



TUGAS AKHIR - MN 184802

**ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT
KULIT WARU GUNUNG (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*)
DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT RESIN UNTUK
KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN**

**Novando Afdhol
NRP 0411144000041**

**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
KULIT WARU GUNUNG (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*)
DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT RESIN UNTUK
KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN**

**Novando Afdhol
NRP 0411144000041**

**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 THE USE
OF FIBER WARU (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*) WITH
VARIOUS RESIN FRACTION FOR HULL OF FISHING
VESSELS**

**Novando Afdhol
NRP 0411144000041**

**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 KULIT WARU GUNUNG (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*) DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT RESIN UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN

TUGAS AKHIR

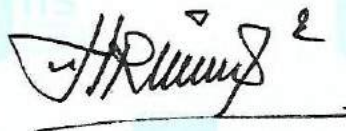
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NOVANDO AFDHOL
NRP 0411144000041

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



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

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Dr. Wasis Dwi Arsyawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 30 JULI 2019

LEMBAR REVISI

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT KULIT WARU GUNUNG (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*) DENGAN VARIASI PERBANDINGAN BERAT RESIN UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN

TUGAS AKHIR

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

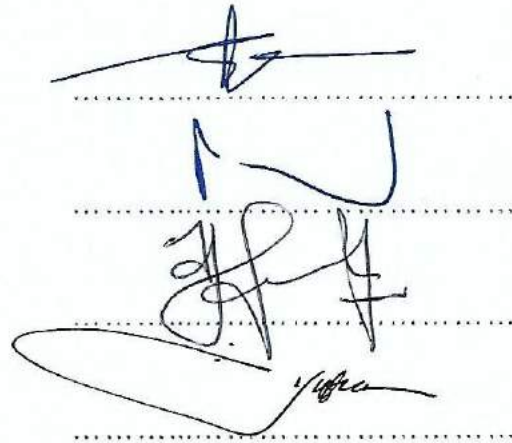
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NOVANDO AFDHOL
NRP 0411144000041

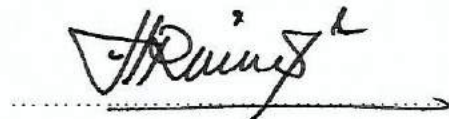
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Muhammad Nurul Misbah, 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

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir 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 Tugas Akhir;
2. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc., Bapak Imam Baihaqi, S.T., M.T., Bapak M. Solikhan Arif, S.T., M.T., Bapak Sufian Imam Wahidi, S.T., M.Sc. dan Ibu Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T., M.T. selaku dosen RMK Produksi dan Manajemen Perkapalan sekaligus Dosen Penguji atas kritik dan sarannya untuk perbaikan laporan Tugas Akhir ini;
3. Bapak Totok Yulianto, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas ijin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Pak Pardi, Pak Didik, Pak Denny, Pak Fairil, Mas Agil dan Mas Joko yang turut membantu dan memberikan motivasi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini;
5. Orang tua, keluarga dan sahabat yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini;
6. Saudaraku Helmi, Galih, Reyhan dan teman-teman seperjuangan Tugas Akhir yang selalu memberikan semangat dan energi positif;

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya,

Novando Afdhol

ANALISA TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN SERAT KULIT WARU GUNUNG (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*) DENGAN VARIASI BERAT RESIN UNTUK KONSTRUKSI KULIT KAPAL IKAN

Nama Mahasiswa : Novando Afdhol
NRP : 0411144000041
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Dr.Ir.Heri Supomo,M.Sc.

ABSTRAK

Serat alam merupakan bahan penguat komposit yang bersifat ramah lingkungan. Penguat pada komposit dipilih material dengan kekuatan tarik yang optimal. Pohon Waru Gunung (*Hibiscus Similis*) adalah tanaman yang kulit pada batangnya dapat dimanfaatkan menjadi serat yang bisa digunakan sebagai bahan penguat pada komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan serat kulit Waru sebagai penguat dan resin sebagai pengikat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tekuk yang nantinya diaplikasikan pada pembuatan konstruksi kulit kapal ikan. Untuk pengujian tarik mengacu pada ASTM D638-02 dan pengujian tekuk mengacu pada ASDTM D790-00. Hasil dari pengujian dengan beberapa variasi dianalisa secara teknis untuk memperoleh susunan laminasi dan fraksi resin yang paling benar dan memenuhi kriteria sifat mekanik yang disyaratkan BKI. Variasi yang nilainya memenuhi kriteria dipilih dan digunakan sebagai dasar perhitungan biaya material pada pembuatan kapal ikan berbahan serat Waru ukuran 10 GT dan dibandingkan dengan biaya produksi kapal ikan FRP 10 GT. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan setiap susunan laminasi komposit dengan variasi berat resin 1 : 8 memiliki nilai sifat mekanis lebih baik dibandingkan dengan variasi berat resin 1 : 10. Besar nilai penurunan sifat mekanis pada penggunaan variasi resin 1 : 10 mencapai 8,33%, untuk kekuatan tarik, 7,82% untuk kekuatan tekuk, 5,59% untuk *Modulus of Elasticity* (MOE) dan 27,97% untuk *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) dibandingkan penggunaan variasi resin 1 : 8. Penggunaan perbandingan resin yang lebih banyak mengakibatkan penurunan nilai dari sifat mekanis komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung. Pada sampel kapal penangkap ikan 10 GT milik KKP, biaya produksi kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon waru variasi A.8, A.10, C.8, dan D.8 memiliki biaya yang lebih ekonomis dibandingkan biaya produksi kapal FRP dengan selisih biaya masing-masing sebesar 2,97%, 0,07%, 2,19%, dan 2,83%. Untuk biaya produksi kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru variasi B.8, B.10, C.10, dan D.10 memiliki biaya produksi sedikit lebih mahal dibandingkan biaya produksi kapal FRP dengan selisih biaya masing-masing sebesar 0,88%, 3,41%, 2,47%, dan 4,21%.

Kata kunci: Serat Alam, Serat Kulit Waru, Kapal Ikan, Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk

ANALYSIS TECHNICAL AND ECONOMICAL OF THE USE OF FIBER WARU (*HIBISCUS SIMILIS FIBER*) WITH VARIOUS RESIN FRACTION FOR HULL OF FISHING VESSELS

Author : Novando Afdhol
ID No. : 0411144000041
Dept. / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisors : Dr.Ir.Heri Supomo,M.Sc.

ABSTRACT

Natural fiber can be used as reinforcement material in composite that is environmental friendly. The reinforcement of the composite is selected by the optimal tensile strength. Waru gunung tree (*Hibiscus Similis*) is a plant that its skin of the trunk can be used as a fiber that can be used as a reinforced material in composite. The purpose of this study is to determine the comparison of the Waru fiber as the reinforcement and resin as a matrix of tensile strength and bending strength value then later it will be applied on hull of fishing vessel. Tensile strength refers to ASTM D638-02 and for bending strength refers to ASTM D790-00 as the standard of material test. The test results with several variations was analyzed technically to find out the best physical properties and mechanical properties required by BKI. Variations which met the standard is selected and used as the basis of calculating the production cost of making the hull of fishing vessels FRP 10 GT. Based on the test results, known that each composite laminate schedule with 1 : 8 resin fraction had better mechanical properties compared to using 1 : 10 resin fraction. The decrease of mechanical properties value in using 1 : 10 resin fraction reached 8,33% for tensile strength, 7,82% for bending strength, 5,59% for Modulus of Elasticity (MOE) and 27,97% for Modulus of Bending Elasticity (MOE) compared to using 1 : 8 resin fraction. In sample of KKP's fishing vessels 10 GT, the production of OFRP fishing vessel using Waru fiber variation A.8, A.10, C.8, and D.8 has better economic value compared to fishing vessel using FRP material with cost difference of each of them is 2,97%, 0,07%, 2,19%, and 2,83%. For the production cost of OFRP fishing vessel using Waru fiber variation B.8, B.10, C.10, and D.10 have slightly more expensive than production cost of fishing vessel FRP with cost difference of each of them is 0.88%, 3,41%, 2,47%, and 4,21%.

Keyword: Nature Fiber, Fiber Waru, Fishing Vessels, Tensile Strength, Modulus of Rupture

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Hipotesis.....	3
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	5
2.1. Pohon Waru Gunung (<i>Hibiscus Similis</i>)	5
2.1.1. Pemanfaatan Pohon Waru (<i>Hibiscus Similis</i>).....	6
2.2. Komposit	6
2.2.1. Jenis-Jenis Komposit	7
2.3. Material Umum Pembuatan Komposit.....	10
2.3.1. <i>Release Agent</i>	10
2.3.2. <i>Reinforcement Material</i>	11
2.3.3. Resin	15
2.3.4. Katalis	16
2.3.5. <i>Gelcoat</i>	17
2.4. Fraksi Matriks dan Serat	17
2.5. Metode Laminasi.....	17
2.5.1. <i>Hand Lay-Up</i>	18
2.5.2. <i>Spray Lay-up</i>	18
2.5.3. <i>Vacuum Inclusion</i>	18
2.6. Metode Pembuatan Kapal FRP	18
2.7. Standar Pengujian.....	21
2.7.1. Pengujian Tarik	22
2.7.2. Pengujian Tekuk	23
2.8. <i>Scantling</i> Tebal Kapal FRP	24
BAB 3 METODOLOGI	27
3.1. Diagram Alir Penelitian	27
3.2. Persiapan Pembuatan Spesimen	29
3.2.1. Perencanaan Spesimen Uji	29
3.2.2. <i>Schedule</i> Laminasi.....	30

3.2.3.	Pengambilan Serat Kulit Pohon Waru.....	30
3.2.4.	Pembuatan <i>Woven Roving</i>	31
3.2.5.	Pembuatan Cetakan	32
3.2.6.	Pembuatan <i>Matt</i>	33
3.3.	Pembuatan Material Uji	34
3.3.1.	Peralatan dan Bahan	34
3.3.2.	Proses Pengerjaan Material Uji	35
3.3.3.	Pembuatan Spesimen.....	39
3.4.	Pengujian Kekuatan Tarik.....	39
3.5.	Pengujian Kekuatan Tekuk	41
3.6.	Analisa Teknis.....	42
3.7.	Analisa Ekonomis	42
BAB 4 HASIL PENGUJIAN		43
4.1.	UMUM.....	43
4.2.	Hasil Pengujian Tarik.....	44
4.2.1.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen A.8.....	44
4.2.2.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi A.10	45
4.2.3.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi B.8	46
4.2.4.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi B.10	48
4.2.5.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi C.8	49
4.2.6.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi C.10	51
4.2.7.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi D.8	52
4.2.8.	Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi D.10	54
4.3.	Hasil Pengujian Tekuk	55
4.3.1.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi A.8.....	55
4.3.2.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi A.10.....	57
4.3.3.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi B.8.....	58
4.3.4.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi B.10.....	60
4.3.5.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi C.8.....	61
4.3.6.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi C.10.....	63
4.3.7.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi D.8.....	64
4.3.8.	Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi D.10.....	66
BAB 5 ANALISIS TEKNIS		69
5.1.	Analisis Teknis.....	69
5.2.	Grafik <i>Stress-Strain</i>	69
5.3.	Analisa Data Pengujian Tarik	70
5.3.1.	Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap Kekuatan Tarik.....	72
5.3.2.	Analisa Pengaruh <i>Schedule</i> Laminasi Terhadap Kekuatan Tarik	72
5.3.3.	Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap MOE <i>Tensile</i>	73
5.3.4.	Analisa Pengaruh <i>Schedule</i> Laminasi Terhadap MOE <i>Tensile</i>	74
5.4.	Analisa Data Pengujian Tekuk.....	75
5.4.1.	Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap Kekuatan Tekuk	76
5.4.2.	Analisa Pengaruh <i>Schedule</i> Laminasi Terhadap Kekuatan Tekuk.....	77
5.4.3.	Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap MOE <i>Bending</i>	78
5.4.4.	Analisa <i>Pengaruh Schedule</i> Laminasi Terhadap MOE <i>Bending</i>	78
5.4.5.	Perbandingan Kekuatan FRP terhadap Komposit Serat Kulit Pohon Waru.....	79
5.5.	Data Kapal Ikan 10 GT	80
5.5.1.	Rencana Umum Kapal Ikan FRP 10 GT	80
5.5.2.	Rencana Garis Kapal Ikan FRP 10 GT.....	81

5.5.3.	Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT	82
5.5.4.	Perhitungan Tebal Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT	83
5.4.6	<i>Payload</i> Kapal Untuk Setiap Variasi	85
BAB 6 ANALISIS EKONOMIS		87
6.1.	Umum	87
6.2.	Biaya Produksi Kapal Ikan FRP 10 GT	87
6.2.1.	Biaya Material Untuk Cetakan	87
6.2.2.	Biaya Material Utama	88
6.2.3.	Biaya Material Penunjang	89
6.2.4.	Perhitungan Biaya Material	90
6.2.5.	Biaya Tenaga Kerja	90
6.2.6.	Total Biaya Produksi Kapal Ikan FRP 10 GT	91
6.3.	Biaya Produksi Kapal Ikan OFRP 10 GT	92
6.3.1.	Biaya Material Untuk Cetakan	92
6.3.2.	Biaya Material Utama	93
6.3.3.	Biaya Material Penunjang	94
6.3.4.	Perhitungan Biaya Material	95
6.3.5.	Biaya Tenaga Kerja	95
6.3.6.	Total Biaya Produksi Kapal Ikan OFRP 10 GT	97
6.4.	Rekapitulasi Perbandingan Biaya Produksi Kapal Ikan FRP dengan OFRP	97
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN		99
7.1.	Kesimpulan	99
7.2.	Saran	100
DAFTAR PUSTAKA		101
LAMPIRAN		103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Waru	5
Gambar 2.2 Komposit partikel	7
Gambar 2.3 Komposit serat	7
Gambar 2.4 Jenis orientasi serat pada komposit berpenguat serat	8
Gambar 2.5 Komposit <i>sandwich</i>	9
Gambar 2.6 Komposit laminat	9
Gambar 2.7 <i>Wax</i>	10
Gambar 2.8 <i>Polyvinyl Alcohol</i>	11
Gambar 2.9 <i>Chopped Strand Matt (CSM)</i>	12
Gambar 2.10 <i>Woven Roving (WR)</i>	12
Gambar 2.11 <i>Biaxial fiberglass</i>	13
Gambar 2.12 <i>Multiaxial fiberglass</i>	13
Gambar 2.13 <i>Carbon fiber</i>	14
Gambar 2.14 Cetakan kapal FRP	19
Gambar 2.15 Proses laminasi	20
Gambar 2.16 Pemasangan <i>frame</i>	20
Gambar 2.17 Awal pelepasan laminasi dari cetakan.....	21
Gambar 2.18 Desain spesimen uji tarik ASTM D638-02 Type III	22
Gambar 2.19 Dimensi spesimen uji tekuk ASTM D790-00	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2 Pengambilan serat kulit Pohon Waru di Tulungagung	31
Gambar 3.3 Tamparan serat.....	31
Gambar 3.4 Cetakan 50 cm x 50 cm untuk anyaman <i>Woven Roving</i>	32
Gambar 3.5 <i>Woven Roving</i> dari serat kulit Pohon Waru	32
Gambar 3.6 Pembuatan Cetakan 50 cm x 50 cm menggunakan triplek melamin.....	32
Gambar 3.7 Proses pembuatan <i>matt</i>	33
Gambar 3.8 Latek cair	33
Gambar 3.9 <i>Matt</i> dari serat kulit Pohon Waru.....	34
Gambar 3.10 Cetakan laminasi.....	35
Gambar 3.11 Campuran <i>gelcoat</i>	36
Gambar 3.12 Cetakan yang dilapisi <i>gelcoat</i>	36
Gambar 3.13 Berat resin yang digunakan untuk CSM 300.....	37
Gambar 3.14 Proses laminasi CSM 300.....	37
Gambar 3.15 Proses laminasi <i>Woven Roving</i>	38
Gambar 3.16 Hasil laminasi setelah dilepas dari cetakan	38
Gambar 3.17 Bentuk spesimen pengujian tarik.....	39
Gambar 3.18 Bentuk spesimen pengujian tekuk	39
Gambar 3.19 <i>Universal Testing Machine</i>	40
Gambar 3.20 Spesimen uji mengalami patahan	40
Gambar 3.21 Hasil pengujian tarik.....	41
Gambar 3.22 Hasil pengujian tekuk	41

