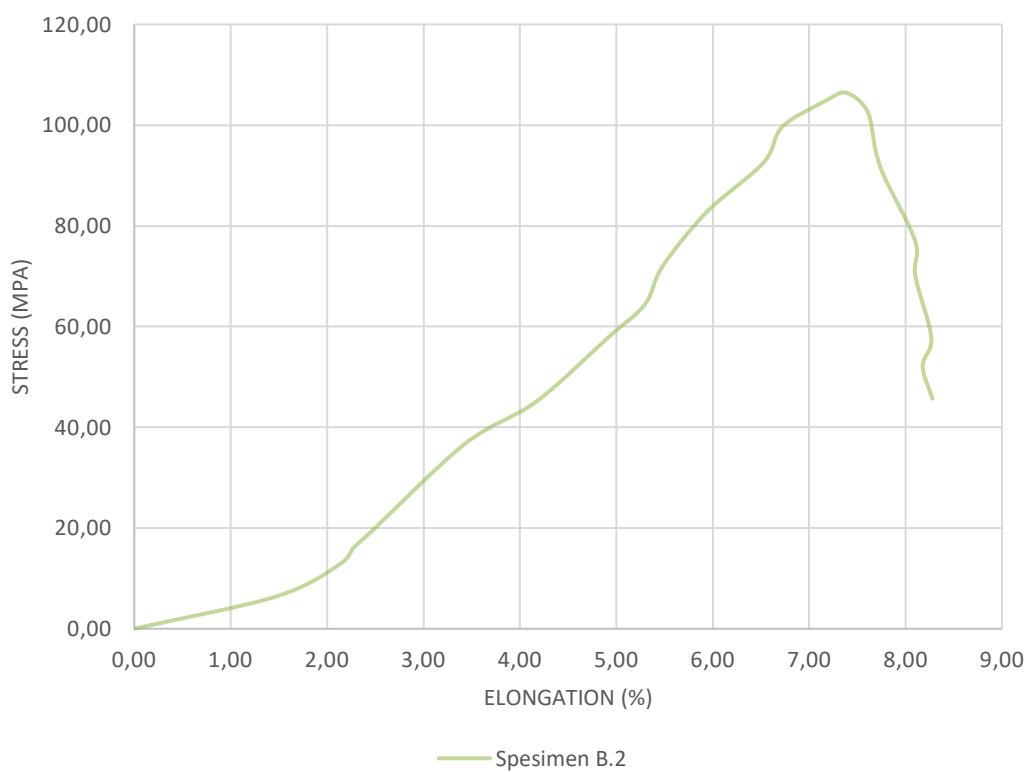




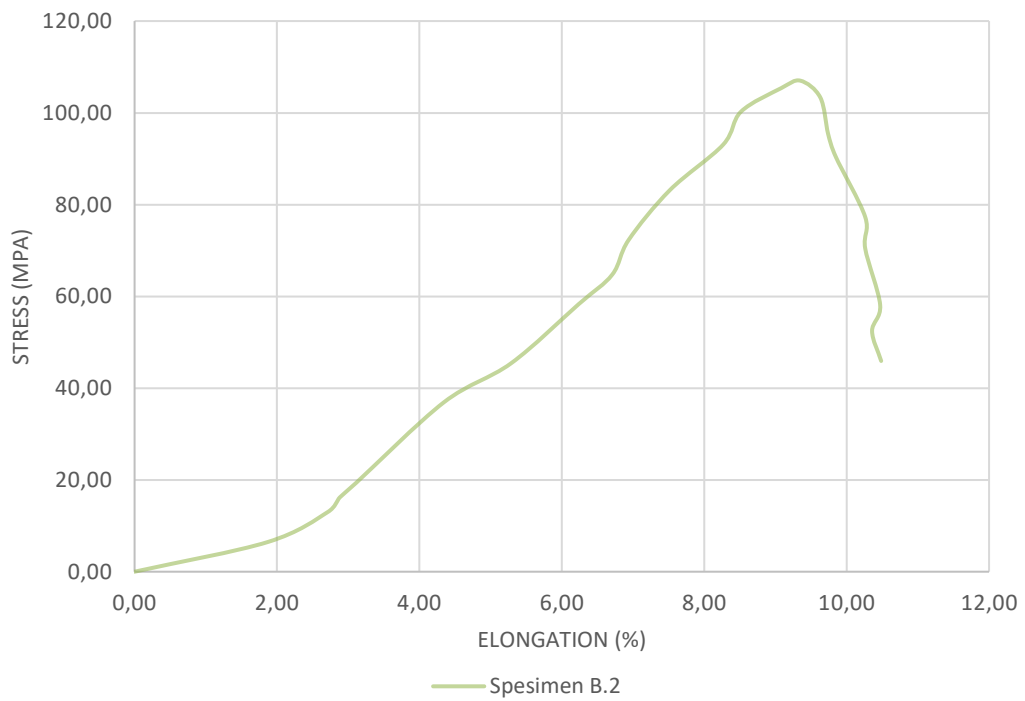
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.2.2



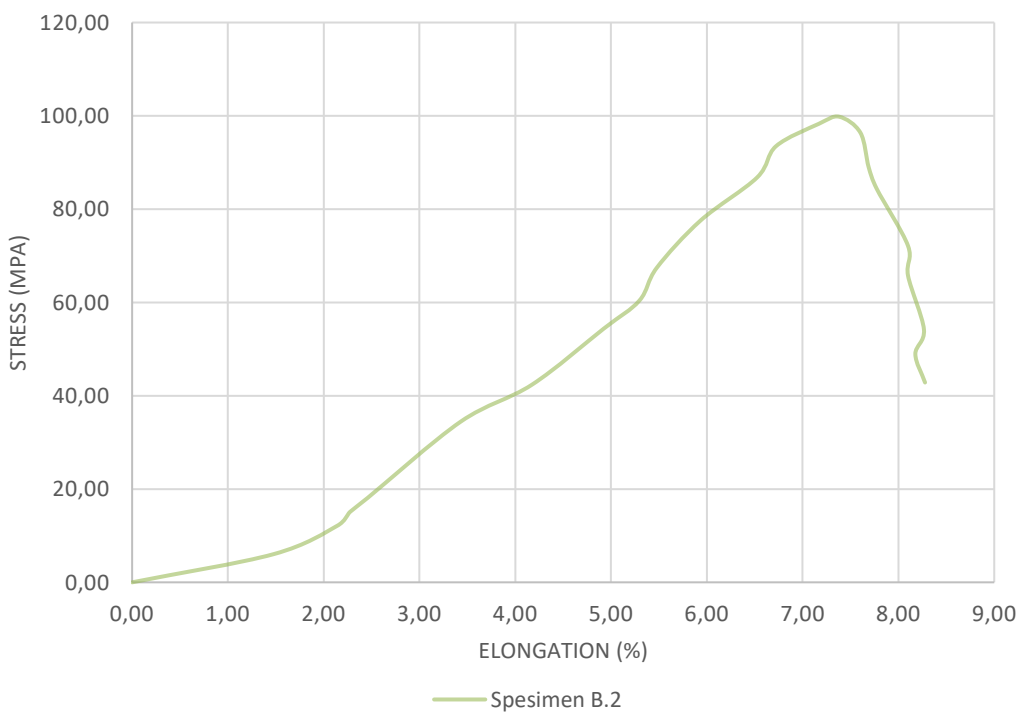
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.2.3