Gambar 4.1 Grafik <i>load-elongation</i> variasi A.8.....	44
Gambar 4.2 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen A.8	45
Gambar 4.3 Grafik <i>load-elongation</i> variasi A.10.....	45
Gambar 4.4 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen A.10	46
Gambar 4.5 Grafik <i>load-elongation</i> variasi B.8.....	47
Gambar 4.6 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen B.8.....	48
Gambar 4.7 Grafik <i>load-elongation</i> variasi B.10.....	48
Gambar 4.8 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen B.10.....	49
Gambar 4.9 Grafik <i>load-elongation</i> variasi C.8.....	50
Gambar 4.10 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen C.8.....	51
Gambar 4.11 Grafik <i>load-elongation</i> variasi C.10.....	51
Gambar 4.12 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen C.10.....	52
Gambar 4.13 Grafik <i>load-elongation</i> variasi D.8.....	53
Gambar 4.14 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen D.8	54
Gambar 4.15 Grafik <i>load-elongation</i> variasi D.10.....	54
Gambar 4.16 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen D.10	55
Gambar 4.17 Grafik <i>load-deflection</i> variasi A.8.....	56
Gambar 4.18 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen A.8.....	57
Gambar 4.19 Grafik <i>load-deflection</i> variasi A.10	57
Gambar 4.20 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen A.10.....	58
Gambar 4.21 Grafik <i>load-deflection</i> variasi B.8	59
Gambar 4.22 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen B.8.....	60
Gambar 4.23 Grafik <i>load-deflection</i> variasi B.10	60
Gambar 4.24 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen B.10	61
Gambar 4.25 Grafik <i>load-deflection</i> variasi C.8	62
Gambar 4.26 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen C.8.....	63
Gambar 4.27 Grafik <i>load-deflection</i> variasi C.10	63
Gambar 4.28 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen C.10	64
Gambar 4.29 Grafik <i>load-deflection</i> variasi D.8	65
Gambar 4.30 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen D.8.....	66
Gambar 4.31 Grafik <i>load-deflection</i> variasi 4.2.....	66
Gambar 4.32 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen D.10.....	67
Gambar 5.1 Grafik <i>Stress-Strain</i> variasi A.8.1.....	69
Gambar 5.2 Grafik rata-rata nilai <i>tensile strength</i> setiap variasi spesimen.....	70
Gambar 5.3 Grafik rata-rata <i>Modulus of Elasticity</i> (MOE) setiap variasi spesimen.....	71
Gambar 5.4 Diagram rata-rata <i>Modulus of Rupture</i> (MOR) setiap variasi spesimen	75
Gambar 5.5 Diagram rata-rata <i>Modulus of Bending Elasticity</i> (MOE) setiap variasi.....	76
Gambar 5.6 Rencana Umum (<i>General Arrangement</i>) kapal penangkap ikan FRP 10 GT	81
Gambar 5.7 Rencana garis (<i>lines plan</i>) kapal penangkap ikan FRP 10 GT	81
Gambar 5.8 Data luasan konstruksi kulit kapal ikan 10 GT.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Tensile properties of various fiber</i>	14
Tabel 2.2 Sifat mekanik komposit serat Waru dengan perlakuan Alkali (NaOH)	15
Tabel 2.3 Karakteristik <i>unsaturated polyester Yukalac 157®</i> BQTN-EX	16
Tabel 3.1 Berat serat setiap laminasi	29
Tabel 3.2 Berat resin untuk setiap lapisan	29
Tabel 3.3 <i>Schedule</i> laminasi	30
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi A.8	44
Tabel 4.2 Hasil pengujian tarik spesimen variasi A.10	46
Tabel 4.3 Hasil pengujian tarik spesimen variasi B.8	47
Tabel 4.4 Hasil pengujian tarik spesimen variasi B.10	49
Tabel 4.5 Hasil pengujian tarik spesimen variasi C.8	50
Tabel 4.6 Hasil pengujian tarik spesimen variasi C.10	52
Tabel 4.7 Hasil pengujian tarik spesimen variasi D.8	53
Tabel 4.8 Hasil pengujian tarik spesimen variasi D.10	55
Tabel 4.9 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi A.8	56
Tabel 4.10 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi A.10	58
Tabel 4.11 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi B.8	59
Tabel 4.12 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi B.10	61
Tabel 4.13 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi C.8	62
Tabel 4.14 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi C.10	64
Tabel 4.15 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi D.8	65
Tabel 4.16 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi D.10	67
Tabel 5.1 Perbandingan kekuatan FRP dan OFRP serat kulit pohon Waru Gunung	79
Tabel 5.2 <i>Main dimesion</i> kapal Ikan FRP 10 GT	80
Tabel 5.3 Data luasan konstruksi kulit kapal ikan 10 GT	83
Tabel 5.4 Tebal minimal konstruksi kulit kapal berdasarkan aturan BKI	83
Tabel 5.5 Perbandingan tebal konstruksi kulit kapal ikan FRP dan OFRP serat Waru	84
Tabel 5.6 Rekapitulasi nilai <i>Payload</i> setiap variasi kapal OFRP	85
Tabel 6.1 Biaya material untuk pembuatan cetakan	87
Tabel 6.2 Luasan kapal ikan FRP 10 GT	88
Tabel 6.3 Kebutuhan CSM 300 dan WR 600 untuk konstruksi kulit kapal ikan 10 GT	88
Tabel 6.4 Biaya kebutuhan material utama	88
Tabel 6.5 Rekapitulasi biaya material alat	89
Tabel 6.6 Rekapitulasi biaya material habis pakai	89
Tabel 6.7 Rekapitulasi total biaya material untuk kapal ikan FRP 10 GT	90
Tabel 6.8 Produktivitas pengerjaan produksi kapal ikan FRP 10 GT	90
Tabel 6.9 Waktu proses produksi kapal ikan FRP 10 GT	91
Tabel 6.10 Biaya tenaga kerja langsung untuk pembuatan kapal ikan FRP 10 GT	91
Tabel 6.11 Rekapitulasi biaya produksi kapal ikan FRP 10 GT	92
Tabel 6.12 Biaya material untuk pembuatan cetakan	92

Tabel 6.13 Kebutuhan serat Waru untuk pembangunan kapal ikan OFRP 10 GT.....	93
Tabel 6.14 Kebutuhan biaya CSM 300 dan WR 600 per m ²	93
Tabel 6.15 Rekapitulasi biaya material utama	93
Tabel 6.16 Rekapitulasi biaya material alat	94
Tabel 6.17 Rekapitulasi biaya material habis pakai	94
Tabel 6.18 Rekapitulasi total biaya material untuk pembangunan kapal OFRP 10 GT.....	95
Tabel 6.19 Produktivitas pengerjaan kapal FRP 10 GT	95
Tabel 6.20 Waktu proses produksi kapal ikan OFRP serat kulit pohon Waru 10 GT	96
Tabel 6.21 Biaya tenaga kerja langsung untuk produksi kapal ikan OFRP Waru 10 GT	96
Tabel 6.22 Rekapitulasi biaya produksi kapal ikan OFRP Waru 10 GT.....	97
Tabel 6.23 Rekapitulasi perbandingan biaya produksi kapal ikan FRP dengan OFRP Waru ..	97

DAFTAR SIMBOL

P	= <i>Breaking Load</i> (N)
A	= Luas permukaan pada titik tengah spesimen uji (mm^2)
l	= Panjang awal <i>gauge</i> (mm)
$\Delta P/\Delta l$	= Gradien dari bagian linear pada grafik <i>load-deflection</i> (N/mm)
Δl	= 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>
∇	= Volume <i>displacement</i> kapal (mm^3)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Jenis material yang banyak dipakai untuk kapal ikan saat ini adalah jenis *Fiberglass Reinforced Plastic Fiberglass Reinforced Plastics* (FRP) atau yang biasa disebut *fiberglass* adalah produk yang terdiri dari resin, bahan penguat *fiberglass* dan *additive* (bahan tambahan) yang digabung dan diproses agar dapat hasil yang spesifik sesuai kebutuhan. *Fiberglass Reinforced Plastics* (FRP) banyak digunakan baik untuk perabot rumah tangga maupun industri besar, sampai kapal laut. Departemen Perhubungan mulai saat ini memberlakukan pelarangan kapal dengan bahan serat kaca atau *fiberglass* untuk berlayar ke laut. Direktur Jenderal Perhubungan Laut Dephub menegaskan seluruh kapal FRP dilarang untuk berlayar di laut lepas. Bahan FRP sangat rentan terhadap guncangan ombak. Sifat FRP yang tidak lentur menyebabkan bahan tersebut mudah pecah bila berbenturan dengan benda yang lebih keras. Karakteristik dari *fiberglass* sulit terurai sehingga menyebabkan penggunaan *fiberglass* tidak ramah terhadap lingkungan serta biaya pembangunan kapal *fiberglass* sendiri yang *relative* mahal. (Republika, 2009).

Teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan oleh negara-negara di dunia saat ini sehingga menjadikan suatu tantangan yang terus diteliti oleh para pakar untuk dapat mendukung kemajuan teknologi ini. Teknologi komposit dengan material serat alam (*Natural Fiber*) merupakan salah satu teknologi hijau yang serius dikembangkan saat ini. Tuntutan teknologi ini disesuaikan juga dengan keadaan alam yang mendukung untuk pemanfaatannya secara langsung terutama penggunaan serat pohon Waru dalam pembangunan kapal fiber. Analisa ini dilakukan seiring dengan majunya eksploitasi penggunaan bahan alami dalam kehidupan sehari-hari terutama penggunaan serat alam sebagai penguat matrik komposit. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam ini adalah jumlahnya berlimpah, memiliki *specific cost* yang rendah, dapat diperbarui dan didaur ulang, serta lebih ramah lingkungan.

Serat kulit pohon Waru Gunung merupakan serat alam yang biasa digunakan sebagai tali untuk mengikat hewan ternak di daerah pedesaan. Serat kulit pohon Waru bisa menjadi

salah satu opsi penggunaan serat alam sebagai penguat pada komposit yang nantinya bisa digunakan pada industri perkapalan khususnya pada industri kapal FRP. Pembuatan komposit dengan penguat serat kulit pohon Waru Gunung ini diharapkan dapat memiliki sifat mekanis melebihi standar minimal nilai yang sudah ditetapkan BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics* serta memiliki biaya produksi yang lebih ekonomis dibandingkan pembuatan kapal FRP khususnya konstruksi kulit pada 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 kulit pohon Waru Gunung?
2. Bagaimana pengaruh perbandingan resin terhadap kekuatan pada komposit dengan menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung sebagai penguat?
3. Apakah kekuatan dari komposit memenuhi standar nilai minimal kekuatan FRP yang sudah ditetapkan oleh *class* sesuai aturan BKI tahun 2016, *rules for Fibreglass Reinforced Plastics Ships*?
4. Bagaimana penerapan komposit untuk dijadikan konstruksi kulit kapal ikan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung?
5. Bagaimana aspek ekonomis berdasarkan biaya pembangunan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai kuat tarik dan kuat tekuk dari komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung.
2. Melakukan analisa teknis berdasarkan hasil pengujian tarik dan pengujian tekuk komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung.
3. Melakukan perbandingan nilai kekuatan komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung dengan nilai minimal kekuatan FRP yang sudah ditetapkan oleh *class* sesuai aturan BKI tahun 2016, *rules for Fibreglass Reinforced Plastics Ships*.
4. Melakukan analisa teknis untuk mencari ketebalan dari konstruksi kulit kapal ikan OFRP berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung.

5. Melakukan analisa ekonomis berdasarkan biaya pembuatan konstruksi kulit kapal ikan menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung.

1.4. Batasan Masalah

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

1. Perbandingan berat resin yang sudah ditentukan.
2. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dan uji tekuk.
3. Standar pengujian spesimen menggunakan ASTM (*American Standard Testing and Material*) D638-02 untuk uji tarik dan D790-00 untuk uji tekuk.
4. Metode laminasi yang digunakan adalah metode *handy lay up*
5. Konstruksi kulit kapal ikan meliputi konstruksi alas, sisi dan geladak.
6. Perhitungan konstruksi menggunakan peraturan BKI.
7. Tidak membahas persoalan teknis pasca pembuatan (perawatan dan reparasi)

1.5. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini yaitu:

1. Manfaat akademis: Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pengajaran dan bahan referensi dalam pembangunan kapal fiber.
2. Manfaat praktisi: Data yang diperoleh dari penelitian ini bisa menjadi referensi dan bahan pertimbangan galangan kapal *fiberglass* dalam pembangunan kapal ikan menggunakan serat alam khususnya serat kulit pohon Waru sebagai penguatnya.

1.6. Hipotesis

Hipotesis dari tugas akhir ini adalah sifat mekanik dari komposit dengan menggunakan serat alam (*Natural Fiber*) sebagai penguat, yaitu serat kulit pohon Waru gunung memenuhi standar yang sudah ditetapkan oleh BKI tahun 2016, *rules for Fibreglass Reinforced Plastics Ships* serta memiliki biaya produksi yang lebih ekonomis pada pengaplikasian pembuatan kapal ikan khususnya konstruksi kulit jika dibandingkan dengan bahan FRP.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Pohon Waru Gunung (*Hibiscus Similis*)

Pohon Waru Gunung (*Hibiscus Similis*) telah lama dikenal sebagai pohon peneduh di tepi jalan atau tepi sungai, pematang serta pantai. Pohon Waru memiliki tinggi mencapai 15 m, kayu berwarna cokelat, dan memiliki penampang bulat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Batang cenderung tumbuh tinggi lurus pada tanah yang subur dan tumbuh membengkok pada tanah yang tidak subur. Tanaman Waru Gunung memiliki daun tunggal dan berbentuk telur, ujung daun yang runcing, pangkal rompong, memiliki panjang daun 15-25 cm serta lebar 10-15 cm, dan pertulangan daun yang menyirip. Tanaman Waru juga memiliki bunga yang letaknya di ketiak daun dengan kelopak yang jumlahnya sebanyak 10 buah. Mahkota bunga dari tanaman Waru berbentuk corong dengan panjang 5-7 cm dan memiliki warna kuning keunguan.