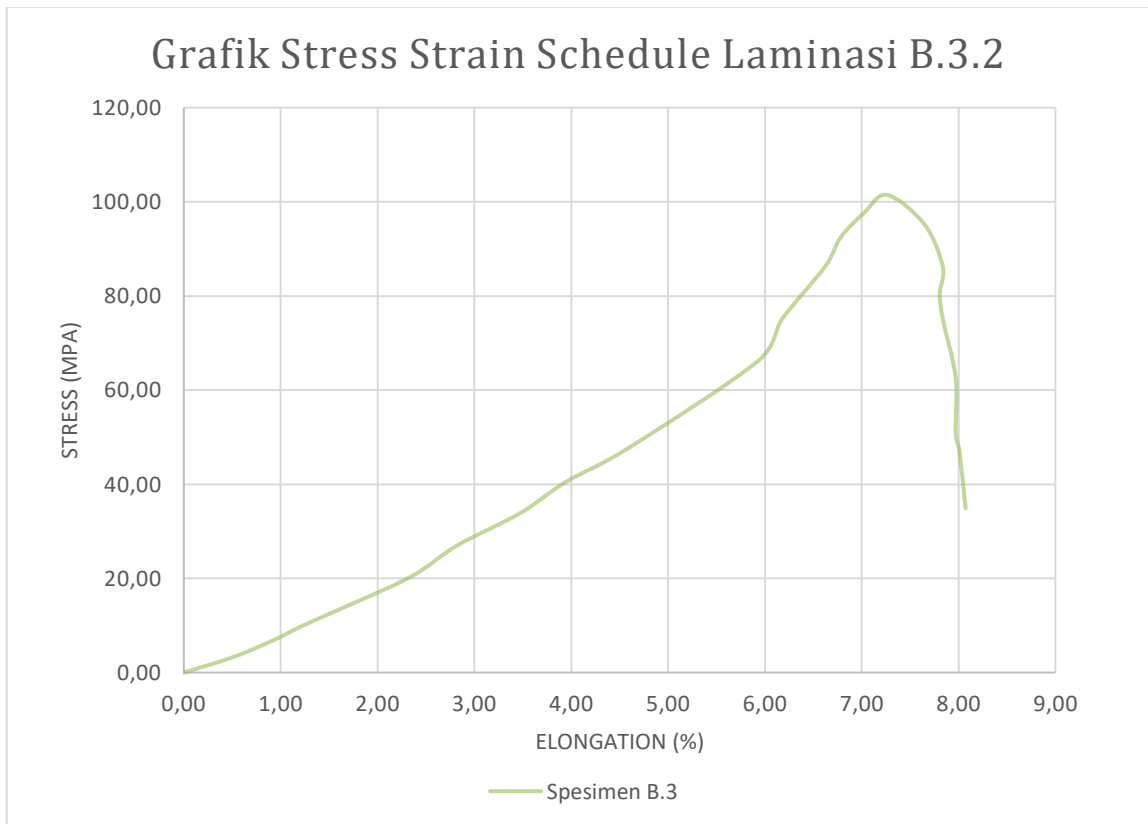
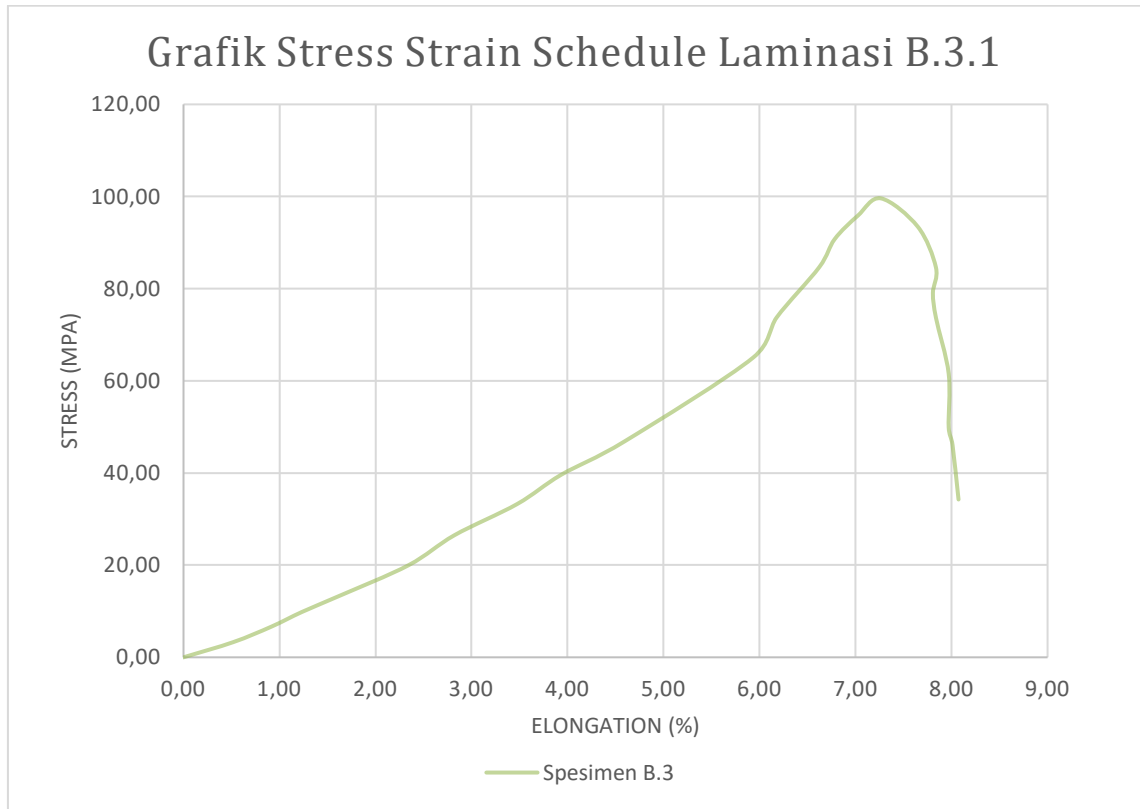
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.2.4



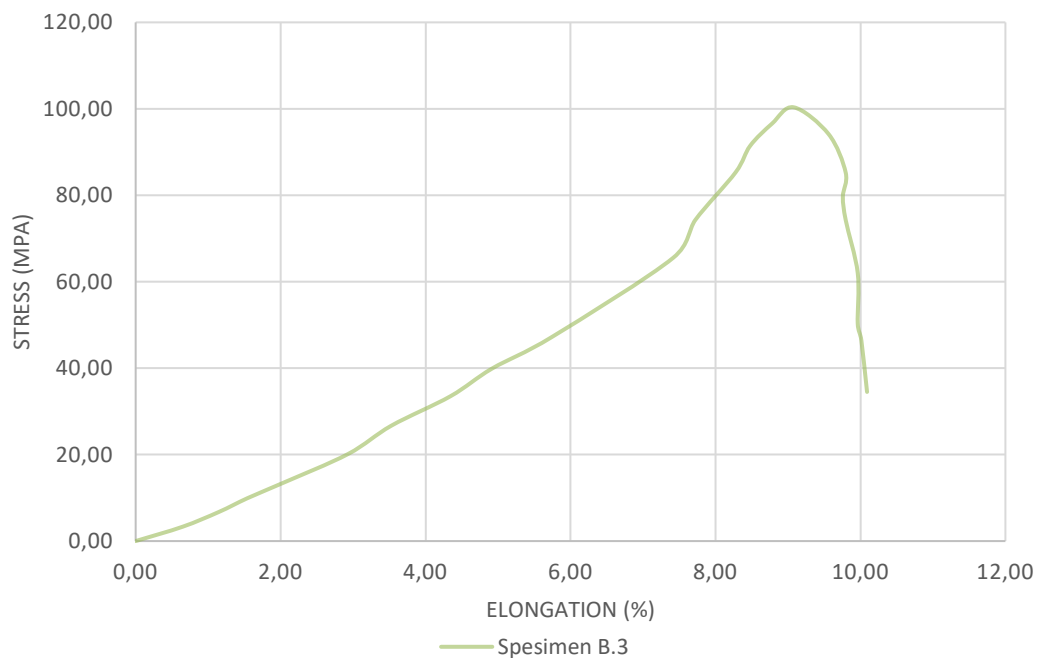
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.2.5



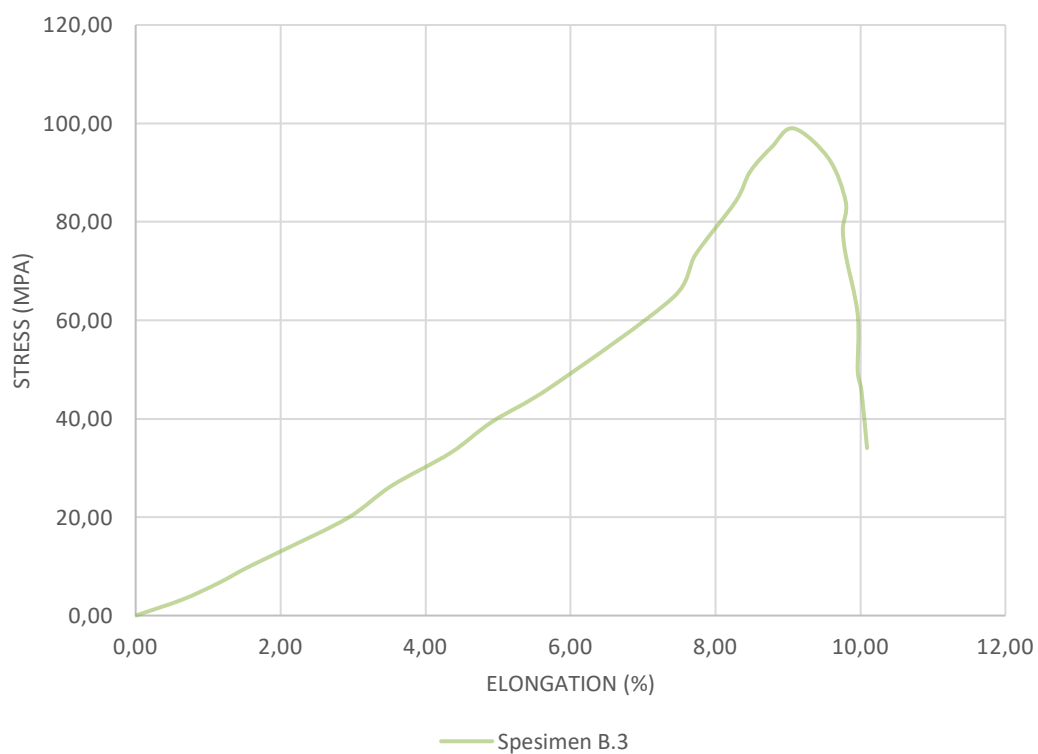
- *Stress strain Tipe B.3*



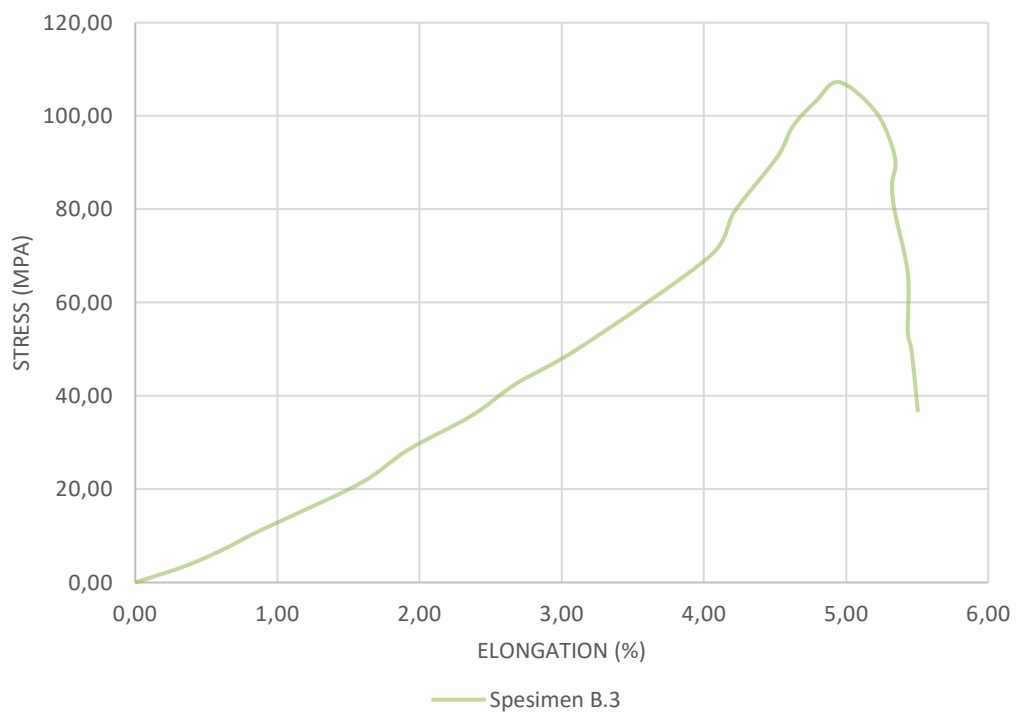
### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.3.3



### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.3.4

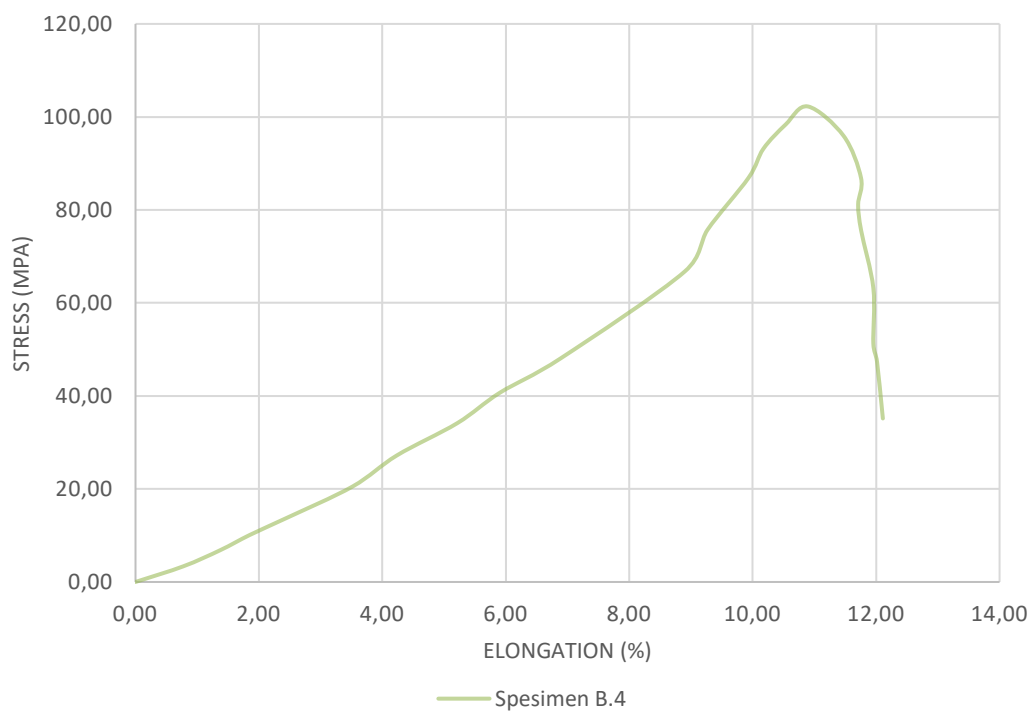


### Grafik Stress Strain Schedule Laminasi B.3.5

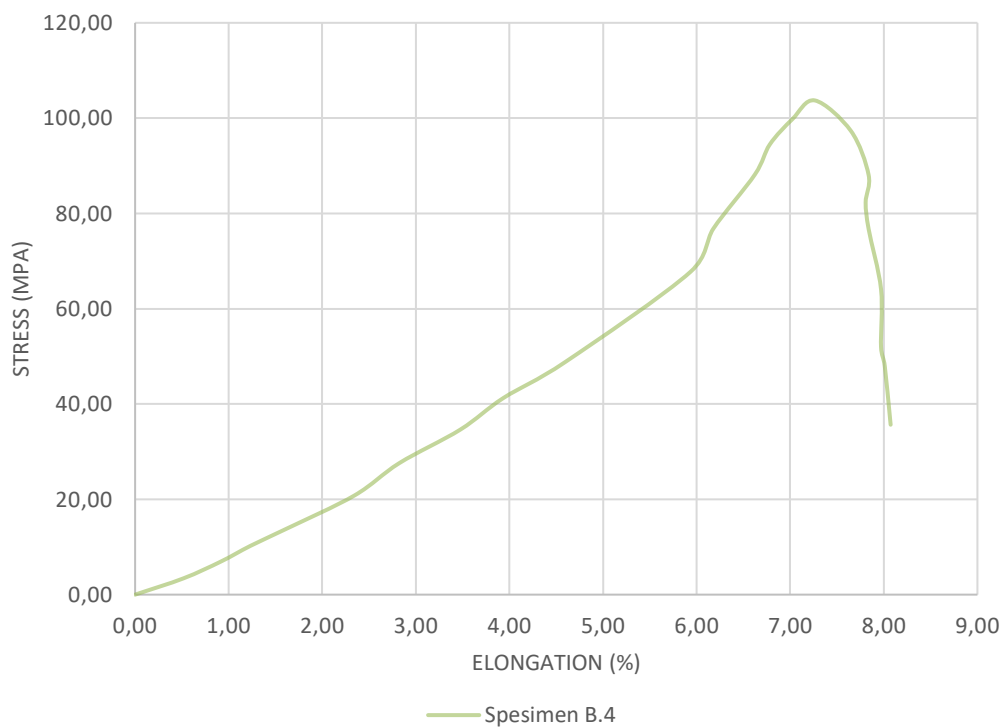


- *Stress strain Tipe B.4*

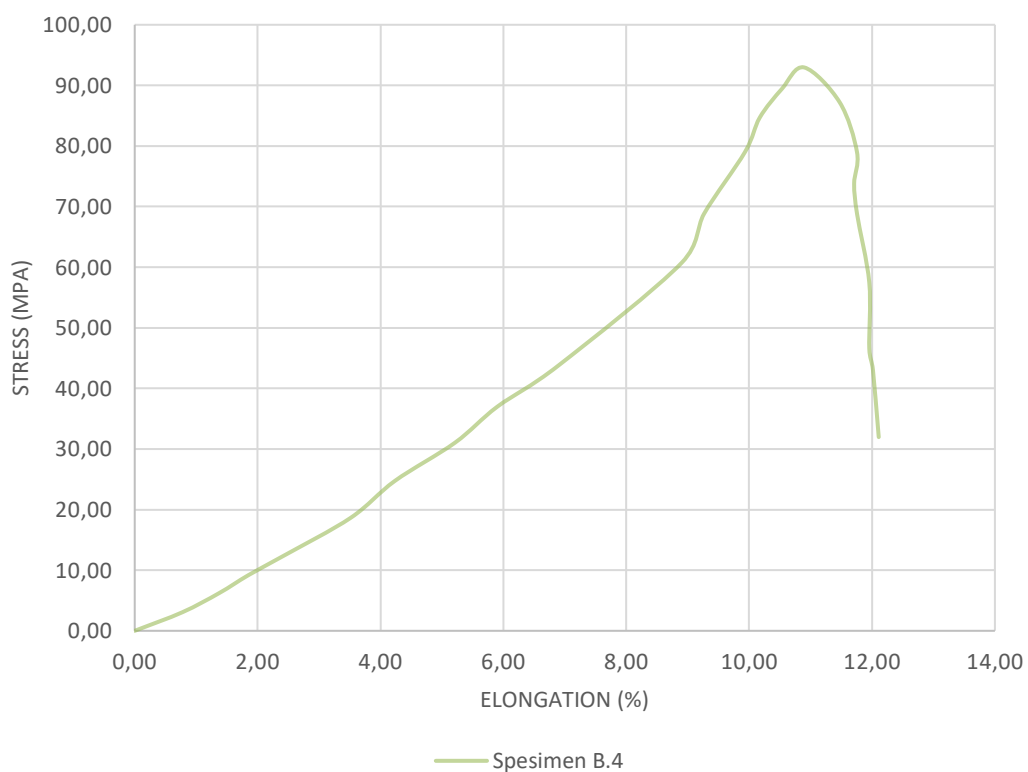
### Grafik Stress strain Schedule Laminasi B.4.1