Gambar 2.1 Pohon Waru

Tanaman Waru Gunung termasuk salah satu jenis tanaman serbaguna dan cepat tumbuh. Pada umur muda, tanaman Waru Gunung memiliki banyak sifat *inferior* karena banyak mengandung kayu juvenil atau kayu muda. Kualitas kayu dengan adanya kayu juvenil diduga lebih rendah dibandingkan kualitas kayu dewasanya. Hingga saat ini, data dan informasi

mengenai kualitas kayu masih belum optimal berhubungan dengan umur tanaman yang masih sangat terbatas. Hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya menunjukkan batang pohon Waru Gunung memiliki kualitas yang baik pada saat berumur 16 tahun dari batang pangkal sampai tengah karena pada bagian tersebut memiliki kualitas pengeringan yang bagus. (Basri, 2012). Tanaman Waru Gunung ini banyak tumbuh dan menyebar luas mulai dari Paksitan, Inida, Burma, Cina Selatan, Vietnam, Kamboja, Thailand, Malaysia, dan Indonesia. Secara *general*, di Indonesia populasi pohon Waru Gunung memang tidak terlalu banyak, tetapi untuk di pulau Jawa populasi pohon Waru Gunung sendiri terbilang cukup melimpah. (*SilentNature.Net*, 2018)

2.1.1. Pemanfaatan Pohon Waru (*Hibiscus Similis*)

Tanaman Waru memiliki kayu teras yang ringan, cukup padat, berstruktur cukup halus, dan tidak begitu berat serta liat dan awet bertahan dalam tanah. Kayu dari tanaman Waru ini biasanya digunakan sebagai bahan bangunan atau perahu, roda pedati, gagang perkakas, ukiran serta kayu bakar. Kulit batang dari tanaman Waru bisa dijadikan serat dengan cara mengelupas bagian kulit dari batang lalu direndam. Beberapa lama kemudian setelah direndam dapat diperoleh serat yang biasa disebut dengan lulup Waru. Serat dari kulit pohon Waru biasa dimanfaatkan sebagai tali untuk mengikat hewan ternak. Bunga dari tanaman Waru juga berkhasiat sebagai obat batuk. Penggunaan bunga tanaman Waru sebagai obat batuk yaitu dengan cara mengambil ± 4 gram bunga segar, ditumpuk sampai lumat, diseduh dengan 1/2 gelas air matang kemudian diperas dan disaring. Hasil saringan juga diminum sekaligus. (*SilentNature.Net*, 2018)

2.2. Komposit

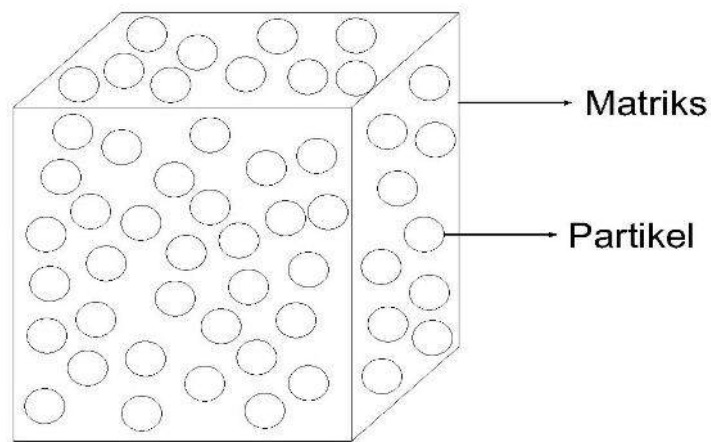
Material komposit adalah kombinasi antara dua material atau lebih yang membentuk satu kesatuan memiliki sifat kimia dan fisika yang berbeda serta tidak saling melarutkan satu dengan yang lain. Material komposit terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fiber*) sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat serat tersebut. Bahan serat yang biasanya digunakan adalah bahan yang kuat, kaku, dan getas sedangkan bahan matriks dipilih bahan yang lunak, liat, dan tahan terhadap perlakuan kimia. Matriks yang sering digunakan dalam dunia industri perkapalan adalah matriks jenis polimer atau resin. Pembuatan material komposit memiliki tujuan untuk memperbaiki sifat mekanik atau sifat spesifik tertentu serta kemudahan dalam pembentukan dan juga penghematan dalam masalah biaya. (Siregar, Setyawan, Marasabessy, 2016)

2.2.1. Jenis-Jenis Komposit

Berdasarkan jenis penguatnya, komposit dibedakan menjadi tiga, yaitu:

a. Komposit partikel

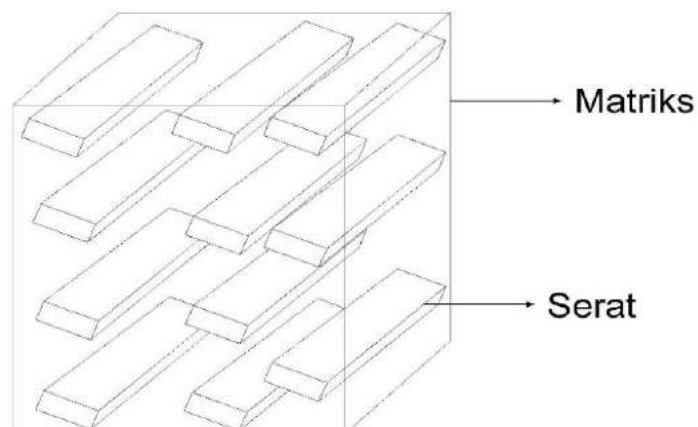
Komposit Partikel merupakan komposit yang tersusun dari serbuk atau partikel sebagai penguat (*reinforced*) dan terdistribusi merata dalam matriks seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2. Komposit partikel dihasilkan dengan menempatkan partikel-partikel sekaligus mengikatnya dengan matriks dengan berbagai macam perlakuan seperti panas, kelembaban, tekanan, katalis, dan lain-lain. Tegangan diantara fase partikel dan sambungan matriks sangat mempengaruhi kekuatan dari komposit. (Widiatmoko, 2016)



Gambar 2.2 Komposit partikel
[sumber: *docplayer.info*, 2018]

b. Komposit Serat

Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat dan resin sebagai bahan perekat. Matriks berupa resin mengikat serat sebagai penguat untuk membentuk senyawa baru. Gambar 2.3 merupakan ilustrasi dari bentuk komposit serat.



Gambar 2.3 Komposit serat
[sumber: Balfas, 2012]

Kekuatan komposit sangat tergantung pada jenis serat yang digunakan. Serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matriks karena tegangan yang dikenakan pada komposit diterima oleh matriks lalu ditahan oleh serat hingga beban maksimum. Komposit dengan serat sebagai penguatnya digolongkan menjadi dua bagian yaitu:

- Komposit serat pendek (*short fiber composite*)

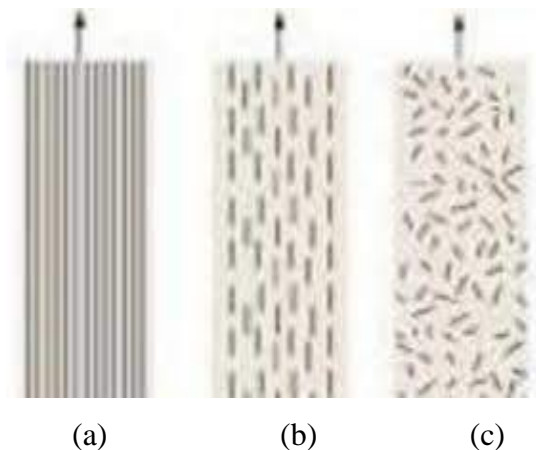
Material komposit yang diperkuat dengan serat pendek terbagi lagi menjadi dua berdasarkan arah orientasi seratnya yaitu serat acak (*inplane random orientation*) dan serat satu arah. Penggunaan tipe serat acak lebih sering digunakan pada produksi dengan skala besar karna faktor biaya manufakturnya yang lebih murah tetapi sifat mekanisnya tidak lebih baik dibandingkan dengan serat lurus atau satu arah pada jenis serat yang sama.

- Komposit serat panjang (*long fiber composite*)

Material komposit menggunakan serat panjang memiliki kelebihan yaitu serat yang mudah diorientasikan jika dibandingkan dengan penggunaan jenis serat pendek. Perbedaan serat panjang dan pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung dan serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan suatu titik pemakaiannya. (Widiatmoko, 2016)

Secara umum arah serat pada komposit berkuat serat dibagi menjadi tiga seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4 yaitu:

- Serat panjang dengan arah yang sama, Gambar 2.4 (a)
- Serat pendek dengan arah yang sama, Gambar 2.4 (b)
- Serat pendek dengan arah acak, Gambar 2.4 (c)



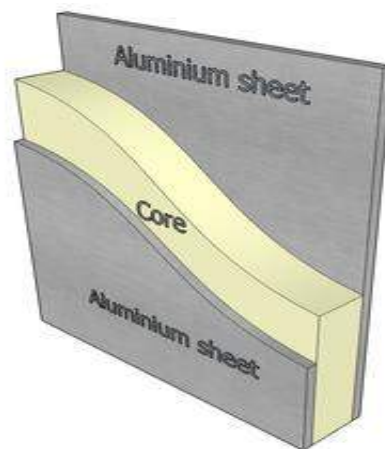
Gambar 2.4 Jenis orientasi serat pada komposit berkuat serat
[sumber: Widiatmoko, 2016]

c. **Komposit Struktural (*Structural Composite*)**

Komposit terdiri dari dua lapis atau lebih material yang digabungkan satu dengan yang lain hingga menjadi suatu kesatuan dan setiap lapisnya memiliki sifat mekanis tersendiri.

- Komposit *Sandwich* (*Sandwich Composite*)

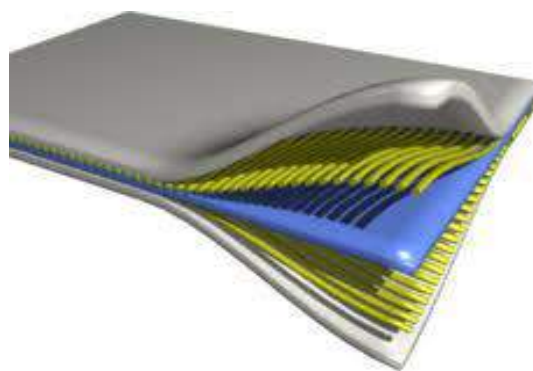
Komposit *sandwich* merupakan gabungan dari dua lembar lembar *skin* yang disusun pada sisi bagian luar dan *core* yang ringan diantara dua *skin*. Komposit *sandwich* biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan kuat tekuk yang tinggi serta memiliki bobot yang ringan. Gambar 2.5 merupakan ilustrasi dari bentuk komposit *sandwich*.



Gambar 2.5 Komposit *sandwich*
[sumber: *en.wikipedia.org* , 2019]

- Komposit Laminat (*Laminated Composite*)

Komposit laminat adalah jenis komposit yang terdiri dari dua atau lebih lapisan yang digabungkan satu dengan yang lain. Lapisan menjadi suatu kesatuan dan setiap lapisan memiliki karakteristik khusus. Ilustrasi dari bentuk komposit laminat dilihat pada Gambar 2.6. (Widiatmoko, 2016)



Gambar 2.6 Komposit laminat
[sumber: *en.wikipedia.org* , 2019]

2.3. Material Umum Pembuatan Komposit

Berikut di bawah ini adalah material-material yang digunakan dalam pembuatan material komposit berpenguat serat dan matriks jenis *polyester*:

2.3.1. Release Agent

Release Agent adalah material yang digunakan untuk mempermudah pelepasan laminasi fiber yang telah mengalami proses *curing* dari cetaknya. Pemilihan *release agent* dipengaruhi beberapa faktor seperti luas cetakan, metode laminasi, kebutuhan *finishing* permukaan, dan lainnya. Jenis-jenis *release agent* yang biasa digunakan pada industri kapal FRP yaitu:

a. Wax

Penggunaan *wax* dilakukan pada permukaan cetakan. *Wax* dioleskan pada permukaan cetakan sebelum dicetak agar hasil cetakan tidak lengket dan dapat dengan mudah lepas dari cetakan serta tidak merusak permukaan hasil cetakan. Penggunaan *wax* sebagai *release agent* dikarenakan mudahnya pengaplikasian *wax*, mudah diperoleh, dan harga yang relatif lebih murah. Gambar 2.7 merupakan jenis *wax* yang sering digunakan pada pembuatan komposit. (Bader, 2002)



Gambar 2.7 Wax

b. Polyvinyl Alcohol (PVA)

Polyvinyl Alcohol (PVA) adalah material yang berfungsi untuk mempermudah melepaskan resin dari cetakan. PVA bekerja dengan membentuk selaput *polymer* atau plastik tipis sehingga dapat memisahkan 2 bagian yang tidak ingin disatukan. Penggunaan PVA adalah dengan mengoleskan tipis PVA pada permukaan cetakan lalu tunggu sampai lapisan PVA kering atau tidak lengket lagi. Pelepasan komposit pada bagian yang belum kering akan mengalami lengket dan dapat merusak komposit maupun cetakan apabila proses laminasi dilakukan sebelum PVA kering. Gambar 2.8 merupakan bentuk dari PVA yang biasa dijumpai di pasaran. (Bader, 2002)



Gambar 2.8 *Polyvinyl Alcohol*
[sumber: Maulana, 2018]

2.3.2. *Reinforcement Material*

Reinforcement material adalah penguat berupa serat-serat komposit yang ditumpuk dan diikat menggunakan plastik resin. Pemilihan material penguat ditinjau berdasarkan ketersediaan bahan material penguat, harga material, kekuatan material, dan ketahanan terhadap bahan kimia. Material penguat yang umumnya digunakan yaitu material *fiberglass*, *carbon fiber*, dan serat alam (*nature fiber*) yang saat ini sedang banyak dikembangkan dikarenakan faktor biaya dan ketersediaannya.

a. *Fiberglass*

Material *fiberglass* adalah salah satu dari sekian banyak jenis bahan fiber komposit. Komponen penguat komposit *fiberglass* ini adalah serat kaca. Kaca dibuat benang yang tipis dengan diameter 5-25 mikrometer. Material *fiberglass* memiliki kelenturan dan kekuatan yang terbilang kuat serta harga yang relatif lebih ekonomis di pasaran. Bentuk material penguat *fiberglass* yang sering digunakan yaitu bulu-bulu dari serat kaca yang disatukan berbentuk lembaran (*chopped strand matt*) dan serat kaca yang dipintal panjang secara kontinu disusun berbentuk jahitan dengan sudut 90° (*woven roving*). (Wiratama, 2017)

- *Chopped Strand Matt (CSM)*

Chopped Strand Matt (CSM) adalah material serat kaca berbentuk lembaran kain dengan kandungan serat pendek yang disusun acak satu dengan lainnya. Laminasi *Chopped Strand Matt (CSM)* ini biasanya digunakan lapisan pengikat antara agar tidak mudah terkelupas maupun selip pada proses laminasi awal dan akhir dengan tujuan sisi menjadi rata. Perbandingan serat apabila digabung dengan resin adalah 1 CSM : 2-3 resin. Gambar 2.9 menunjukkan bentuk dari *Chopped Strand Matt (CSM)* yang biasa dijual di pasaran.