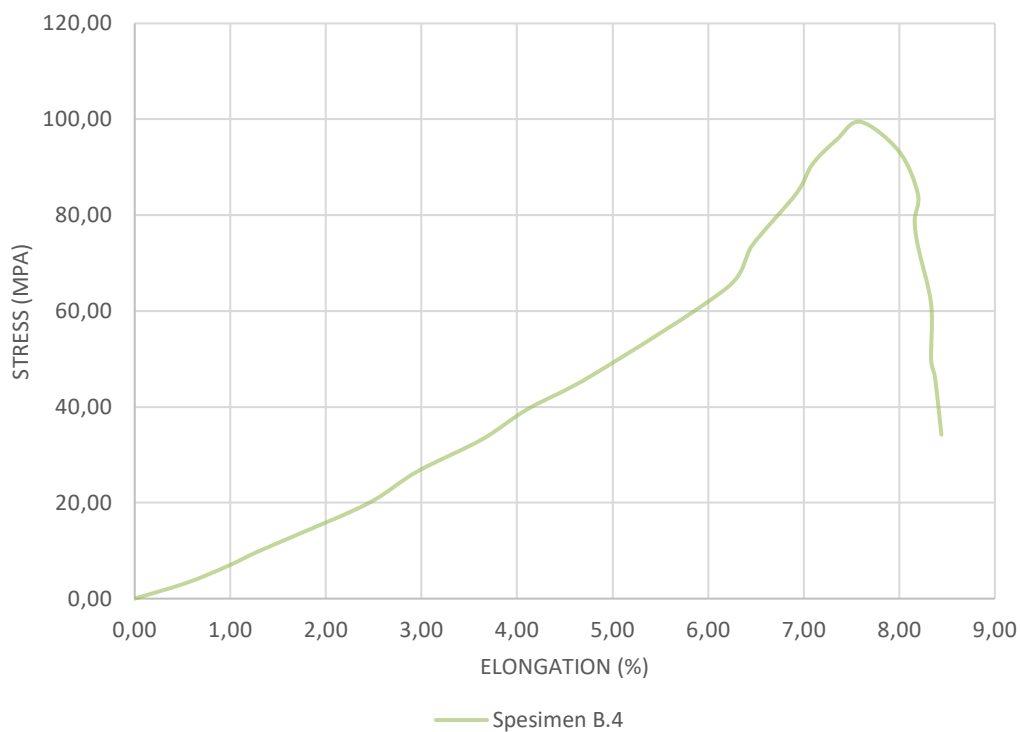
### Grafik Stress strain Schedule Laminasi B.4.2



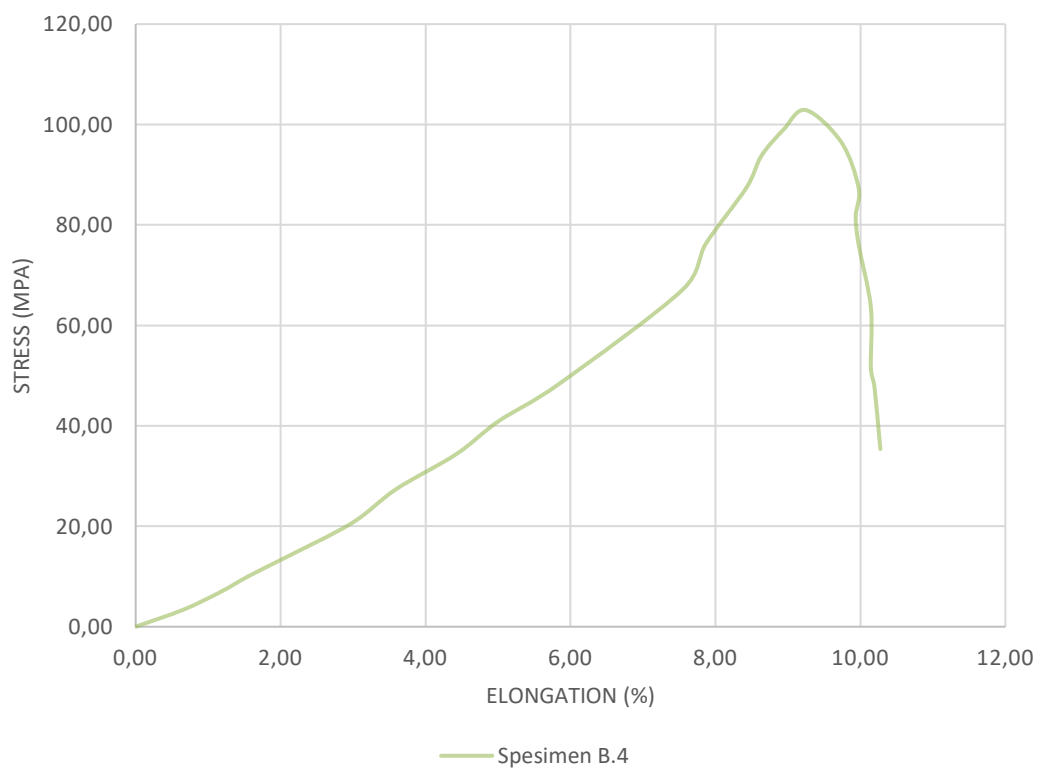
### Grafik Stress strain Schedule Laminasi B.4.3



### Grafik Stress strain Schedule Laminasi B.4.4




### Grafik Stress strain Schedule Laminasi B.4.5




# LAMPIRAN F

## PERHITUNGAN SCANTLING KAPAL IKAN 5GT

KAPAL IKAN KONSTRUKSI FRP 5 GT			Main Dimension																				
																							
Nama kapal : Type kapal : KAPAL IKAN FRP Sistem konstruksi : Melintang			L = 11,00 m H = 1,20 m B = 2,90 m T = 0,90 m																				
<b>Perhitungan Konstruksi Kapal Fiber dari BKI <i>Fiberglass Reinforced Plastic</i></b>																							
<b>DEFINISI-DEFINISI &amp; UKURAN UTAMA</b>			Halaman : 2																				
Bagian			Perhitungan / Uraian																				
BAB	Ps	Ayat	Hasil																				
7	B	1	<p style="text-align: center;"><b>Perhitungan Konstruksi Lunas, Alas dan Sisi</b></p> <p><b>Lunas</b>                      Lebar dari lunas :  <math>b = 530 + 14.6 L</math>  <math>b = 530 + 14.6 * 11 = 690,60 \text{ mm}</math>                      Lebar dari lunas tidak boleh lebih dari :  <math>b = 0.2 B</math>  <math>b = 0.2 * 2.6 = 0,58 = 520 \text{ mm}</math>  <b>jadi lebar lunas yang diambil adalah 520 mm</b></p> <p><b>Tebal Lunas</b>                      Tebal lunas tidak boleh kurang dari :  <math>t_k = 9 + 0.4 L</math>  <math>t_k = 9 + 0.4 * 11 = 13,40 \text{ mm}</math>  <b>jadi tebal lunas yang diambil adalah 13.40 mm</b></p> <p><b>Susunan Laminasi Metode <i>Hand Lay Up</i></b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelcoat</td> <td>0,50 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>0,50 mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85 mm</td> <td>10 Lapisan</td> <td>8,50 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04 mm</td> <td>5 Lapisan</td> <td>5,20 mm</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td><b>16 Lapisan</b></td> <td><b>13,70 mm</b></td> </tr> </tbody> </table>	Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	Gelcoat	0,50 mm	1 Lapisan	0,50 mm	CSM 300	0,85 mm	10 Lapisan	8,50 mm	WR 600	1,04 mm	5 Lapisan	5,20 mm	<b>Total</b>		<b>16 Lapisan</b>	<b>13,70 mm</b>
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																				
Gelcoat	0,50 mm	1 Lapisan	0,50 mm																				
CSM 300	0,85 mm	10 Lapisan	8,50 mm																				
WR 600	1,04 mm	5 Lapisan	5,20 mm																				
<b>Total</b>		<b>16 Lapisan</b>	<b>13,70 mm</b>																				
7	C	1	<p><b>Tebal Sisi</b>                      Tebal laminasi sisi tidak boleh kurang dari :  <math>t_s = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L}</math>  <math>t_s = 15 \cdot 0.5 \cdot \sqrt{(0.6 + 0.026 \cdot 11)}</math>  <math>t_s = 7,1 \text{ mm}</math>  <b>jadi tebal sisi yang diambil adalah 7.1 mm</b></p> <p style="text-align: right;">di mana :                      a : Frame spacing  </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelcoat</td> <td>0,50 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>0,50 mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85 mm</td> <td>5 Lapisan</td> <td>4,25 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04 mm</td> <td>3 Lapisan</td> <td>3,12 mm</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td><b>9 Lapisan</b></td> <td><b>7,87 mm</b></td> </tr> </tbody> </table>	Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	Gelcoat	0,50 mm	1 Lapisan	0,50 mm	CSM 300	0,85 mm	5 Lapisan	4,25 mm	WR 600	1,04 mm	3 Lapisan	3,12 mm	<b>Total</b>		<b>9 Lapisan</b>	<b>7,87 mm</b>
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																				
Gelcoat	0,50 mm	1 Lapisan	0,50 mm																				
CSM 300	0,85 mm	5 Lapisan	4,25 mm																				
WR 600	1,04 mm	3 Lapisan	3,12 mm																				
<b>Total</b>		<b>9 Lapisan</b>	<b>7,87 mm</b>																				
7	C	2	<p><b>Tebal Alas</b>                      Tebal laminasi alas untuk single skin construction tidak boleh kurang dari :  <math>t_B = 15,8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 L}</math>  <math>t_B = 15,8 * 0.5 * \sqrt{(0.6 + 0.026 * 11)}</math>  <math>t_B = 7,44 \text{ mm}</math>  <b>jadi tebal alas adalah 7.44 mm</b></p> <p style="text-align: right;">di mana :                      a : Frame spacing  </p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelcoat</td> <td>0,50 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>0,50 mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85 mm</td> <td>5 Lapisan</td> <td>4,25 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04 mm</td> <td>3 Lapisan</td> <td>3,12 mm</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td><b>9 Lapisan</b></td> <td><b>7,87 mm</b></td> </tr> </tbody> </table>	Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	Gelcoat	0,50 mm	1 Lapisan	0,50 mm	CSM 300	0,85 mm	5 Lapisan	4,25 mm	WR 600	1,04 mm	3 Lapisan	3,12 mm	<b>Total</b>		<b>9 Lapisan</b>	<b>7,87 mm</b>
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																				
Gelcoat	0,50 mm	1 Lapisan	0,50 mm																				
CSM 300	0,85 mm	5 Lapisan	4,25 mm																				
WR 600	1,04 mm	3 Lapisan	3,12 mm																				
<b>Total</b>		<b>9 Lapisan</b>	<b>7,87 mm</b>																				



			KAPAL IKAN KONSTRUKSI FRP 5 GT				Main Dimension																
			Nama kapal : Type kapal : KAPAL IKAN FRP Sistem konstruksi : Melintang				L = 11,00 m H = 1,20 m B = 2,90 m T = 0,90 m																
Bagian			<b>DEFINISI-DEFINISI &amp; UKURAN UTAMA</b>				Halaman : 3																
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian				Hasil																
8	B	1	<b><u>Perhitungan Konstruksi Geladak</u></b>																				
			<p><b>Tebal Geladak</b>            Tebal laminasi geladak tidak boleh kurang dari :</p> $t_D = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p}$ <p style="text-align: right;">di mana :            a : Frame spacing  </p> $p = 0,5 \cdot L + 4,6$ $p = 0,5 \cdot 11 + 4,6$ $p = 10,10$ $t_D = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{10,1}$ $t_D = 7,63 \text{ mm}$																				
			<b>Jenis Serat</b>		<b>Tebal Tiap Lapis</b>	<b>Banyak Lapisan</b>	<b>Total Tebal Tiap Lapis</b>																
			Gelcoat	0,50	mm	1	Lapisan	0,50	mm														
			CSM 300	0,85	mm	5	Lapisan	4,25	mm														
			WR 600	1,04	mm	3	Lapisan	3,12	mm														
			Total			9	Lapisan	7,87	mm														
I	C	5	<b><u>Perhitungan Konstruksi Gading, Balok dan Pembujur</u></b>																				
			<p><b><u>Tebal Gading</u></b>            Tebal Web dan Face tidak boleh kurang dari :</p> $\text{Tebal Web} = 0.034 \cdot h \cdot k$ $\text{Tebal Face} = 0.034 \cdot b \cdot k$ <p style="text-align: right;">h = Tinggi Web = 60 mm            b = Lebar Web = 80 mm            k = 1</p> $\text{Tebal Web} = 0.034 \cdot h \cdot k$ $\text{Tebal Web} = 2,04 \text{ mm}$ $\text{Tebal Face} = 0.05 \cdot b \cdot k$ $\text{Tebal Face} = 4 \text{ mm}$ <p>Jadi tebal gading diambil yang terbesar yaitu 4 mm</p> <p>Susunan Laminasi</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85</td> <td>mm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04</td> <td>mm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>5</td> <td>Lapisan</td> </tr> </tbody> </table>							Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	CSM 300	0,85	mm	3	WR 600	1,04	mm	2	Total	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																				
CSM 300	0,85	mm	3																				
WR 600	1,04	mm	2																				
Total		5	Lapisan																				
			<b>Jenis Serat</b>		<b>Tebal Tiap Lapis</b>	<b>Banyak Lapisan</b>	<b>Total Tebal Tiap Lapis</b>																
			CSM 300	0,85	mm	3	Lapisan	2,55	mm														
			WR 600	1,04	mm	2	Lapisan	2,08	mm														
			Total			5	Lapisan	4,63	mm														
			<b><u>Tebal Balok Geladak</u></b>																				
			<p>Tebal Web dan Face tidak boleh kurang dari :</p> $\text{Tebal Web} = 0.034 \cdot h \cdot k$ $\text{Tebal Face} = 0.034 \cdot b \cdot k$ <p style="text-align: right;">h = Tinggi Web = 60 mm            b = Lebar Web = 80 mm            k = 1</p> $\text{Tebal Web} = 0.034 \cdot h \cdot k$ $\text{Tebal Web} = 2,04 \text{ mm}$ $\text{Tebal Face} = 0.05 \cdot b \cdot k$ $\text{Tebal Face} = 4 \text{ mm}$ <p>Jadi tebal balok geladak diambil yang terbesar yaitu 4 mm</p> <p>Susunan Laminasi</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85</td> <td>mm</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04</td> <td>mm</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>5</td> <td>Lapisan</td> </tr> </tbody> </table>					Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	CSM 300	0,85	mm	3	WR 600	1,04	mm	2	Total		5	Lapisan
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																				
CSM 300	0,85	mm	3																				
WR 600	1,04	mm	2																				
Total		5	Lapisan																				
			<b>Jenis Serat</b>		<b>Tebal Tiap Lapis</b>	<b>Banyak Lapisan</b>	<b>Total Tebal Tiap Lapis</b>																
			CSM 300	0,85	mm	3	Lapisan	2,55	mm														
			WR 600	1,04	mm	2	Lapisan	2,08	mm														
			Total			5	Lapisan	4,63	mm														





	KAPAL IKAN KONSTRUKSI FRP 5 GT		Main Dimension																
	Nama kapal	:	L = 11,00 m																
	Type kapal	:	H = 1,20 m																
	Sistem konstruksi	:	B = 2,90 m																
<b>Perhitungan Konstruksi Kapal Fiber dari BKI <i>Fiberglass Reinforced Plastic</i></b>			T = 0,90 m																
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA																
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian																
10	B	2	Hasil																
<b><u>Tebal Center Girder</u></b>																			
Tebal Web Side Girder tidak boleh kurang dari :																			
$t = 0.4.L + 5$ $t = 0.4 \times 12 + 5$ $t = 9,8 \text{ mm}$																			
Tebal Face Side Girder tidak boleh kurang dari :																			
$t = 0.4.L + 5$ $t = 0.4 \times 12 + 5$ $t = 9,8 \text{ mm}$																			
Jadi tebal side girder adalah 9.8 mm			$t_f = 9,80 \text{ mm}$																
Susunan Laminasi																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85 mm</td> <td>8 Lapisan</td> <td>6,80 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04 mm</td> <td>3 Lapisan</td> <td>3,12 mm</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>11 Lapisan</td> <td>9,92 mm</td> </tr> </tbody> </table>			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	CSM 300	0,85 mm	8 Lapisan	6,80 mm	WR 600	1,04 mm	3 Lapisan	3,12 mm	Total		11 Lapisan	9,92 mm	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																
CSM 300	0,85 mm	8 Lapisan	6,80 mm																
WR 600	1,04 mm	3 Lapisan	3,12 mm																
Total		11 Lapisan	9,92 mm																
<b><u>Tebal Floor</u></b>																			
$t = 0.4 \times L$ $t = 0.4 \times 12$ $t = 4,8 \text{ mm}$																			
Jadi tebal floor adalah 4.8 mm			$t_f = 4,80 \text{ mm}$																
Susunan Laminasi																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis</th> <th>Banyak Lapisan</th> <th>Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0,85 mm</td> <td>4 Lapisan</td> <td>3,40 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1,04 mm</td> <td>2 Lapisan</td> <td>2,08 mm</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>6 Lapisan</td> <td>5,48 mm</td> </tr> </tbody> </table>			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	CSM 300	0,85 mm	4 Lapisan	3,40 mm	WR 600	1,04 mm	2 Lapisan	2,08 mm	Total		6 Lapisan	5,48 mm	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																
CSM 300	0,85 mm	4 Lapisan	3,40 mm																
WR 600	1,04 mm	2 Lapisan	2,08 mm																
Total		6 Lapisan	5,48 mm																

# LAMPIRAN G

## HASIL PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMIS

• Biaya Kapal FRP Serat Glass

	KAPAL IKAN 5GT							Main Dimensions			
								L =	11 m		
								H =	0,95 m		
							B =	2,8 m			
							T =	0,5 m			
<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal FRP BKI</b>											
<b>DEFINISIDAN UKURAN UTAMA</b>											
Hal : 1											
Bagian		Perhitungan/Uraian							Hasil		
BAB	Ps	Ayat									
			Perhitungan Penggunaan Serat								
			Item	Berat Serat kg/m <sup>2</sup>	Berat 1 Roll Kg				Luas 1 roll m <sup>2</sup>		
			CSM 300	0,3	30				100		
			WR 600	0,6	40				66,667		
			Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT								
			No	Komponen Kulit Kapal					Luas (m <sup>2</sup> )		
			1	Alas					24,326		
			2	Sisi					22,324		
			3	Geladak					26,783		
			4	Transom					2,124		
			Total					75,557			
			Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 5 GT= 75,557 m <sup>2</sup>								
			Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600								
				Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Berat 1 roll	Luas 1 roll (m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan	
			CSM 300	0,3	30	100	75,557	5	377,785	3,77785	
			WR 600	0,6	30	66,667		2	151,114	2,266698667	
			Kebutuhan CSM 300 untuk serat kaca = 4.5 roll								
			Kebutuhan WR 600 untuk serat kaca = 3 roll								
			Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>								
			No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)					
			1	Alas	24,326	36,489					
			2	Sisi	22,324	33,486					
			3	Geladak	26,783	40,1745					
			4	Transom	2,124	3,186					
			Total					75,557	113,3355		
			Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,3355 Kg								
			Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin adalah								
			CSM : Resin= 30 ; 70								
			WR : Resin= 45 ; 55								
				Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat	Berat Resin (Kg)				
			CSM 300	0,3	377,785	113,3355	264,4495				
			WR 600	0,6	151,114	90,6684	110,8169333				
			Total					204,0039	375,2664333		



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal FRP BKI

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

Hal : 2

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	ayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	80	lembar	Rp 204.000	Rp 16.320.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total Material Untuk Cetakan					Rp 36.795.000

Material Utama FRP

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	375,2664	kg	Rp 35.000,00	Rp 13.134.325,17
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 300	E-Glass	4	roll	Rp 795.000,00	Rp 3.180.000,00
Woven Roving 600	E-Glass	3	roll	Rp1.328.000,00	Rp 3.984.000,00
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 11.050.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Total Harga Material Utama					Rp 36.511.269,76

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp1.080.000,00
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total Material Penunjang					Rp8.086.000,00