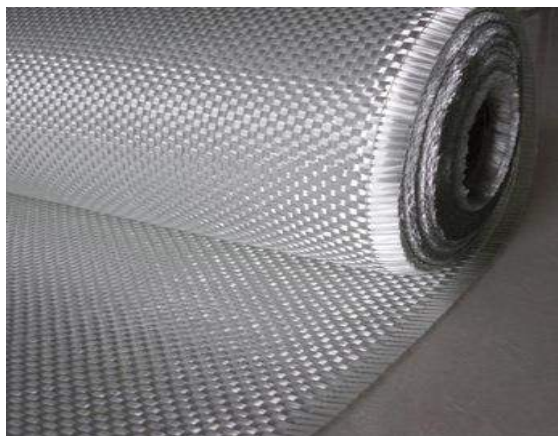


Gambar 2.9 *Chopped Strand Matt* (CSM)
[sumber: indiamart.com, 2019]

Penamaan *Chopped Strand Matt* (CSM) adalah faktor berat (gram) tiap luasan per meter persegi. *Chopped Strand Matt* (CSM) 300 berarti 300 gram berat serat pada luasan 1 m² dan *Chopped Strand Matt* (CSM) 450 berarti 450 gram berat serat pada luasan 1 m². (Ma'ruf, 2013)

- *Woven Roving* (WR)

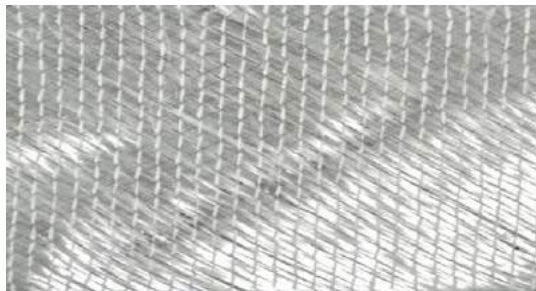
Woven Roving (WR) merupakan serat penguat terus menerus berbentuk anyaman yang dipilin dengan arah saling tegak lurus. *Woven Roving* (WR) digunakan pada pembangunan kapal FRP sebagai laminasi utama yang memberikan kekuatan tarik dan lengkung yang lebih tinggi dibandingkan laminasi *mat*. Perbandingan serat apabila digabung dengan resin adalah 45% *woven roving* (WR) dan resin 55%. Penamaan *Woven Roving* (WR) adalah faktor berat (gram) tiap luasan per meter persegi. *Woven Roving* (WR) 600 berarti 600 gram berat serat pada luasan 1 m² dan *Woven Roving* (WR) 800 berarti 800 gram berat serat pada luasan 1 m². Bentuk dari *woven roving* (WR) seperti yang ditunjukkan Gambar 2.10. (Yulianto, 2010)



Gambar 2.10 *Woven Roving* (WR)
[sumber: indonesian.alibaba.com, 2019]

- *Biaxial*

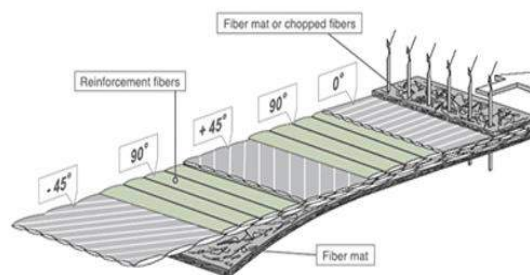
Serat *biaxial* dibuat dengan membentuk arah untaian serat dengan sudut $+45^\circ$ dan -45° seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11. Serat *biaxial* dibuat dengan tujuan untuk menambah kekuatan semaksimal mungkin. Keuntungan dari penggunaan serat jenis ini dapat mengurangi penggunaan serat berlapis lapis dan lebih hemat penggunaan resin serta pengaplikasian yang sangat mudah karena mampu mengikuti lekukan permukaan dengan lebih baik. (Tolu, 2017)



Gambar 2.11 *Biaxial fiberglass*
[sumber: totalboat.com, 2019]

- *Multiaxial*

Serat *multiaxial* adalah serat berbentuk lembaran kain yang dibuat dari benang kaca halus dan diarahkan ke berbagai arah sesuai keinginan. Orientasi arah yang biasa digunakan adalah 0° , 90° , 45° , dan -45° serta dapat digabungkan beberapa lapis sekaligus sehingga produk dapat menjadi lebih kuat. Gambar 2.12 merupakan ilustrasi dari bentuk serat *multiaxial*. (Ma'ruf, 2013)

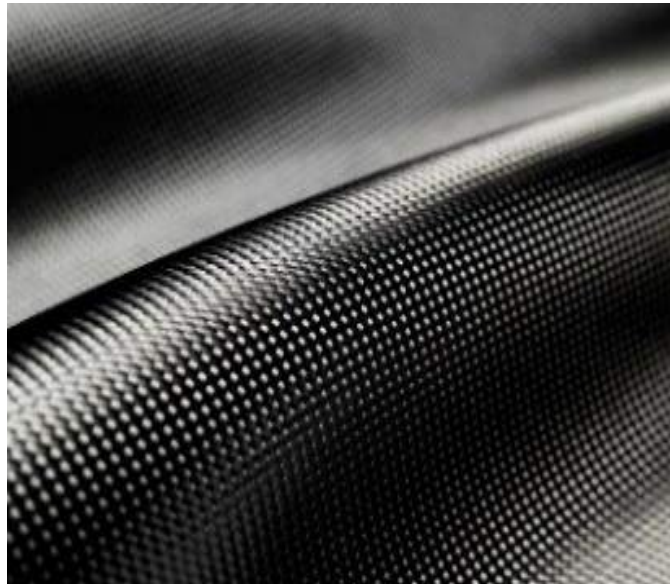


Gambar 2.12 *Multiaxial fiberglass*
[sumber: SKAPS Industries, 2019]

b. Carbon Fiber

Carbon fiber atau serat karbon sudah banyak diproduksi dan digunakan sejak tahun 1970an. Karbon fiber memiliki memiliki kekuatan yang tinggi dan sangat ringan. Serat karbon memiliki ketahanan terhadap suhu ekstrim dingin ataupun panas dan tahan terhadap reaksi kimia yang besar. Serat karbon lebih kuat dan juga kaku dibandingkan serat kaca serta serat

karbon relatif lebih mahal dibandingkan serat-serat penguat yang lain. Alasan jaranginya penggunaan serat karbon di dunia perkapalan selain masalah biaya juga mudahnya serat karbon patah pada kondisi beban kejut seperti hantaman ombak. Gambar 2.13 merupakan ilustrasi dari bentuk serat karbon (*carbon fiber*). (Wiratama, 2017)



Gambar 2.13 *Carbon fiber*
[sumber: *Aeroengineering*, 2017]

c. Serat alam (*Nature Fiber*)

Nature fiber adalah serat yang didapatkan dari pemanfaatan ketersediaan bahan baku di lingkungan sekitar atau alam seperti hewan, tumbuhan, dan mineral. Teknologi pengembangan serat alam untuk pembuatan material komposit mengalami perkembangan pesat. Penggunaan serat alam untuk pembuatan material komposit dikarenakan massa jenis yang rendah, sifat khusus yang dapat diterima seperti kekuatan, harga yang relatif murah serta minim bahaya kesehatan akibat penggunaannya karena dapat terurai secara alami. Kekurangan dari penggunaan serat alam pada pembuatan material komposit yaitu penyebaran kekuatan tidak merata. Beberapa jenis serat alam dan kekuatannya dapat dilihat pada Tabel 2.1. (Nugraha, 2008)

Tabel 2.1 *Tensile properties of various fiber*
[sumber: Pebri, 2016]

Serat	Massa Jenis (gr/cm ³)	E (%)	σ (Mpa)	<i>Modulus Young</i> (GPa)
Kelapa	0,435	29	200	0,9
Bambu	0,215	3	575	27
Nanas	0.324	4,3	458	15,2
Pisang	0.243	5,9	95	1,4

Sebelumnya sudah pernah dilakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik dari komposit berpenguat serat kulit pohon Waru. Serat kulit pohon Waru direndam pada cairan alkali (NaOH) selama 2 jam. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan pengujian tekan. Nilai rata-rata kekuatan tarik dan kekuatan tekan dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2. (Prihajatno, 2018)

Tabel 2.2 Sifat mekanik komposit serat Waru dengan perlakuan Alkali (NaOH)
[sumber: Prihajatno, 2018]

Komposit Serat alam	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	<i>Flexural Strength</i> (MPa)
Waru (direndam NaOH)	30.13	64.92

2.3.3. Resin

Resin adalah salah satu bahan dasar dalam pembuatan kapal material komposit dimana pada suhu ruang bentuknya cair dan lengket pada suhu ruang dan dapat menjadi material padatan pada suhu diatas 200°C. Resin berguna sebagai pengikat lapisan fiber yang telah disusun. Resin sangat reaktif bila dioleskan pada serat kaca dan bereaksi menjadi satu kesatuan yang padat. Resin dibagi menjadi dua bagian besar yaitu:

a. Resin *Thermoplastic*

Resin jenis ini pengerasannya bersifat *reversible* karena resin ini jika dipanaskan dia melunak dan akan mengeras jika didinginkan. Resin *thermoplastic* lebih unggul jika dibandingkan dengan resin *thermoset* karena memiliki kekuatan lentur dan ketahanan terhadap *cracking* lebih tinggi serta mudah dibentuk tanpa menggunakan katalis. Beberapa contoh resin *thermoplastic* antara lain: *polyvinylchloride* (PVC), *polyethylene*, *polypropylene*, dan lain-lain.

b. Resin *Thermoset*

Resin *thermoset* pengerasannya bersifat *irreversible*. Resin akan mengeras jika dipanaskan namun tidak akan melunak meski dipanaskan lebih lanjut. Resin *thermoset* membentuk ikatan silang antara rantai-rantai molekulnya sehingga resin ini tidak dapat didaur ulang.

Ada beberapa jenis resin *thermoset* antara lain:

- *Polyester*

Matriks *polyester* adalah matriks yang paling banyak digunakan dalam dunia industri terutama untuk aplikasi konstruksi ringan serta harganya yang relatif lebih murah

dibandingkan jenis matriks lainnya. Resin ini dapat diwarnai, transparan, dapat dibuat kaku, tahan air, tahan cuaca serta tahan terhadap bahan kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3. *Polyester* dapat digunakan pada suhu lebih dari 79°C tergantung komposisi resin dan keperluannya.

Tabel 2.3 Karakteristik *unsaturated polyester Yukalac 157®* BQTN-EX
[sumber: Bayu Pebri, 2016]

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	gr/cm ³	1,4	25°C
Kekerasan	-	40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panans	°C	70	24 jam
Penyerapan air (suhu ruang)	%	0,188	7 hari
	%	0,446	
Kekuatan fleksural	Kg/mm ²	9,4	
Modulus fleksural	Kg/mm ²	300	
Kekuatan Tarik	Kg/mm ²	5,8	
Modulus elastisitas	Kg/mm ²	300	
Elongasi	%	2,4	

- Resin Amino

Resin yang biasa disebut *amino plastic* ini terbuat dari campuran amino yang dikondensasikan.

- Epoxy

Resin *epoxy* sering digunakan dalam pembuatan material komposit. Resin ini dapat direkayasa agar dapat menghasilkan produk dengan spesifikasi khusus untuk meningkatkan kinerja produk tersebut. Resin *epoxy* jarang digunakan dikarenakan harganya yang relatif mahal. (Bader, 2002)

2.3.4. Katalis

Katalis adalah suatu zat yang memiliki fungsi untuk mempercepat terjadinya suatu reaksi atau dengan kata lain mempercepat laju reaksi. Material ini sangat tidak stabil dalam bentuk murninya sehingga ditambahkan senyawa *inert* sebelum katalis diperjualbelikan. Penggunaan katalis sendiri dalam pembuatan komposit dibatasi sesuai kebutuhan karena penggunaan katalis yang terlalu sedikit atau berlebihan tidak akan menghasilkan suatu produk

yang baik. Jenis-jenis katalis yang biasa digunakan yaitu *Methyl Ethyl Ketone Peroxide* (MEKP), *Cyclohexanone Peroxide* (CHP), *Acetyl Acetone Peroxide* (AAP), dan *Benzoyl Peroxide* (BPO). (Bader, 2002)

2.3.5. Gelcoat

Gelcoat digunakan pada lapisan terluar dari suatu laminasi. *Gelcoat* lapisan yang terbuat dari campuran resin, *erosil*, dan *cobalt*. *Gelcoat* memiliki permukaan yang mengikat dan halus setelah melalui proses *curing* selama ± 30 menit. Lapisan *gelcoat* pada laminasi sendiri memiliki ketebalan 0.4 mm hingga 0.5 mm. Kondisi *curing* yang harus dipenuhi dalam pembuatan lapisan *gelcoat* adalah temperatur minimum 18°C dan penggunaan katalis sebanyak 2% dari *gelcoat* yang digunakan. (Bader, 2002)

2.4. Fraksi Matriks dan Serat

Perbandingan antara matriks dan penguat atau serat yang digunakan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik dari material komposit yang dihasilkan. Perbandingan ini dapat ditunjukkan pada fraksi atau perbandingan massa serat (wf) atau fraksi dalam bentuk volume serat (vf). Perbedaan perbandingan yang digunakan akan menghasilkan sifat mekanik yang berbeda. Penentuan fraksi volume ditentukan dengan persamaan (Widiatmoko, 2016) :

$$Wf = \frac{wf}{wc} = \frac{\rho_f \cdot Vf}{\rho_c \cdot Vc} \quad (2.1)$$

$$Vf = \frac{\rho_c}{\rho_f} \cdot wf = 1 - vm \quad (2.2)$$

Keterangan :

Wf = Fraksi berat fiber

Vf = Fraksi volume fiber

wf = Berat fiber penyusun (gr)

wc = Berat komposit (gr)

ρ_f = Berat jenis fiber (gr/cm^3)

ρ_c = Berat jenis komposit (gr/cm^3)

vm = Volume matriks

2.5. Metode Laminasi

Dalam industri kapal berbahan material komposit ada tiga jenis laminasi yang biasa digunakan yaitu sebagai berikut:

2.5.1. Hand Lay-Up

Metode *hand lay-up* merupakan metode laminasi yang paling sering digunakan. Metode laminasi ini yang paling mudah digunakan dan sederhana. Metode laminasi *hand lay-up* dilakukan dengan cara mengaplikasikan resin pada bahan penguat dengan menggunakan kuas atau *roller*. Metode laminasi *hand lay-up* diaplikasikan dengan cara mengoleskan resin yang sudah dicampur dengan katalis pada serat berupa anyaman atau serat pendek dan acak yang sudah diletakkan pada cetakan dengan menggunakan kuas atau *roller*. Pengolesan dilakukan berulang kali dan pembekuan cukup dengan temperatur kamar. Kekurangan dari metode *hand lay-up* ini adalah kurang maksimalnya penyatuan antara fiber dan resin karena penggunaan kuas atau *roller* mengakibatkan tidak memberikan tekanan yang merata dan maksimal sehingga menimbulkan gelembung-gelembung berisi udara yang bisa menyebabkan berkurangnya nilai kekuatan tarik dan kelenturan kapal.

2.5.2. Spray Lay-up

Metode *spray lay-up* merupakan metode laminasi yang dilakukan dengan menggunakan *spray gun*. *Spray gun* tersebut menyemprotkan potongan fiber dan resin yang telah diberi katalis ke permukaan cetakan secara terus menerus. Keuntungan dari metode laminasi *spray lay-up* adalah metode ini cepat membasahi cetakan dan fiber dengan resin, tetapi laminasi masih harus tetap dilakukan *roll* guna meminimalisir pembentukan gelembung-gelembung berisi udara pada laminasi.

2.5.3. Vacuum Inclusion

Metode *Vacuum Inclusion* merupakan metode laminasi menggunakan cetakan tertutup atau biasa disebut dengan sistem *Resin Transfer Moulding* (RTM). Sistem *Resin Transfer Moulding* (RTM) disuntikkan ke dalam cetakan dan bagian atas ditutup dengan cetakan yang bersifat kaku atau dapat juga ditutup dengan menggunakan plastik *film*. Keuntungan dari metode laminasi *vacuum inclusion* yaitu bisa mendapatkan hasil laminasi yang lebih baik, tipis, rata dan juga kuat. Kekurangan dari metode yaitu biaya produksi yang relatif lebih mahal apabila dibandingkan dengan penggunaan metode laminasi lainnya karena peralatan yang digunakan pun tidak sama dengan metode laminasi lainnya. (Bader, 2002)

2.6. Metode Pembuatan Kapal FRP

Kapal dibangun berdasarkan *owner requirement* yaitu berdasarkan spesifikasi yang dibutuhkan oleh pemilik kapal yang nantinya diserahkan untuk dibuat oleh pihak galangan.

Galangan harus dapat menentukan jumlah kebutuhan material yang dibutuhkan untuk membangun kapal dengan pertimbangan waktu yang sudah tertera di kontrak.

a. Lofting

Lofting adalah proses penggambaran *lines plan* dengan skala sesungguhnya yaitu 1:1. *Lofting* nantinya digunakan pada tahap berikutnya pada proses pembuatan cetakan. Pekerjaan *lofting* diatur berdasarkan data kapal yang dibutuhkan meliputi:

1. *Lines plan* (rencana garis)
2. *Hull Framing*
3. *General arrangement* (Rencana Umum)

b. Pembuatan Cetakan

Pembuatan cetakan dilakukan untuk mendapatkan bentuk dari konstruksi kapal yang akan dibangun. Proses laminasi nantinya akan dilakukan pada cetakan. Cetakan bisa digunakan berkali kali atau sekali pakai saja tergantung kebutuhan. Gambar 2.14 memperlihatkan bentuk dari cetakan kapal FRP.



Gambar 2.14 Cetakan kapal FRP
[sumber: Ardiana, Razali, Muharnis, 2014]

c. Pembuatan Lambung

Pembuatan lambung dilakukan melalui proses laminasi secara terus menerus. Proses laminasi dilakukan sesuai dengan banyak *layer* atau berhenti setiap mendapatkan satu *layer*. Gambar 2.15 merupakan ilustrasi dari proses laminasi lambung kapal.