			KAPAL IKAN 5 GT				Main Dimensions			
							L =	11 m		
							H =	0,95 m		
							B =	2,8 m		
							T =	0,5 m		
			<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal FRP BKI</b>							
Bagian			<b>DEFINISI DAN UKURAN UTAMA</b>					Hal : 3		
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian					Hasil		
			<b>Biaya Material Habis Pakai</b>							
			<b>no</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>		
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00		
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00		
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00		
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00		
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00		
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00		
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00		
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00		
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00		
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00		
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00		
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00		
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00		
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00		
			16	Mata Jigsaw	40	buah	Rp 35.000,00	Rp 1.400.000,00		
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00		
			Total						Rp 6.183.500,00	
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =						Rp 14.269.500,00	
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 5GT</b>							
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>			
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 36.795.000,00			
			2	Material Utama	1	set	Rp 28.102.875			
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 14.269.500			
			Total						Rp 79.167.375	
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 5 GT =						Rp 79.167.375	
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>			
			1	Biaya Material	1	set	Rp 79.167.374,88			
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 23.207.000			
			Total						Rp 102.374.375	
			Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan FRP 5 GT =						Rp 102.374.375	

• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi A.1

KAPAL IKAN 5 GT				Main Dimensions	
				L =	11 m
				H =	0,95 m
				B =	2,8 m
				T =	0,5 m
<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>					
Bagian				DEFINISIDAN UKURAN UTAMA	
BAB Ps Ayat				Perhitungan/Uraian	
				Hal : 1	
				Hasil	
Perhitungan Penggunaan Serat					
Item	Berat Serat				
	kg/m <sup>2</sup>				
CSM 300	0,3				
WR 600	0,6				
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT				Harga ijuk per Kg = Rp 2.000	
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>
1	Alas	24,326	Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00
2	Sisi	22,324	Latex	Rp 1.000,00	
3	Geladak	26,783	Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00
4	Transom	2,124	Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00
Total		75,557			
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=				75,557 m <sup>2</sup>	
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600					
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan
CSM 300	0,3	75,557	4	302,228	90,6684
WR 600	0,6		1	75,557	45,3342
Total					136,0026
					Rp 2.055.150,40
Kebutuhan serat kulit pohon Ijuk =				136,0026 Kg	
total biaya pembuatan CSM 300 serat kulit pohon Ijuk=				Rp 1.208.912,00	
total biaya pembuatan WR 600 serat kulit pohon Ijuk =				Rp 846.238,40	
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>					
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)		
1	Alas	24,326	36,489		
2	Sisi	22,324	33,486		
3	Geladak	26,783	40,1745		
4	Transom	2,124	3,186		
Total		75,557	113,3355	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg	
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat					
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving					
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)	
CSM 300	0,3	302,228	90,6684	725,3472	
WR 600	0,6	75,557	45,3342	453,342	
Total			136,0026	1178,6892	
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg					





KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Hal : 2

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	Meranti Uk. 4 x 6 x 40	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 300 Serat Ijuk		90,6684	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 362.673,60
Woven Roving 600 Serat Ijuk		45,3342	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 507.743,04
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 26.013.861,24

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total					Rp 8.086.000,00



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

Hal : 3

BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			<b>Biaya Material Habis Pakai</b>						
			<b>no</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>	
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00	
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00	
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00	
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00	
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00	
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00	
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00	
			15	Mata Gerinda Potong Fil	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00	
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00	
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00	
			<b>Total</b>						Rp 5.518.500,00
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =						Rp 13.604.500,00
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT</b>						
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Material untuk cetaka	1	set	Rp 30.675.000,00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.013.861		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500		
			<b>Total</b>						Rp 70.293.361
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =						Rp 70.293.361
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Biaya Material	1	set	Rp 70.293.361,24		
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000		
			<b>Total</b>						Rp 94.943.361
			Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =						Rp 94.943.361

• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi A.2

KAPAL IKAN 5 GT		Main Dimensions				
		L =	11 m			
		H =	0,95 m			
		B =	2,8 m			
		T =	0,5 m			
<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>						
Bagian	DEFINISI DAN UKURAN UTAMA		Hal : 1			
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian			
			Hasil			
Perhitungan Penggunaan Serat						
Item	Berat Serat					
	kg/m <sup>2</sup>					
CSM 450	0,45					
WR 600	0,6					
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT			Harga ijuk per Kg = Rp 2.000			
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>	
1	Alas	24,326	Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00	
2	Sisi	22,324	Latex	Rp 1.000,00		
3	Geladak	26,783	Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00	
4	Transom	2,124	Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00	
Total		75,557				
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=			75,557 m <sup>2</sup>			
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600						
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan	Biaya Pembuatan
CSM 450	0,45	75,557	4	302,228	136,0026	Rp 1.208.912,00
WR 600	0,6		1	75,557	45,3342	Rp 846.238,40
Total					181,3368	Rp 2.055.150,40
Kebutuhan serat Ijuk =			181,3368 Kg			
total biaya pembuatan CSM 450 serat Ijuk=			Rp 1.208.912,00			
total biaya pembuatan WR 600 serat Ijuk =			Rp 846.238,40			
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>						
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg		
1	Alas	24,326	36,489			
2	Sisi	22,324	33,486			
3	Geladak	26,783	40,1745			
4	Transom	2,124	3,186			
Total		75,557	113,3355			
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat						
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving						
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)		
CSM 450	0,45	302,228	136,0026	1088,0208		
WR 600	0,6	75,557	45,3342	453,342		
Total			181,3368	1541,3628		
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg						



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

Hal : 2

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 450 Serat Ijuk		136,0026	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 544.010,40
Woven Roving 600 Serat Ijuk		45,3342	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 507.743,04
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 26.195.198,04

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total					Rp 8.086.000,00



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

Hal : 3

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Habis Pakai

no	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00
2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00
3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00
4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00
11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00
13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00
14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00
15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00
16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00
17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00
Total					Rp 5.518.500,00

Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai = Rp 13.604.500,00

Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT

No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00
2	Material Utama	1	set	Rp 26.195.198
3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500
Total				Rp 70.474.698

Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT = Rp 70.474.698

No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya
1	Biaya Material	1	set	Rp 70.474.698,04
2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000
Total				Rp 95.124.698

Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT = Rp 95.124.698

- Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi A.3

BAB		Ps	Ayat	KAPAL IKAN 5 GT			Main Dimensions	
							L =	11 m
							H =	0,95 m
							B =	2,8 m
							T =	0,5 m
				<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>				
Bagian		DEFINISI DAN UKURAN UTAMA					Hal :	1
BAB		Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian			Hasil	
				Perhitungan Penggunaan Serat				
Item		Berat Serat						
		kg/m <sup>2</sup>						
CSM 300		0,3						
WR 800		0,8						
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT				Harga ijuk per Kg =		Rp 2.000		
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )		Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>		
1	Alas	24,326		Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00		
2	Sisi	22,324		Latex	Rp 1.000,00			
3	Geladak	26,783		Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00		
4	Transom	2,124		Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00		
Total		75,557						
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=				75,557 m <sup>2</sup>				
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600								
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan	Biaya Pembuatan		
CSM 300	0,3	75,557	4	302,228	90,6684	Rp 1.208.912,00		
WR 800	0,8		1	75,557	60,4456	Rp 846.238,40		
Total					151,114	Rp 2.055.150,40		
Kebutuhan serat Ijuk =				151,114 Kg				
total biaya pembuatan CSM 300 serat Ijuk=				Rp 1.208.912,00				
total biaya pembuatan WR 800 serat Ijuk =				Rp 846.238,40				
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1,5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>								
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)					
1	Alas	24,326	36,489					
2	Sisi	22,324	33,486					
3	Geladak	26,783	40,1745			Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg		
4	Transom	2,124	3,186					
Total		75,557	113,3355					
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat								
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving								
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)				
CSM 300	0,45	302,228	136,0026	1088,0208				
WR 800	0,6	75,557	45,3342	453,342				
Total			181,3368	1541,3628				
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg								



			KAPAL IKAN 5 GT						Main Dimensions		
									L =	11 m	
									H =	0,95 m	
									B =	2,8 m	
									T =	0,5 m	
			<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>								
Bagian			DEFINISIDAN UKURAN UTAMA						Hal : 2		
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian						Hasil		
			<b>Biaya Material Untuk Cetakan</b>								
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total Harga</b>			
			1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000			
			3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000			
			4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000			
			5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000			
			6	Triplek kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000			
			7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000			
			Total						Rp 30.675.000		
			<b>Biaya Kebutuhan Material Utama</b>								
			<b>Item</b>	<b>Tipe</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Unit</b>	<b>Harga satuan</b>	<b>Harga(Rp)</b>			
			Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00			
			Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60			
			Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00			
			Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00			
			Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00			
			CSM 300 Serat Ijuk		90,6684	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 362.673,60			
			Woven Roving 800 Serat Ijuk		60,4456	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 676.990,72			
			Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00			
			Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00			
			Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00			
			Total						Rp 26.183.108,92		
			<b>Biaya Kebutuhan Material Penunjang</b>								
			<b>Biaya Material Alat</b>								
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>			
			1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00			
			2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00			
			3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00			
			4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00			
			5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00			
			6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00			
			7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00			
			8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00			
			9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00			
			Total						Rp 8.086.000,00		



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Hal : 3

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			<b>Biaya Material Habis Pakai</b>						
			<b>no</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>	
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00	
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00	
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00	
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00	
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00	
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00	
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00	
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00	
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00	
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00	
			<b>Total</b>						Rp 5.518.500,00
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =						Rp 13.604.500,00
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT</b>						
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.183.109		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500		
			<b>Total</b>						Rp 70.462.609
			<b>Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =</b>						<b>Rp 70.462.609</b>
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Biaya Material	1	set	Rp 70.462.608,92		
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000		
			<b>Total</b>						Rp 95.112.609
			<b>Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =</b>						<b>Rp 95.112.609</b>



• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi A.4

Bagian		DEFINISI DAN UKURAN UTAMA		Main Dimensions	
		KAPAL IKAN 5 GT		L =	11 m
				H =	0,95 m
				B =	2,8 m
				T =	0,5 m
		Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP			
BAB Ps Ayat		Perhitungan/Uraian		Hal : 1	
				Hasil	
Perhitungan Penggunaan Serat					
Item	Berat Serat				
	kg/m <sup>2</sup>				
CSM 450	0,45				
WR 800	0,8				
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT			Harga ijuk per Kg =		Rp 2.000
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>
1	Alas	24,326	Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00
2	Sisi	22,324	Latex	Rp 1.000,00	
3	Geladak	26,783	Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00
4	Transom	2,124	Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00
Total		75,557			
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=			75,557 m <sup>2</sup>		
Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 800					
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan
CSM 450	0,45	75,557	4	302,228	136,0026
WR 800	0,8		1	75,557	60,4456
Total					196,4482
					Rp 2.055.150,40
Kebutuhan serat Ijuk =			196,4482 Kg		
total biaya pembuatan CSM 450 serat Ijuk=			Rp 1.208.912,00		
total biaya pembuatan WR 800 serat Ijuk =			Rp 846.238,40		
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>					
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)		
1	Alas	24,326	36,489		
2	Sisi	22,324	33,486		
3	Geladak	26,783	40,1745	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg	
4	Transom	2,124	3,186		
Total		75,557	113,3355		
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat					
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving					
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)	
CSM 450	0,45	302,228	136,0026	1088,0208	
WR 800	0,6	75,557	45,3342	453,342	
Total			181,3368	1541,3628	
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg					



KAPAL IKAN 5 GT						Main Dimensions	
						L = 11 m	
						H = 0,95 m	
						B = 2,8 m	
						T = 0,5 m	
Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP							
Bagian	DEFINISI DAN UKURAN UTAMA					Hal :	2
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian			Hasil	
<b>Biaya Material Untuk Cetakan</b>							
No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga		
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000		
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000		
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000		
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000		
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000		
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000		
Total					Rp 30.675.000		
<b>Biaya Kebutuhan Material Utama</b>							
Item	Type	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)		
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00		
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60		
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00		
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00		
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00		
CSM 450 Serat Ijuk		136,0026	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 544.010,40		
Woven Roving 800 Serat Ijuk		60,4456	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 676.990,72		
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00		
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00		
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00		
Total					Rp 26.364.445,72		
<b>Biaya Kebutuhan Material Penunjang</b>							
<b>Biaya Material Alat</b>							
No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total		
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00		
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00		
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00		
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00		
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00		
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00		
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00		
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00		
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00		
Total					Rp 8.086.000,00		



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

Hal : 3

BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			<b>Biaya Material Habis Pakai</b>						
			<b>no</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>	
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00	
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00	
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00	
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00	
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00	
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00	
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00	
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00	
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00	
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00	
			<b>Total</b>						Rp 5.518.500,00
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =						Rp 13.604.500,00
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT</b>						
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.364.446		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500		
			<b>Total</b>						Rp 70.643.946
			<b>Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =</b>						<b>Rp 70.643.946</b>
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Biaya Material	1	set	Rp 70.643.945,72		
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000		
			<b>Total</b>						Rp 95.293.946
			<b>Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =</b>						<b>Rp 95.293.946</b>

• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi B.1

KAPAL IKAN 5 GT			Main Dimensions		
			L =	11 m	
			H =	0,95 m	
			B =	2,8 m	
			T =	0,5 m	
<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>					
Bagian			DEFINISIDAN UKURAN UTAMA		
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian		
			Hasil		
Perhitungan Penggunaan Serat					
Item	Berat Serat kg/m <sup>2</sup>				
CSM 300	0,3				
WR 600	0,6				
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT			Harga ijuk per Kg =		Rp 2.000
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>
1	Alas	24,326	Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00
2	Sisi	22,324	Latex	Rp 1.000,00	
3	Geladak	26,783	Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00
4	Transom	2,124	Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00
Total		75,557			
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=			75,557 m <sup>2</sup>		
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600					
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan
CSM 300	0,3	75,557	2	151,114	Rp 604.456,00
WR 600	0,6		2	151,114	Rp 1.692.476,80
Total				136,0026	Rp 2.296.932,80
Kebutuhan serat Ijuk =			136,0026 Kg		
total biaya pembuatan CSM 300 serat Ijuk=			Rp 604.456,00		
total biaya pembuatan WR 600 serat Ijuk =			Rp 1.692.476,80		
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1,5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>					
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)		
1	Alas	24,326	36,489		
2	Sisi	22,324	33,486		
3	Geladak	26,783	40,1745	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg	
4	Transom	2,124	3,186		
Total		75,557	113,3355		
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat					
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving					
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)	
CSM 300	0,3	151,114	45,3342	362,6736	
WR 600	0,6	151,114	90,6684	906,684	
Total			136,0026	1269,3576	
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg					



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

Hal : 2

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetak

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 300 Serat Ijuk		45,3342	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 181.336,80
Woven Roving 600 Serat Ijuk		90,6684	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 1.015.486,08
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 26.340.267,48

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Aluminium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total					Rp 8.086.000,00



KAPAL IKAN 5 GT						Main Dimensions			
						L = 11 m			
						H = 0,95 m			
						B = 2,8 m			
						T = 0,5 m			
Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP									
Bagian			DEFINISIDAN UKURAN UTAMA			Hal : 3			
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			Biaya Material Habis Pakai						
			no	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total	
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00	
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00	
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00	
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00	
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00	
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00	
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00	
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00	
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00	
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00	
			Total					Rp 5.518.500,00	
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =					Rp 13.604.500,00	
			Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT						
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.340.267		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500		
			Total				Rp 70.619.767		
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =					Rp 70.619.767	
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
			1	Biaya Material	1	set	Rp 70.619.767,48		
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000		
			Total				Rp 95.269.767		
			Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =					Rp 95.269.767	

• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi B.2

KAPAL IKAN 5 GT			Main Dimensions			
			L =	11 m		
			H =	0,95 m		
			B =	2,8 m		
			T =	0,5 m		
Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP						
Bagian	DEFINISIDAN UKURAN UTAMA					Hal : 1
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian			Hasil
Perhitungan Penggunaan Serat						
Item	Berat Serat					
	kg/m <sup>2</sup>					
CSM 450	0,45					
WR 600	0,6					
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT			Harga ijuk per Kg = Rp 2.000			
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>	
1	Alas	24,326	Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00	
2	Sisi	22,324	Latex	Rp 1.000,00		
3	Geladak	26,783	Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00	
4	Transom	2,124	Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00	
Total		75,557				
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 5 GT=			75,557 m <sup>2</sup>			
Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 600						
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan	Biaya Pembuatan
CSM 450	0,45	75,557	2	151,114	68,0013	Rp 604.456,00
WR 600	0,6		2	151,114	90,6684	Rp 1.692.476,80
Total					158,6697	Rp 2.296.932,80
Kebutuhan serat Ijuk =			158,6697 Kg			
total biaya pembuatan CSM 450 serat Ijuk=			Rp 604.456,00			
total biaya pembuatan WR 600 serat Ijuk =			Rp 1.692.476,80			
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>						
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)			
1	Alas	24,326	36,489			
2	Sisi	22,324	33,486			
3	Geladak	26,783	40,1745	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg		
4	Transom	2,124	3,186			
Total		75,557	113,3355			
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat						
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving						
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)		
CSM 450	0,45	151,114	68,0013	544.0104		
WR 600	0,6	151,114	90,6684	906,684		
Total			158,6697	1450,6944		
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg						



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m

H = 0,95 m

B = 2,8 m

T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

Hal : 2

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Type	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 450 Serat Ijuk		68,0013	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 272.005,20
Woven Roving 600 Serat Ijuk		90,6684	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 1.015.486,08
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 26.430.935,88

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Aluminium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total					Rp 8.086.000,00





KAPAL IKAN 5 GT						Main Dimensions			
						L =	11 m		
						H =	0,95 m		
						B =	2,8 m		
						T =	0,5 m		
<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>									
Bagian						DEFINISIDAN UKURAN UTAMA			
						Hal :	3		
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			Biaya Material Habis Pakai						
			no	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total	
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00	
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00	
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00	
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00	
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00	
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00	
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00	
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00	
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00	
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00	
			Total					Rp 5.518.500,00	
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =					Rp 13.604.500,00	
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT</b>						
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.430.936		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500		
			Total					Rp 70.710.436	
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =					Rp 70.710.436	
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
			1	Biaya Material	1	set	Rp 70.710.435,88		
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000		
			Total					Rp 95.360.436	
			Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =					Rp 95.360.436	

• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi B.3

KAPAL IKAN 5 GT			Main Dimensions			
			L =	11 m		
			H =	0,95 m		
			B =	2,8 m		
			T =	0,5 m		
Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP						
Bagian	DEFINISIDAN UKURAN UTAMA					Hal : 1
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian			Hasil
Perhitungan Penggunaan Serat						
Item	Berat Serat					
	kg/m <sup>2</sup>					
CSM 300	0,3					
WR 800	0,8					
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT			Harga ijuk per Kg = Rp 2.000			
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>	
1	Alas	24,326	Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00	
2	Sisi	22,324	Latex	Rp 1.000,00		
3	Geladak	26,783	Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00	
4	Transom	2,124	Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00	
Total		75,557				
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 5 GT=			75,557 m <sup>2</sup>			
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600						
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan	Biaya Pembuatan
CSM 300	0,3	75,557	2	151,114	45,3342	Rp 604.456,00
WR 800	0,8		2	151,114	120,8912	Rp 1.692.476,80
Total					166,2254	Rp 2.296.932,80
Kebutuhan serat Ijuk =			166,2254 Kg			
total biaya pembuatan CSM 300 serat Ijuk=			Rp 604.456,00			
total biaya pembuatan WR 800 serat Ijuk =			Rp 1.692.476,80			
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>						
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)			
1	Alas	24,326	36,489			
2	Sisi	22,324	33,486			
3	Geladak	26,783	40,1745	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 113,335 Kg		
4	Transom	2,124	3,186			
Total		75,557	113,3355			
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat						
Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving						
	Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)		
CSM 300	0,3	151,114	45,3342	362,6736		
WR 800	0,8	151,114	120,8912	1208,912		
Total			166,2254	1571,5856		
Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg						