Gambar 2.15 Proses laminasi
[sumber: Ardiana, Razali, Muharnis, 2014]

d. Pemasangan *Frame*

Pemasangan *frame* harus memperhatikan kondisi laminasi pada cetakan. Hasil laminasi harus kering untuk bisa dilakukan proses pemasangan *frame* karena apabila belum kering pemasangan akan sangat sulit dilakukan dan bisa menimbulkan kerusakan pada lapisan itu sendiri. Jarak *frame* ditentukan berdasarkan panjang kapal sesuai aturan kelas. Jumlah *frame* juga ditentukan dengan hasil bagi dari panjang kapal dengan jarak *frame*.



Gambar 2.16 Pemasangan *frame*
[sumber: Ardiana, Razali, Muharnis, 2014]

e. Releasing

Proses ini merupakan proses pelepasan hasil laminasi dari cetakan. Proses ini harus dilakukan dengan teliti agar bagian terluar lambung tidak rusak pada saat proses pelepasan. Proses ini tidak terlalu sulit karna sebelum dilaminasi cetakan sudah diolesi *wax* yang nantinya berguna untuk mempermudah proses pelepasan sehingga hasil laminasi tidak rusak.



Gambar 2.17 Awal pelepasan laminasi dari cetakan
[sumber: Ardiana, Razali, Muharnis, 2014]

f. Assembly

Proses *assembly* dilakukan setelah laminasi dilepas dari cetakan. *Assembly* adalah proses penggabungan dan penyambungan bagian-bagian kapal berupa alas, sisi, gading, pembujur, geladak, dan bangunan atas. Penggabungan bagian-bagian kapal dilakukan hingga membentuk sebuah kapal utuh.

g. Finishing

Finishing adalah proses penyempurnaan dan memperbaiki kembali hasil dari proses fabrikasi. Proses *finishing* dilakukan apabila ada kerusakan pada bagian luar lambung pada saat proses pelepasan dari cetakan. Proses *finishing* dilakukan agar mendapatkan hasil akhir yang lebih baik. (Ardiana, Razali, Muharnis, 2014)

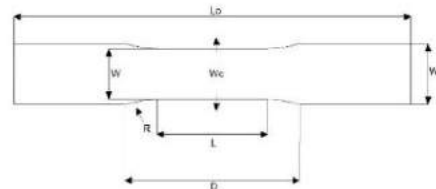
2.7. Standar Pengujian

Ukuran spesimen material uji untuk pengujian tarik diatur dalam ASTM (*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*) D638-02 tipe III. Panjang total (L_0) dari spesimen uji yaitu 57 mm, lebar total (W_0) yaitu 29 mm, Panjang bagian sempit (L), dan lebar bagian

sempit (W) yaitu 19 mm. Gambar 2.18 memperlihatkan bentuk dan ukuran dari spesimen uji tarik.

Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D638-02 Type III

Dimensi Spesimen Menurut ASTM D628	
keterangan	Ukuran (mm)
W = Lebar bagian sempit	19
L = Panjang bagian sempit	57
W ₀ = Lebar total minimal	29
L ₀ = Panjang total minimal	246
D = Jarak antar grip	115
R = Radius	76
W _c = Lebar bagian tengah	+0,00 -0,10

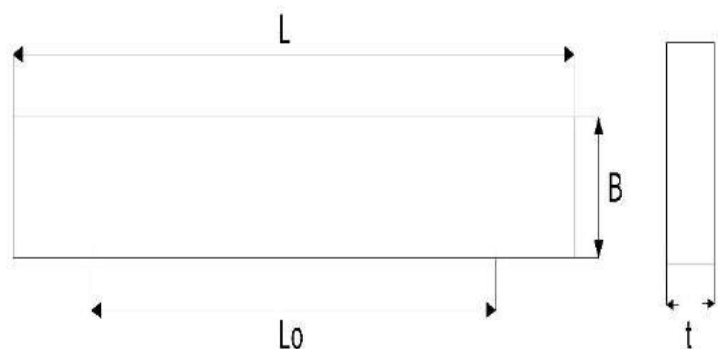


Gambar 2.18 Desain spesimen uji tarik ASTM D638-02 Type III
[sumber: ASTM , 1941]

Ukuran spesimen material uji untuk pengujian tekuk diatur dalam ASTM (*Standard Test Method for Flexural Properties of Plastics*) D790-00. Panjang total (L) dari spesimen uji yaitu 22 kali ketebalan dan panjang gauge yaitu 16 kali ketebalan. Gambar 2.19 memperlihatkan bentuk dan ukuran dari spesimen uji tekuk.

Dimensi specimen uji Tekuk ASTM D-790-00

Dimensi Laminasi Menurut ASTM D790	
Keterangan	Ketebalan (mm)
L = Panjang Spesimen	22 x t
L ₀ = Panjang gauge	16 x t
B = Lebar Spesimen	30



Gambar 2.19 Dimensi spesimen uji tekuk ASTM D790-00
[sumber: ASTM , 1941]

2.7.1. Pengujian Tarik

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari sebuah spesimen uji. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan

beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi penambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Pertambahan panjang yang diakibatkan oleh penambahan beban ini disebut deformasi. Regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula. Regangan merupakan bentuk keelastisan suatu bahan yang biasa dinyatakan dalam satuan persen.

Kekuatan tarik diukur dengan menarik spesimen uji dengan dimensi yang seragam. Tegangan tarik (σ) adalah gaya (F) yang diaplikasikan dibagi dengan luas penampang (A) yaitu:

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

Keterangan :

F = Beban yang diberikan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A0 = Luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (m²)

σ = Tensile Strength (N/m²)

Perpanjangan tarik (ϵ) adalah perubahan panjang (Δl) dibagi dengan panjang awal (l):

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0} \quad (2.4)$$

Keterangan :

ϵ = Perpanjangan atau regangan (N)

l_0 = Panjang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan (m)

ΔL = Pertambahan panjang (m)

L = Panjang spesimen setelah pengujian

Besar modulus elastisitas dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$MoE = \frac{P \cdot l}{A \cdot \Delta L} \quad (2.5)$$

Keterangan :

P = *Breaking load* (N)

A = Luas penampang melintang spesimen (mm)

l = Panjang *gauge length* (mm)

ΔL = Pertambahan panjang (m)

2.7.2. Pengujian Tekuk

Uji *bending* atau uji tekuk adalah pengujian kekuatan lengkung (*bending*) pada suatu bahan atau material. Pada umumnya alat uji *bending* memiliki beberapa bagian utama, seperti: rangka, alat tekan, *point bending* dan alat ukur. Proses pengujian *bending* memiliki 2 macam pengujian, yaitu 3 *point bending* dan 4 *point bending*. Spesimen uji tekuk dibuat berupa balok

dengan panjang total (L) yaitu 22 kali ketebalan, jarak *span* (Lo) yaitu 16 kali ketebalan, dan lebar 30 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.19.

Besar kuat lentur dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Modulus of Rupture} = \frac{3 \cdot Pl}{2 \cdot bt^2} \quad (2.6)$$

Keterangan :

- P = *Breaking load* (N)
- l = Panjang *gauge length* (mm)
- b = Lebar spesimen (mm)
- t = Tebal spesimen (mm)

Besar modulus elastisitas *bending* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{MoE} = \frac{l^3}{4bt^3} \frac{\Delta P}{\Delta y} \quad (2.7)$$

Keterangan :

- l = Panjang *gauge length* (mm)
- b = Lebar spesimen (mm)
- P = *Breaking load* (N)
- t = Tebal spesimen (mm)
- y = Defleksi pada bagian tengah *gauge length* (mm)
- $\Delta P/\Delta y$ = Gradien dari bagian lurus kurva defleksi beban

Berdasarkan BKI 2016 *rules for Fibreglass Reinforced Plastics Ships*, hasil pengujian spesimen FRP yang tersusun dari *Chopped Strand Mat* dan *Roving Cloths* tidak boleh memiliki nilai kurang dari yang telah ditentukan sebagai berikut :

- *Tensile strength* : 98 N/mm²
- *Modulus of Elasticity* : 6,86 x 10³ N/mm²
- *Modulus of Rupture* : 150 N/mm²
- *Modulus of Bending Elasticity* : 6,86 x 10³ N/mm²

2.8. Scantling Tebal Kapal FRP

Perhitungan *scantling* dilakukan untuk mengetahui ketebalan minimum yang sudah ditentukan sesuai aturan BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics*. Perhitungan ini juga menjadi acuan dalam menentukan jumlah lapisan laminasi yang akan dikerjakan. Perhitungan tebal konstruksi kulit kapal didapatkan dengan rumus berikut:

- Untuk alas

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

- Untuk Sisi

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

- Untuk geladak

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

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)

Tebal izin atau tebal minimal konstruksi yang digunakan untuk kapal OFRP Waru didapatkan dengan rumus (Supomo, 2016):

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

Keterangan :

$t1$ = Tebal kulit FRP

$\sigma Rm1$ = Kekuatan tekuk minimal FRP sesuai aturan BKI

$t2$ = Tebal minimal konstruksi OFRP Waru

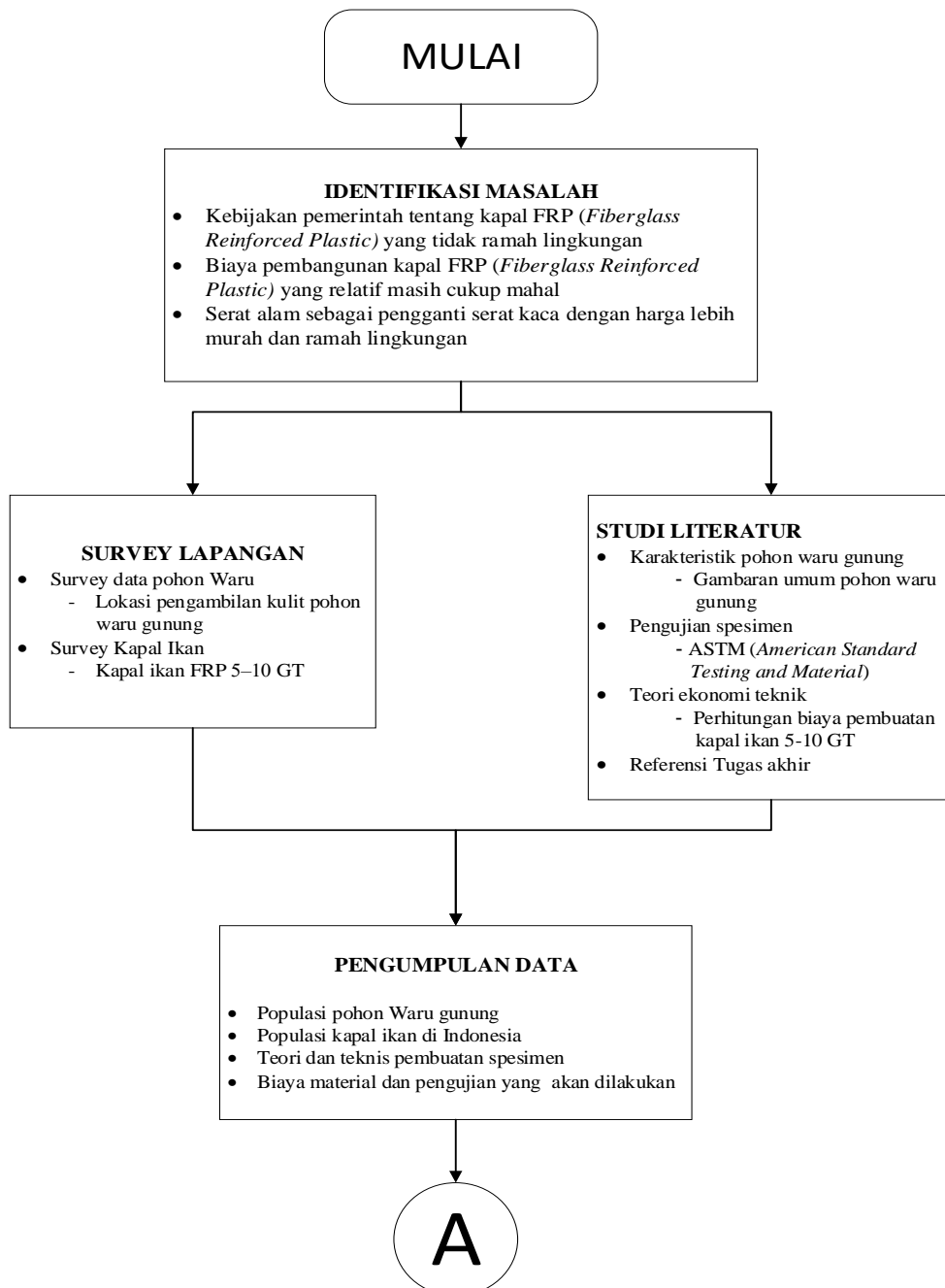
$\sigma Rm2$ = Kekuatan tekuk OFRP Waru

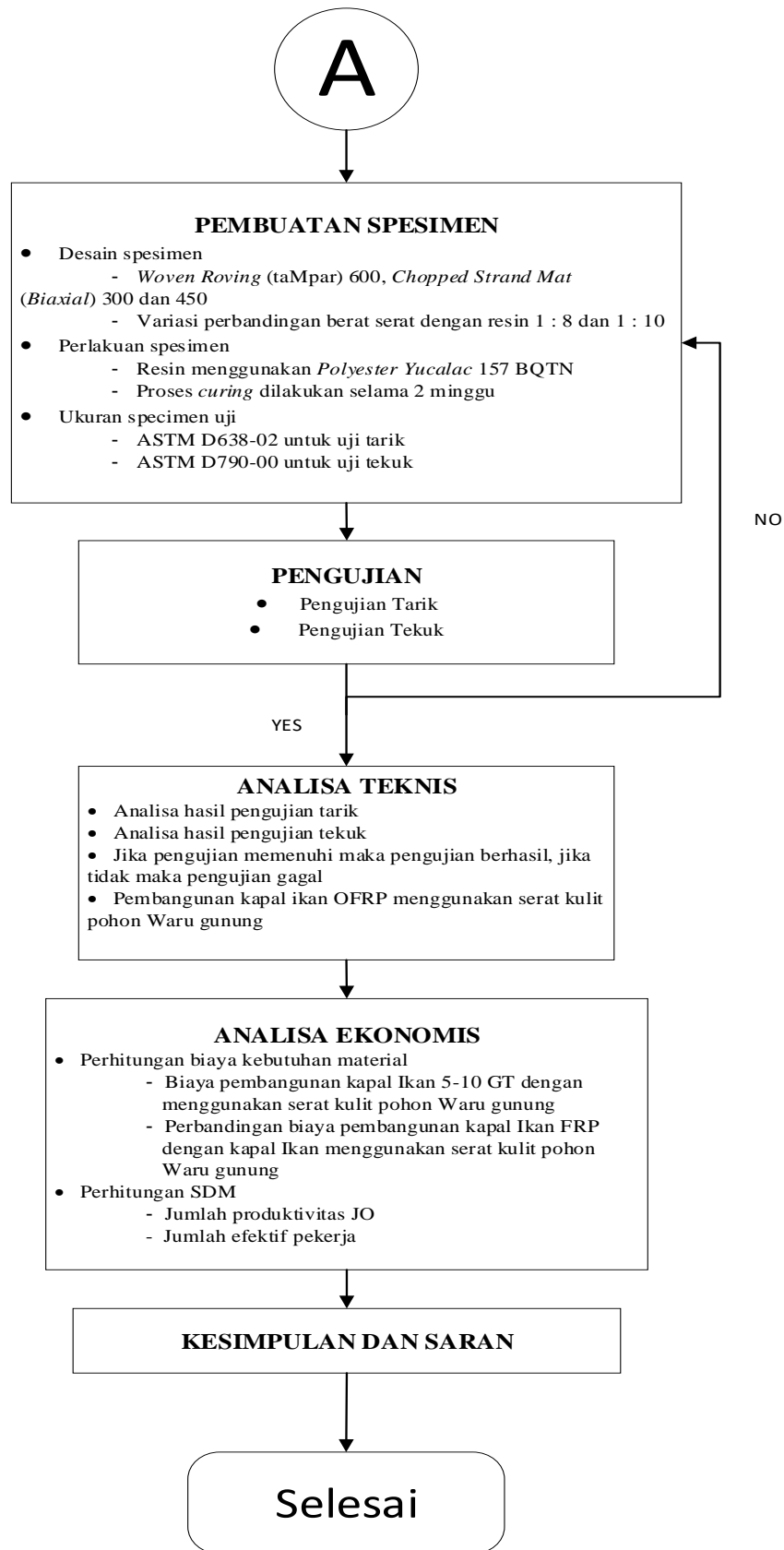
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada bab metodologi penelitian akan dibahas tentang alur pengerjaan dari tugas akhir ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang memperlihatkan diagram alir dari pengerjaan tugas akhir.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Persiapan Pembuatan Spesimen

Serat alam sebagai penguat material komposit ini sangat jarang ditemui di pasaran apalagi serat kulit pohon Waru Gunung. Hal ini mengakibatkan banyak persiapan sebelum proses pembuatan spesimen. Salah satu proses persiapan yang terpenting yaitu pembuatan *woven roving* dan *matt* dari serat kulit pohon Waru Gunung.