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

Hal : 2

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 300 Serat Ijuk		45,3342	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 181.336,80
Woven Roving 800 Serat Ijuk		120,8912	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 1.353.981,44
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 26.678.762,84

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Alumunium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total					Rp 8.086.000,00



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISIDAN UKURAN UTAMA

Hal : 3

BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			<b>Biaya Material Habis Pakai</b>						
			<b>no</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>	
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00	
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00	
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00	
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00	
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00	
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00	
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00	
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00	
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00	
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00	
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00	
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00	
			<b>Total</b>						Rp 5.518.500,00
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =						Rp 13.604.500,00
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT</b>						
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.678.763		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500		
			<b>Total</b>						Rp 70.958.263
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =						Rp 70.958.263
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>		
			1	Biaya Material	1	set	Rp 70.958.262,84		
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000		
			<b>Total</b>						Rp 95.608.263
			Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =						Rp 95.608.263

• Biaya kapal FRP serat Ijuk *schedule* laminasi B.4

Bagian		KAPAL IKAN 5 GT						Main Dimensions	
								L =	11 m
								H =	0,95 m
								B =	2,8 m
								T =	0,5 m
		<b>Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP</b>							
BAB Ps Ayat		DEFINISIDAN UKURAN UTAMA						Hal : 1	
		Perhitungan/Uraian						Hasil	
		Perhitungan Penggunaan Serat							
	Item	Berat Serat							
		kg/m <sup>2</sup>							
	CSM 450	0,45							
	WR 800	0,8							
		Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 5 GT				Harga ijuk per Kg =		Rp 2.000	
	No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )		Komponen	Biaya CSM 300 per m <sup>2</sup>	Biaya WR 600 per m <sup>2</sup>		
	1	Alas	24,326		Serat Ijuk	Rp 600,00	Rp 1.200,00		
	2	Sisi	22,324		Latex	Rp 1.000,00			
	3	Geladak	26,783		Pengrajin	Rp 2.400,00	Rp 10.000,00		
	4	Transom	2,124		Total	Rp 4.000,00	Rp 11.200,00		
		Total	75,557						
		Luas Total Konstruksi Kulit Kapal FRP 5 GT=		75,557 m <sup>2</sup>					
		Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 800							
		Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Total yang dibutuhkan	Biaya Pembuatan		
	CSM 450	0,45	75,557	2	151,114	68,0013	Rp 604.456,00		
	WR 800	0,8		2	151,114	120,8912	Rp 1.692.476,80		
		Total				188,8925	Rp 2.296.932,80		
		Kebutuhan serat Ijuk =		188,8925 Kg					
		total biaya pembuatan CSM 450 serat Ijuk=		Rp 604.456,00					
		total biaya pembuatan WR 800 serat Ijuk =		Rp 1.692.476,80					
		Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m <sup>2</sup>							
	No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m <sup>2</sup> )	Berat (Kg)					
	1	Alas	24,326	36,489					
	2	Sisi	22,324	33,486					
	3	Geladak	26,783	40,1745					
	4	Transom	2,124	3,186					
		Total	75,557	113,3355					
		Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 8 untuk mat							
		Penggunaan Resin didapatkan dengan perbandingan berat serat dengan berat resin yaitu 1 : 10 untuk woven roving							
		Berat Serat (kg/m <sup>2</sup> )	Luas Total(m <sup>2</sup> )	Berat Serat (Kg)	Berat Resin (Kg)				
	CSM 450	0,45	151,114	68,0013	544,0104				
	WR 800	0,8	151,114	120,8912	1208,912				
		Total		188,8925	1752,9224				
		Kebutuhan resin untuk pembuatan konstruksi kapal ikan OFRP berbahan serat ijuk yaitu 1178,689 Kg							



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m  
H = 0,95 m  
B = 2,8 m  
T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

Hal : 2

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	47	lembar	Rp 120.000	Rp 5.640.000
3	Kayu Meranti Uk. 4 x 6 x 400 cm	180	batang	Rp 38.000	Rp 6.840.000
4	Paku	65	kg	Rp 14.000	Rp 910.000
5	Triplek kayu 9 mm	40	lembar	Rp 129.000	Rp 5.160.000
6	Triplek Kayu 12 mm	50	lembar	Rp 204.000	Rp 10.200.000
7	Lem	35	kg	Rp 55.000	Rp 1.925.000
Total					Rp 30.675.000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	432,3	kg	Rp 35.000,00	Rp 15.130.500,00
Catalyst	MEKP	2,07549	kg	Rp 65.500,00	Rp 135.944,60
Erosil		1	bal	Rp 102.000,00	Rp 102.000,00
Pigment	blue	5	kg	Rp 70.000,00	Rp 350.000,00
Cobalt	N8%	10	kg	Rp 160.000,00	Rp 1.600.000,00
CSM 450 Serat Ijuk		68,0013	m <sup>2</sup>	Rp 4.000,00	Rp 272.005,20
Woven Roving 800 Serat Ijuk		120,8912	m <sup>2</sup>	Rp 11.200,00	Rp 1.353.981,44
Wax	Mirror Glaze	85	Kaleng	Rp 130.000,00	Rp 850.000,00
Dempul		35	kg	Rp 85.000,00	Rp 2.975.000,00
Latex cair (5 ltr/jirigen)	BIOTEX	10	Jirigen	Rp 400.000,00	Rp 4.000.000,00
Total					Rp 26.769.431,24

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	45	Buah	Rp 8.000,00	Rp 360.000,00
2	Kuas 3"	50	Buah	Rp 12.000,00	Rp 600.000,00
3	Kuas Roll	60	Buah	Rp 18.000,00	Rp 1.080.000,00
4	Roller Aluminium	25	Buah	Rp 175.000,00	Rp 4.375.000,00
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000,00	Rp 180.000,00
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000,00	Rp 630.000,00
7	Cutter	18	Buah	Rp 12.000,00	Rp 216.000,00
8	Roll Bulu	120	Buah	Rp 5.000,00	Rp 600.000,00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000,00	Rp 45.000,00
Total					Rp 8.086.000,00



KAPAL IKAN 5 GT

Main Dimensions

L = 11 m

H = 0,95 m

B = 2,8 m

T = 0,5 m

Perhitungan Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

Hal : 3

BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian					Hasil
			<b>Biaya Material Habis Pakai</b>					
			<b>no</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan</b>	<b>Total</b>
			1	majun	16	kg	Rp 13.000,00	Rp 208.000,00
			2	selotip	7	roll	Rp 27.500,00	Rp 192.500,00
			3	Amplas Grade 60	34	meter	Rp 15.000,00	Rp 510.000,00
			4	Amplas Grade 80	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
			5	Amplas Grade 100	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
			6	Amplas Grade 120	34	meter	Rp 11.500,00	Rp 391.000,00
			7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
			8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
			9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000,00	Rp 340.000,00
			10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000,00	Rp 120.000,00
			11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000,00	Rp 900.000,00
			13	Masker	8	pack	Rp 10.000,00	Rp 80.000,00
			14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000,00	Rp 480.000,00
			15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000,00	Rp 70.000,00
			16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000,00	Rp 735.000,00
			17	Kapi	6	buah	Rp 5.000,00	Rp 30.000,00
			<b>Total</b>					Rp 5.518.500,00
			Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =					Rp 13.604.500,00
			<b>Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5GT</b>					
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>	
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 30.675.000,00	
			2	Material Utama	1	set	Rp 26.769.431	
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 13.604.500	
			<b>Total</b>					Rp 71.048.931
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =					Rp 71.048.931
			<b>No</b>	<b>Jenis Material</b>	<b>Jumlah</b>	<b>satuan</b>	<b>Biaya</b>	
			1	Biaya Material	1	set	Rp 71.048.931,24	
			2	Biaya Tenaga Kerja	1	set	Rp 24.650.000	
			<b>Total</b>					Rp 95.698.931
			Total biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 5 GT =					Rp 95.698.931

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Helmi Lukman yang kerap di sapa dengan helmi. Penulis yang lahir dan dewasa di Bekasi pada tanggal 2 Agustus 1996. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis memulai pendidikan formal dari TK Mutiata 17 A kemudian melanjutkan SD Mutiata 17 A, SMP Mutiata 17 A dan SMA KORPRI Bekasi. Penulis kemudian diterima di perguruan tinggi ITS departemen Teknik Perkapalan, FTK melalui jalur Mandiri ITS.

Di Departemen Teknik Perkapalan, Penulis mengambil bidang studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kegiatan akademis di kuliah penulis juga aktif dalam kegiatan non akademis, penulis pernah menjadi staff PSDM Himatekpal 2015-2016 dan menjabat sebagai ketua Dana Usaha SAMPANESIA10. Selama kuliah penulis mengikuti pelatihan manajerial seperti LKMM pra TD, LKMM TD dan LKMM TMM. Selain itu penulis juga pernah mengikuti pelatihan keterampilan *software* Autocad, Maxsurf dan Inventor. Penulis memiliki moto selama berkuliah yaitu “bebas tapi sopan”.

Email: [Helmi.lukmanss@gmail.com](mailto:Helmi.lukmanss@gmail.com)