3.2.1. Perencanaan Spesimen Uji

Perencanaan sebelum melakukan pengujian sangat penting dilakukan untuk mengetahui kebutuhan material agar pada saat pembuatan material uji tidak terjadi kekurangan bahan atau banyak material sisa. Pengujian ini menggunakan tiga bentuk penguat yaitu CSM 300, CSM 450, dan WR 600. Berat serat pada setiap lembar laminasi ditentukan dengan menyesuaikan luas cetakan yang digunakan yaitu 50 cm x 50 cm atau 0.25 m² sehingga didapat berat serat sebagai berikut:

Tabel 3.1 Berat serat setiap laminasi

Bentuk Penguat	Berat per m ² (gram)	Berat yang Dibutuhkan
CSM 300	300	75
CSM 450	450	112,5
WR 600	600	150

Variasi yang digunakan adalah variasi perbandingan berat serat dengan berat resin. Perbandingan yang digunakan yaitu 1 : 8 dan 1 :10 untuk masing-masing *schedule* laminasi. Tabel 3.2 menunjukkan berat resin yang dibutuhkan untuk setiap lapisan serat.

Tabel 3.2 Berat resin untuk setiap lapisan

Bentuk Penguat	Perbandingan		Berat Serat (gram)	Berat Resin (gram)
	Serat	Resin		
CSM 300	1	8	75	600
	1	10		750
CSM 450	1	8	112,5	900
	1	10		1125
CSM 600	1	8	150	1200
	1	10		1500

3.2.2. *Schedule* Laminasi

Variasi dari *schedule* laminasi yang digunakan ada empat dengan kode A, B, C, dan D.. *Schedule* laminasi A dan B memiliki susunan yang sama namun yang membedakan adalah jenis CSM yang digunakan. Variasi laminasi A menggunakan CSM 300 dan variasi laminasi B menggunakan CSM 450. Variasi laminasi C dan D juga memiliki susunan laminasi yang sama dan CSM yang digunakanpun berbeda. Variasi laminasi C menggunakan CSM 300 dan variasi laminasi D menggunakan CSM 450. *Schedule* laminasi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Schedule* laminasi

Variasi Laminasi	Lapisan Laminasi
<i>Schedule</i> Laminasi A	<i>Gelcoat</i>
	CSM 300
	CSM 300
	WR 600
	CSM 300
	CSM 300
<i>Schedule</i> Laminasi B	<i>Gelcoat</i>
	CSM 450
	CSM 450
	WR 600
	CSM 450
	CSM 450
<i>Schedule</i> Laminasi C	<i>Gelcoat</i>
	CSM 300
	WR 600
	WR 600
	CSM 300
<i>Schedule</i> Laminasi D	<i>Gelcoat</i>
	CSM 450
	WR 600
	WR 600
	CSM 450

3.2.3. Pengambilan Serat Kulit Pohon Waru

Material yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah serat kulit pohon Waru gunung (*Hibiscus Similis*) sebagai material penguat dari komposit bermatriks polimer. Serat kulit pohon Waru ini didapat di Desa Sumbergempol, Tulungagung. Pengambilan serat

kulit pohon Waru ini dengan mendatangi langsung orang yang biasa memperjualbelikan serat kulit pohon Waru Gunung seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pengambilan serat kulit Pohon Waru di Tulungagung

3.2.4. Pembuatan *Woven Roving*

Pembuatan *woven roving* menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung dilakukan oleh pengrajin setempat dari desa Sumbergempol, Tulungagung. Serat ditampar menggunakan alat khusus yang biasa digunakan oleh pengrajin setempat. Gambar 3.3 menunjukkan hasil tamparan serat seperti tali.



Gambar 3.3 Tamparan serat

Gambar 3.4 memperlihatkan bentuk dari cetakan untuk membuat *Woven Roving* (WR). Cetakan dibuat dari kayu berukuran 50 cm x 50 cm yang pada kedua sisinya dipaku sebagai tumpuan pada saat mengayam tamparan serat kulit pohon Waru Gunung. Cetakan digunakan untuk mempermudah proses penganyaman dari hasil serat yang ditampar.



Gambar 3.4 Cetakan 50 cm x 50 cm untuk anyaman *Woven Roving*

Woven Roving (WR) yang digunakan adalah WR 600 yang berarti serat ditumpuk merata seberat 600 gram tiap luasan 1 m². Ukuran material uji berdasarkan desain spesimen adalah 50 cm x 50 cm sehingga dibutuhkan serat dengan berat 150 gram untuk membuat *Woven Roving* pada cetakan cetakan 50 cm x 50 cm. Gambar 3.5 memperlihatkan hasil anyaman dari tamparan serat kulit pohon Waru gunung menjadi *Woven Roving*.



Gambar 3.5 *Woven Roving* dari serat kulit Pohon Waru

3.2.5. Pembuatan Cetakan

Gambar 3.6 memperlihatkan pembuatan cetakan yang terbuat bahan triplek melamin agar pembuatan *mat* bisa dilakukan dengan mudah kearena permukaan yang rata. Cetakan dibuat dengan ukuran 50 cm x 50 cm. Cetakan digunakan untuk membuat *mat* sekaligus sebagai tutup cetakan laminasi nantinya pada saat proses laminasi komposit.



Gambar 3.6 Pembuatan Cetakan 50 cm x 50 cm menggunakan triplek melamin

3.2.6. Pembuatan *Matt*

Matt yang digunakan adalah *matt biaxial* dengan orientasi arah serat -45° dan $+45^\circ$ dan ditimpa satu dengan yang lain seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.7. *Matt* dibuat di atas cetakan dengan menyilangkan serat panjang pada cetakan dengan asumsi pembuatan dengan menggunakan serat yang panjang akan menghasilkan kekuatan yang lebih kuat dibandingkan serat pendek yang putus-putus.



Gambar 3.7 Proses pembuatan *matt*

Serat dengan orientasi arah serat -45° dan $+45^\circ$ saling ditimpa dan ditempelkan dengan menggunakan latek cair. Penggunaan latek cair yaitu dioleskan pada lapisan *matt* dengan menggunakan kuas. Latek cair dioleskan menggunakan kuas pada salah satu permukaan lalu ditempelkan satu dengan yang lain.



Gambar 3.8 Latek cair

Serat dengan orientasi arah serat -45° dan $+45^\circ$ yang sudah menempel lalu ditimpa atau diberi beban selama 10- 15 menit agar *matt* bisa menjadi lebih tipis dan rata. Setelah ditimpa, *matt* digunting bagian pinggirnya sesuai ukuran cetakan. *Matt* dari serat kulit pohon Waru Gunung yang sudah jadi dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Matt* dari serat kulit Pohon Waru

3.3. Pembuatan Material Uji

Pembuatan material uji dilakukan di Laboratorium Teknologi dan Manajemen Produksi Kapal, Departemen Teknik Perkapalan ITS.

3.3.1. Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan material uji yaitu :

- Kaca ukuran 50 cm x 50 cm sebagai alas cetakan
- Triplek melamin dengan ukuran 50 cm x 50 cm untuk tutup cetakan
- Kayu *list* dengan panjang 50 cm dan lebar 3 cm sebagai penutup pinggir cetakan
- Kuas
- Gerinda
- Timba
- Spidol
- Penggaris
- Sarung tangan dan *masker*

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- CSM serat kulit pohon Waru 300gr/m²
- CSM serat kulit pohon Waru 450gr/m²
- *Woven Roving* serat kulit pohon Waru 600gr/m²
- Resin *Yukalac 157* dan katalis
- *Wax*
- Erosil
- *Cobalt* dan *pigmen*

3.3.2. Proses Pengerjaan Material Uji

Pembuatan material uji diawali dengan menyiapkan cetakan. Cetakan laminasi yang digunakan adalah cetakan berukuran 50 cm x 50 cm dari bahan kaca dengan menggunakan kayu *list* sebagai penutup di setiap sisinya. Sisi yang ditutup oleh kayu *list* di tempel dengan menggunakan lem dan isolasi kertas agar resin yang dituangkan tidak mengalir ke luar. Penggunaan cetakan dari bahan kaca digunakan agar material uji mendapatkan permukaan yang rata dan tidak kasar. Cetakan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 8 buah sesuai dengan jumlah variasi dari material uji yang akan dibuat. Gambar 3.10 memperlihatkan bentuk dari cetakan material uji.



Gambar 3.10 Cetakan laminasi

Setelah menyiapkan cetakan, permukaan cetakan kaca diolesi dengan *wax* menggunakan kain agar hasil laminasi bisa dengan mudah dilepaskan dari cetakan dan tidak merusak permukaan material uji itu sendiri. *Gelcoat* dibuat dengan cara mencampurkan resin,

cobalt, dan erosi lalu diaduk secara merata hingga halus. Proses pembuatan *gelcoat* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Campuran *gelcoat*

Gelcoat yang sudah jadi dan sudah teraduk dengan merata dioleskan pada permukaan cetakan sebagai lapisan dasar. *Gelcoat* yang sudah diolesi pada cetakan didiamkan selama 10 – 20 menit hingga temperatur *gelcoat* turun sebelum penguat dari serat kulit Waru Gunung dilakukan laminasi. Gambar 3.12 memperlihatkan cetakan yang sudah dilapisi *gelcoat*.



Gambar 3.12 Cetakan yang dilapisi *gelcoat*

Sambil menunggu temperatur *gelcoat* turun, resin dipersiapkan untuk dilakukan proses laminasi. Resin yang digunakan adalah resin *Yukalac 157 BTQN*. Banyaknya resin yang digunakan sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 3.2. Gambar 3.13 menunjukkan berat resin yang digunakan untuk CSM 300.



Gambar 3.13 Berat resin yang digunakan untuk CSM 300

Setelah resin dipersiapkan dipasanglah CSM 300 sebagai lapisan pertama sesuai *schedule* laminasi. Setelah lapisan CSM 300 diletakkan diatas cetakan, resin yang sudah diberi katalis (5 ml katalis untuk setiap 1 kg resin) kemudian dituangkan pada lapisan tersebut. Resin yang dituangkan diratakan dengan menggunakan kuas seperti ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Proses laminasi CSM 300

CSM 300 dan WR 600 dipasang sebagai lapisan berikutnya sesuai *schedule* laminasi. Proses laminasi yang digunakan sama seperti proses laminasi pada lapisan pertama. Resin dan katalis dituangkan sesuai dengan perbandingan yang digunakan. Gambar 3.15 memperlihatkan proses laminasi dari *Woven Roving* (WR) 600.



Gambar 3.15 Proses laminasi *Woven Roving*

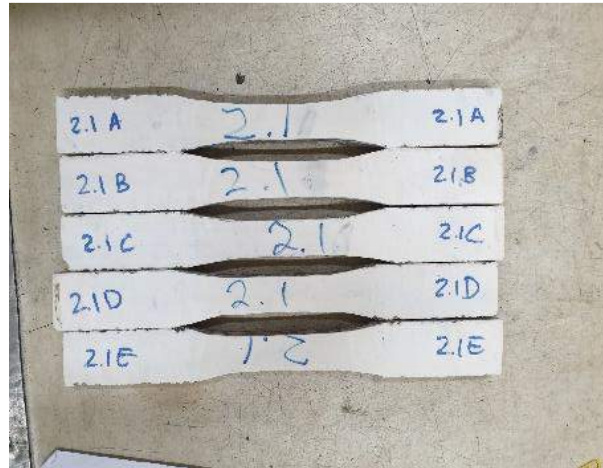
Setelah *woven roving* (WR) 600 terpasang, lapisan keempat CSM 300 dan kelima CSM 300 dipasang dengan cara proses laminasi yang sama dengan sebelumnya. Setelah semua lapisan selesai dilakukan laminasi, cetakan laminasi ditutup dengan menggunakan triplek melamin yang sebelumnya sudah diolesi *wax* agar permukaan hasil laminasi bisa rata semaksimal mungkin. Cetakan Laminasi yang sudah ditutup dengan menggunakan triplek melamin ditimpa dengan beban yang tersebar merata guna menahan reaksi resin yang bisa mengakibatkan hasil laminasi menjadi lebih tebal dan melengkung. Hasil laminasi didiamkan selama ± 2 minggu karena material uji sedang dalam fase *curing*. Setelah proses *curing* selesai, material uji dilepaskan dari cetakan dengan menggunakan obeng. Gambar 3.16 memperlihatkan hasil laminasi setelah dilepaskan dari cetakan.



Gambar 3.16 Hasil laminasi setelah dilepas dari cetakan

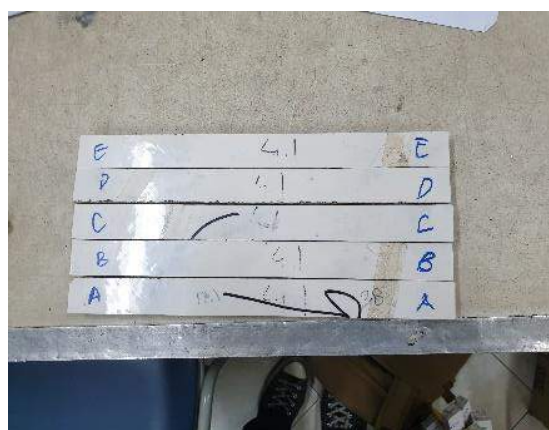
3.3.3. Pembuatan Spesimen

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah spesimen tarik dan spesimen tekuk. Material uji tarik dipotong berdasarkan ketentuan ukuran yang sudah ditetapkan oleh ASTM (*American Standard Testing and Material*) yaitu ASTM D-638 tipe III. Gambar 3.17 menunjukkan bentuk dari spesimen uji untuk pengujian tarik.



Gambar 3.17 Bentuk spesimen pengujian tarik

Material uji tekuk dipotong berdasarkan ketentuan ukuran yang sudah ditetapkan oleh ASTM (*American Standard Testing and Material*) yaitu ASTM D-790. Panjang total yang digunakan pada material uji yaitu 22 x tebal dan panjang untuk jarak *mandrill* yang digunakan yaitu 16 x tebal. Bentuk spesimen dari pengujian tekuk ditunjukkan pada Gambar 3.18. Jumlah spesimen yang dibutuhkan adalah 5 buah spesimen tarik dan 5 buah spesimen tekuk sehingga total jumlah spesimen yang dibutuhkan dengan 8 jenis variasi adalah 80 buah spesimen uji.



Gambar 3.18 Bentuk spesimen pengujian tekuk

3.4. Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS. Pengujian

tarik adalah jenis pengujian material dengan cara memberikan tegangan tarik atau *tension* secara terkontrol hingga material mengalami kegagalan. Mesin yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* MFL/UFD 2.0 dengan kapasitas 20 kN seperti pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 *Universal Testing Machine*

Spesimen pada pengujian ini dijepit pada kedua sisi. Penjepit bagian bawah tidak bergerak (statis) sedangkan penjepit bagian atas bergerak ke atas sehingga memberikan tegangan pada spesimen hingga spesimen mengalami kegagalan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.20. Berikut ini adalah tahap-tahap pada pengujian tarik:

- a) Pemberian kode spesimen
- b) Melakukan pendataan dimensi spesimen
- c) Mempersiapkan mesin uji dan melakukan penyesuaian skala pembebanan
- d) Mempersiapkan kertas grafik untuk mencatat hasil pengujian
- e) Memasang spesimen uji pada mesin uji
- f) Pemberian beban secara terus menerus pada spesimen uji dengan *tensile speed* sebesar 5 mm/menit hingga spesimen mengalami kegagalan.
- g) Melakukan tahap a hingga f untuk menguji spesimen uji lainnya



Gambar 3.20 Spesimen uji mengalami patahan

Gambar 3.21 merupakan hasil pengujian tarik yang dilakukan. *Output* dari pengujian tarik ini berupa grafik yang menunjukkan *ultimate stress* dan *elongation* yang digambarkan pada kertas milimeter *block* selama proses pengujian berlangsung. *Ultimate stress (breaking load)* serta gradien dari grafik tersebut nantinya dapat digunakan untuk menghitung *tensile strength* dan *Modulus of Tensile Elasticity (MOE)* dari spesimen uji.



Gambar 3.21 Hasil pengujian tarik

3.5. Pengujian Kekuatan Tekuk

Dimensi spesimen untuk pengujian tekuk dibentuk berdasarkan acuan ASTM D790-00 dimana panjang keseluruhan spesimen uji adalah 22 kali ketebalan dan jarak *support span* adalah 16 kali ketebalan. Spesimen uji ditandai titik tengahnya dimana titik tengah tersebut merupakan acuan pusat beban. Jarak *mandrill* disesuaikan dengan diameter 1.6 kali ketebalan. Sama halnya dengan pengujian kuat tarik, pengujian kuat tekuk juga menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)*. Pengujian tekuk pada spesimen uji diberi pembebanan dengan radius 60 mm. Pembebanan diberikan secara terus menerus dengan laju yang konstan dan dilakukan hingga spesimen uji mengalami patah di tengah. Gambar 3.22 menunjukkan hasil dari pengujian tekuk spesimen uji.



Gambar 3.22 Hasil pengujian tekuk

3.6. 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*, *Modulus of Rupture*, 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 ijin atau minimal pada setiap *schedule* laminasi komposit serat Waru dihitung dengan rumus :

$$t_2 = \sqrt{\frac{t_1^2 \cdot \sigma_{Rm1}}{\sigma_{Rm2}}} \quad (3.1)$$

Dimana

t1 : Tebal minimal OFRP serat Waru

t2 : Tebal minimal FRP

σ_{Rm1} : *Modulus of Rupture* minimal FRP sesuai *rules* = 150 MPa

σ_{Rm2} : *Modulus of Rupture* OFRP waru

Lalu perbandingan FRP dengan komposit serat Waru juga di lakukan agar dapat diketahui kekuatan serta ketebalan tiap *schedule* laminasi terhadap FRP komposit serat kaca.

3.7. Analisa Ekonomis

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

BAB 4 HASIL PENGUJIAN

4.1. UMUM

Bab ini akan memperlihatkan hasil pengujian dari spesimen uji. Hasil pengujian meliputi pengujian tarik dan pengujian tekuk. Ukuran dan dimensi spesimen disesuaikan dengan standar pengujian yang digunakan yaitu ASTM D638-02 untuk uji tarik dan ASTM D790-00 untuk uji tekuk.

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui *F ultimate* dan *elongation* pada spesimen uji. *Output* dari kedua nilai ini adalah *tensile strength* dan *modulus of tensile elasticity* (MOE). Pengujian tekuk dilakukan untuk mengetahui *breaking load* dan *deflection*. *Output* dari nilai tersebut adalah *Modulus of Rapture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Keempat *output* tersebut (*tensile strength*, *modulus of tensile elasticity*, *Modulus of Rapture*, *modulus of bending elasticity*) adalah parameter-parameter penting yang menunjukkan sifat mekanik material uji, dimana dalam *rules* BKI telah disebutkan nilai spesifik dari keempat parameter tersebut sebagai batas nilai minimal. Sifat mekanik ini sangat penting untuk mengetahui kekuatan elemen-elemen konstruksi dari kekuatan kapal yang dikenai gaya-gaya tersebut. Spesimen yang telah dibuat diberikan kode material untuk memudahkan identifikasi spesimen. Kode pada spesimen yang dibuat adalah sebagai berikut:

V.n

Di mana kode tersebut berarti:

V : Variasi yang digunakan untuk membuat spesimen

- A.8 = (4 CSM 300 + 1 WR 600, 1:8)
- A.10 = (4 CSM 300 + 1 WR 600, 1:10)
- B.8 = (4 CSM 450 + 1 WR 600, 1:8)
- B.10 = (4 CSM 450 + 1 WR 600, 1:10)
- C.8 = (2 CSM 300 + 2 WR 600, 1:8)
- C.10 = (2 CSM 300 + 2 WR 600, 1:10)
- D.8 = (2 CSM 450 + 2 WR 600, 1:8)
- D.10 = (2 CSM 450 + 2 WR 600, 1:10)

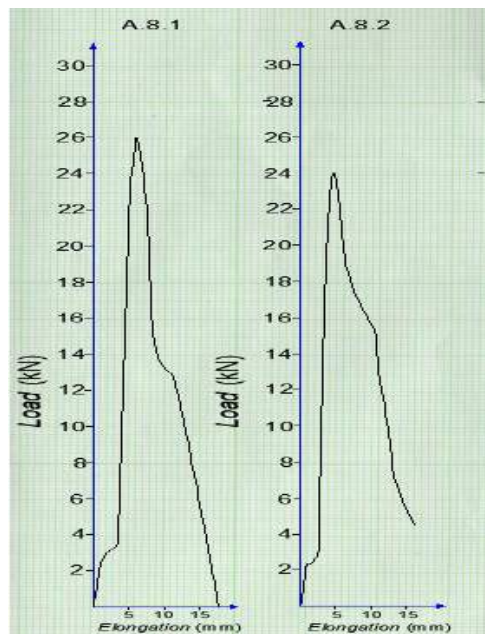
n : nomor spesimen (diisi 1-5)

4.2. Hasil Pengujian Tarik

Berikut hasil pengujian tarik spesimen uji:

4.2.1. Hasil Pengujian Tarik Spesimen A.8

Spesimen A.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi I dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.1. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.1 Grafik *load-elongation* variasi A.8

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi A.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi A.8

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
A.8.1	60	19,15	10,96	209,88	26	6	123,88	12,39
A.8.2	60	19,33	11,58	223,84	24	4	107,22	7,15
A.8.3	60	20,35	11,87	241,55	26	5	107,64	8,97
A.8.4	60	20,25	11,9	240,98	28	5	116,19	9,68
A.8.5	60	20,86	11,8	246,15	28	5	113,75	9,48
Rata-rata					26,4	5	113,74	9,53

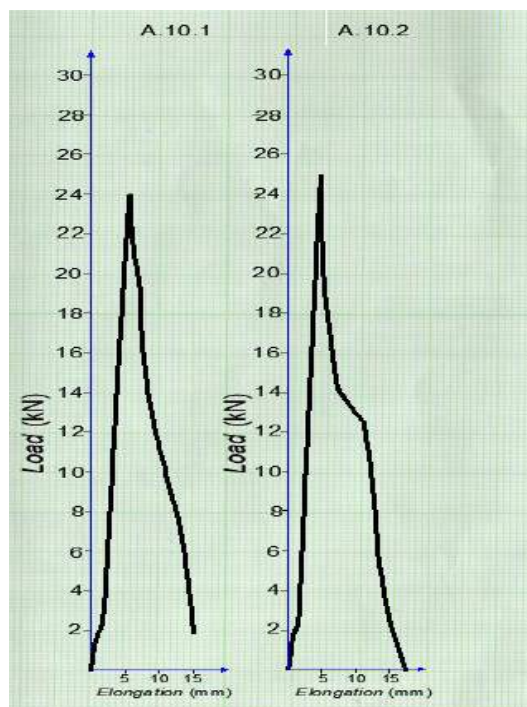
Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi A.8 adalah sebesar 113,76 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 123,88 MPa pada spesimen uji A.8.1 dan yang paling rendah adalah 107,72 MPa pada spesimen uji A.8.2. Dari Tabel 5.1 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi A.8 adalah 9,53 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 12,39 GPa pada spesimen uji A.8.1 dan yang paling rendah adalah 7,15 GPa pada spesimen uji A.8.2. Gambar 4.2 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji A.8.



Gambar 4.2 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen A.8

4.2.2. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi A.10

Spesimen A.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi I dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.3. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.3 Grafik *load-elongation* variasi A.10

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi A.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian tarik spesimen variasi A.10

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
A.10.1	60	20,01	12,36	247,32	24	6	97,04	9,70
A.10.2	60	19,24	12,42	238,96	25	5	104,62	8,72
A.10.3	60	19,65	12,43	244,25	25	5	102,35	8,53
A.10.4	60	19,79	12,83	253,91	29	5	114,22	9,52
A.10.5	60	19,73	12,78	252,15	26	5	103,11	8,59
Rata-rata					25,8	5.2	104,27	9,01

Berdasar rekapitulasi pada Tabel 4.1 diketahui hasil nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi A.10 adalah sebesar 104,27 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 114,2 MPa pada spesimen uji A.10.4 dan yang paling rendah adalah 97.038 MPa pada spesimen uji A.10.1. Dari Tabel 5.2 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi A.10 adalah 9,01 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 9,70 GPa pada spesimen uji A.10.1 dan yang paling rendah adalah 8,53 GPa pada spesimen uji A.10.3. Gambar 4.4 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji A.10.

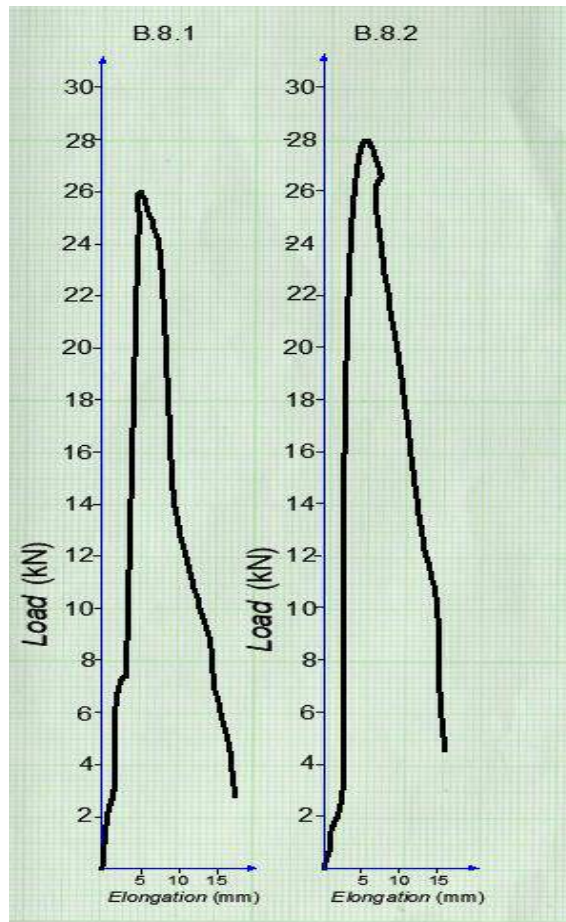


Gambar 4.4 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen A.10

4.2.3. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi B.8

Spesimen B.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi II dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.5. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN)

dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.5 Grafik *load-elongation* variasi B.8

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi B.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian tarik spesimen variasi B.8

<i>Material Code</i>	<i>Length</i> (mm)	<i>Width</i> (mm)	<i>Thick</i> (mm)	<i>CSA</i> (mm ²)	<i>Breaking Load</i> KN	<i>Elongation</i> (mm)	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	MOE (GPa)
B.8.1	60	19,28	13,04	251,41	26	5	103,42	8,62
B.8.2	60	19,62	13,32	261,34	28	6	107,14	10,71
B.8.3	60	20,13	13,19	265,51	26	5	97,92	8,16
B.8.4	60	20,18	12,81	258,51	25	4	96,71	6,45
B.8.5	60	19,17	13,14	251,89	26	4	103,22	6,88
Rata-rata					26,2	4,8	101,68	8,16

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi B.8 adalah sebesar 101,68 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 107,14 MPa pada spesimen uji

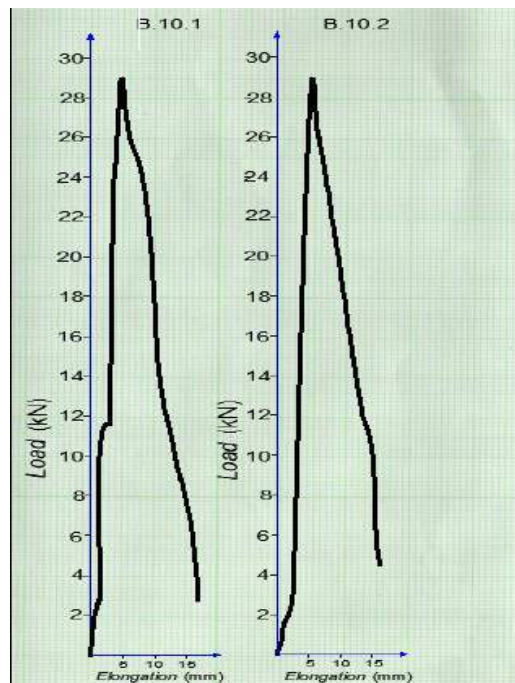
B.8.2 dan yang paling rendah adalah 96,71 MPa pada spesimen uji B.8.4. Dari Tabel 5.3 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi B.8 adalah 8,16 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 10,71 GPa pada spesimen uji B.8.2 dan yang paling rendah adalah 6,45 GPa pada spesimen uji B.8.4. Gambar 4.6 menunjukkan dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen B.8.



Gambar 4.6 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen B.8

4.2.4. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi B.10

Spesimen B.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi II dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.7. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.7 Grafik *load-elongation* variasi B.10

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi B.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of*

Elasticity (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil pengujian tarik spesimen variasi B.10

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
B.10.1	60	19,98	14,8	295,70	29	5	98,07	8,17
B.10.2	60	19,89	13,96	277,66	29	6	104,44	10,44
B.10.3	60	20,18	14,37	289,99	28	5	96,56	8,05
B.10.4	60	19,34	14,35	277,53	29	5	104,49	8,71
B.10.5	60	19,36	14,91	288,66	28	4	97,00	6,47
Rata-rata					28,6	5	100,11	8,37

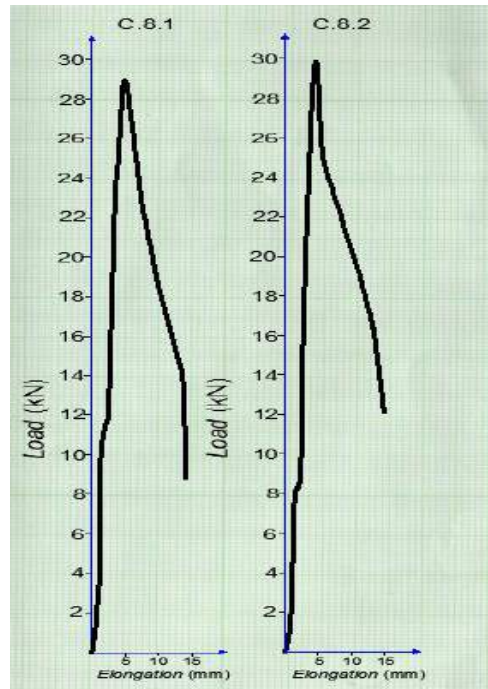
Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi B.10 adalah sebesar 100,11 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 104,49 MPa pada spesimen uji B.10.4 dan yang paling rendah adalah 96,56 MPa pada spesimen uji B.10.3. Dari Tabel 5.3 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi B.10 adalah 8,37 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 10,44 GPa pada spesimen uji B.10.2 dan yang paling rendah adalah 6,47 GPa pada spesimen uji B.10.5. Gambar 4.8 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji B.10.



Gambar 4.8 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen B.10

4.2.5. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi C.8

Spesimen C.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi III dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.9. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.9 Grafik *load-elongation* variasi C.8

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi C.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil pengujian tarik spesimen variasi C.8

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
C.8.1	60	19,46	1395	271,47	29	5	106,83	8,90
C.8.2	60	19,24	13,56	260,89	30	5	114,99	9,58
C.8.3	60	19,98	13,31	265,93	28	5	105,29	8,77
C.8.4	60	19,30	13,31	256,88	29	4	112,89	7,53
C.8.5	60	19,22	13,99	268,89	28	5	104,13	8,68
Rata-rata					28,8	4,8	108,83	8,69

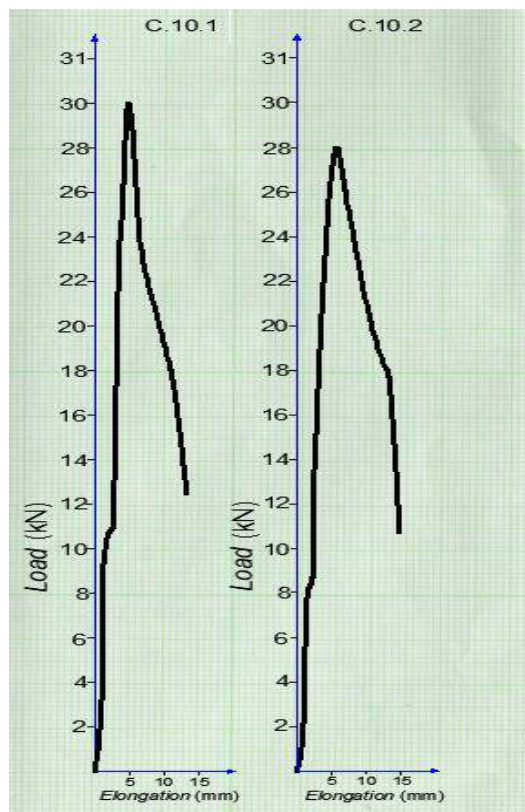
Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi C.8 adalah sebesar 108,83 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 114,99 MPa pada spesimen uji C.8.2 dan yang paling rendah adalah 104,13 MPa pada spesimen uji C.8.5. Dari Tabel 5.5 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi C.8 adalah 8,69 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 9,59 GPa pada spesimen uji C.8.2 dan yang paling rendah adalah 7,53 GPa pada spesimen uji C.8.4. Gambar 4.10 menunjukkan dokumentasi pengujian specimen uji C.8.



Gambar 4.10 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen C.8

4.2.6. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi C.10

Spesimen C.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi III dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.11. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.11 Grafik *load-elongation* variasi C.10

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi C.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of*

Elasticity (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil pengujian tarik spesimen variasi C.10

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
C.10.1	60	19,19	14,84	284,78	30	5	105,34	8,78
C.10.2	60	19,16	14,37	275,33	28	6	101,70	10,17
C.10.3	60	19,27	14,95	288,09	29	5	100,66	8,39
C.10.4	60	19,77	14,65	289,63	30	5	103,58	8,63
C.10.5	60	19,43	14,57	283,10	31	4	109,50	7,30
Rata-rata					29,6	5	104,16	8,65

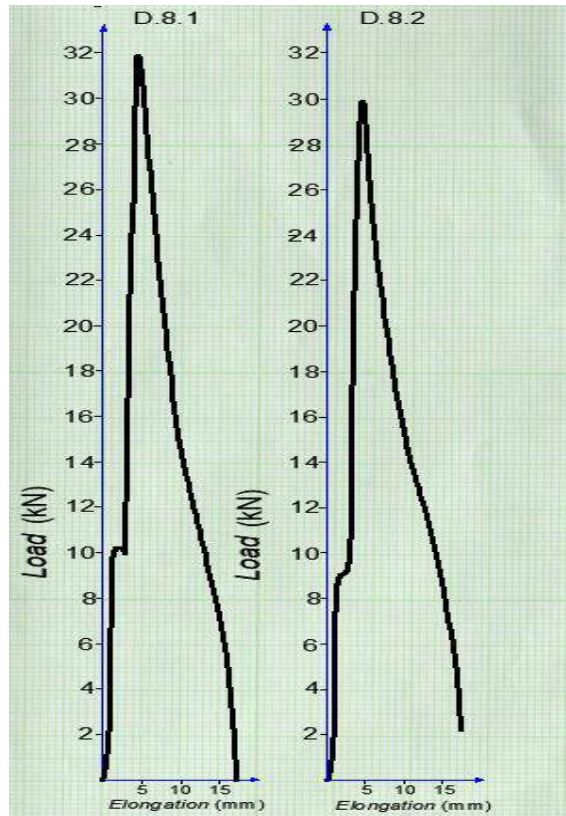
Berdasarkan Tabel 4.6 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi C.10 adalah sebesar 104,16 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 109.503 MPa pada spesimen uji C.10.5 dan yang paling rendah adalah 100,66 MPa pada spesimen uji C.10.3. Dari Tabel 5.6 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi C.10 adalah 8,65 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 10,17 GPa pada spesimen uji C.10.2 dan yang paling rendah adalah 7.30 GPa pada spesimen uji C.10.5. Gambar 4.12 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji C.10.



Gambar 4.12 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen C.10

4.2.7. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi D.8

Spesimen D.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi IV dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.13. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.13 Grafik load-elongation variasi D.8

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi D.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil pengujian tarik spesimen variasi D.8

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
D.8.1	60	19,43	15,27	296,70	32	5	107,85	8,99
D.8.2	60	19,55	15,45	302,05	30	5	99,32	8,28
D.8.3	60	19,75	15,25	301,19	31	5	102,93	8,58
D.8.4	60	19,08	15,27	291,35	29	4	99,54	6,64
D.8.5	60	19,25	15,08	290,29	30	4	103,34	6,89
Rata-rata					30,4	4,6	102,60	7,87

Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi D.8 adalah sebesar 102,60 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 107,85 MPa pada spesimen uji D.8.1 dan yang paling rendah adalah 99,32 MPa pada spesimen uji D.8.2. Dari Tabel 5.7 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi D.8 adalah 7,78

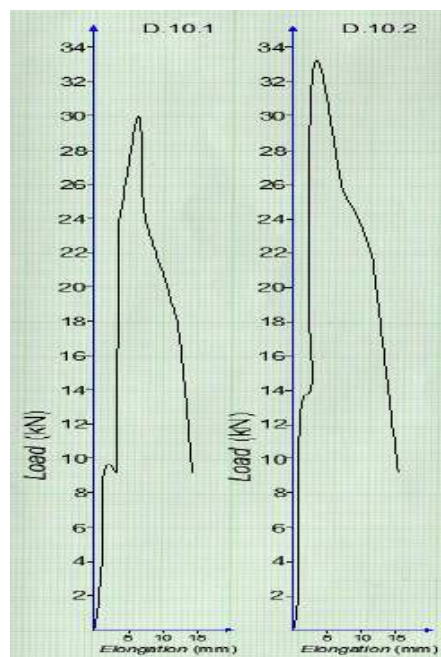
GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 8,99 GPa pada spesimen uji D.8.1 dan yang paling rendah adalah 6,64 GPa pada spesimen uji D.8.4. Gambar 4.14 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji D.8.



Gambar 4.14 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen D.8

4.2.8. Hasil Pengujian Tarik Spesimen Variasi D.10

Spesimen D.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi IV dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.15. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *elongation* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *elongation* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.15 Grafik *load-elongation* variasi D.10

Hasil grafik *load-elongation* untuk variasi D.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *load* dalam satuan kN dan *elongation* dalam satuan mm lalu dihitung nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) dari spesimen uji. Rekapitulasi dari *load*, *elongation*, *tensile strength*, dan MOE dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil pengujian tarik spesimen variasi D.10

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
D.10.1	60	19,37	16,28	315,34	30	6	95,13	9,51
D.10.2	60	19,65	16,31	320,49	33	4	102,97	6,86
D.10.3	60	19,83	16,33	323,82	31	6	95,73	9,57
D.10.4	60	19,23	16,00	307,68	33	3	107,25	5,36
D.10.5	60	19,52	16,55	323,06	33	6	102,15	10,21
Rata-rata					32	5	100,65	8,31

Berdasarkan Tabel 5.8 diketahui nilai rata-rata *tensile strength* pada variasi D.10 adalah sebesar 100.647 MPa. Nilai *tensile strength* paling tinggi adalah 107,25 MPa pada spesimen uji D.10.4 dan yang paling rendah adalah 95,13 MPa pada spesimen uji D.10.1. Dari tabel 5.8 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Elasticity* (MOE) pada variasi D.10 adalah 8,31 GPa dimana nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 10,21 GPa pada spesimen uji D.10.5 dan yang paling rendah adalah 5,36 GPa pada spesimen uji D.10.4. Gambar 4.16 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji D.10.



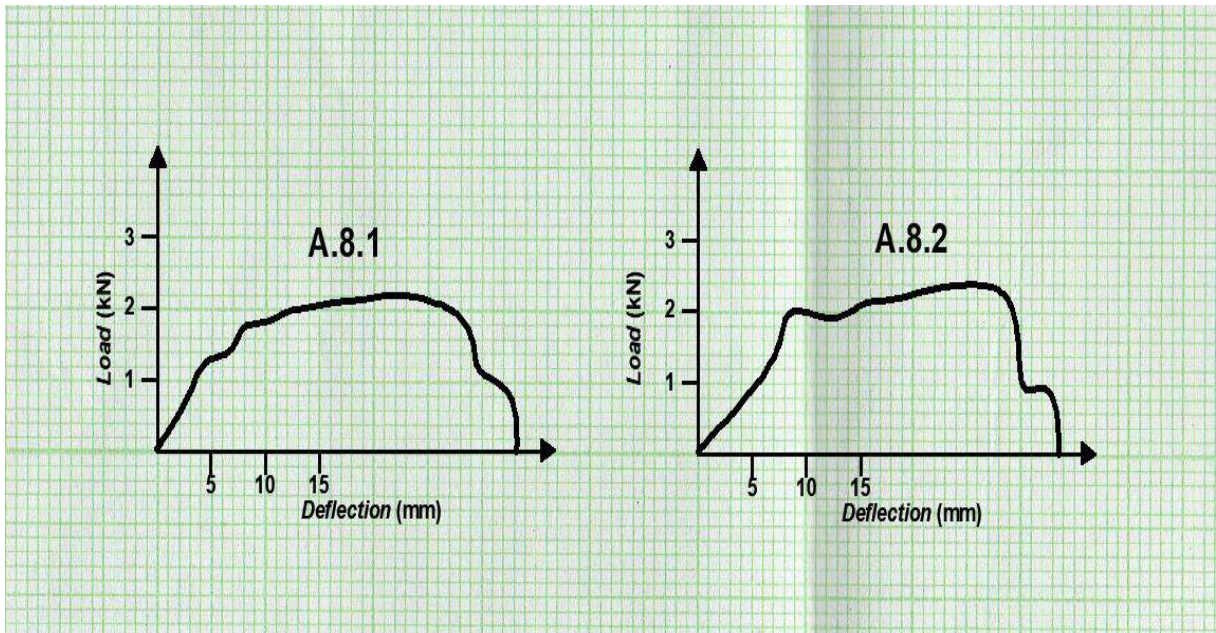
Gambar 4.16 Dokumentasi hasil pengujian tarik spesimen D.10

4.3. Hasil Pengujian Tekuk

Berikut haasil pengujian tekuk spesimen uji:

4.3.1. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi A.8

Spesimen A.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi I dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.17. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



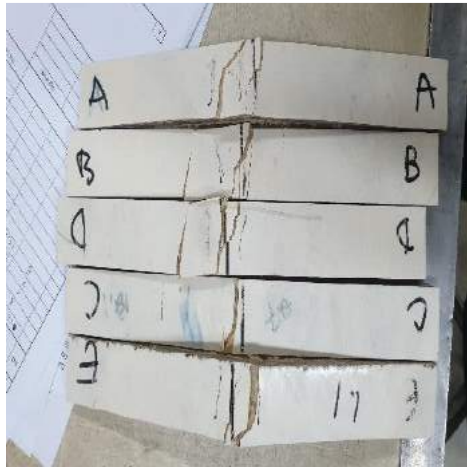
Gambar 4.17 Grafik *load-deflection* variasi A.8

Hasil grafik *load-deflection* untuk A.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.9 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.9 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi A.8

<i>Material Code</i>	<i>Width</i> (mm)	<i>Thick</i> (mm)	<i>CSA</i> (mm ²)	<i>L</i> (mm)	<i>L Span</i> (mm)	<i>Breaking Load</i> KN	<i>Deflection</i> (mm)	<i>MOR</i> MPa	<i>MOE</i> GPa
A.8.1	30	10,96	328,80	263,04	210	2,2	6	192,31	21,49
A.8.2	30	11,58	347,40	277,92	210	2,4	7	187,92	17,04
A.8.3	30	11,87	356,10	284,88	210	2,4	7	178,85	15,82
A.8.4	30	11,90	357,00	285,60	210	2	7	148,29	13,08
A.8.5	30	11,80	354,00	283,20	210	2	6	150,82	15,66
Rata-rata						2,2	6,6	171,64	16,62

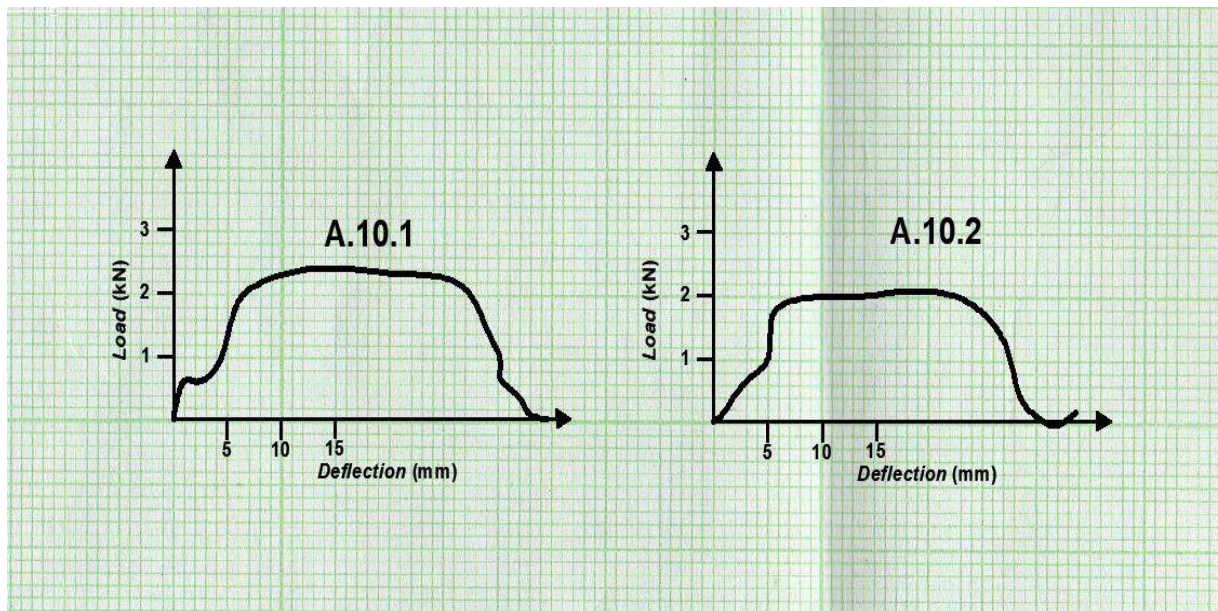
Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi A.8 adalah sebesar 171,64 MPa. Nilai paling tinggi *Modulus of Rupture* (MOR) adalah 192,31 MPa pada spesimen uji A.8.1 dan yang paling rendah adalah 148,29 MPa pada spesimen uji A.8.4. Dari Tabel 5.9 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi A.8 adalah 16,62 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 17,04 GPa pada spesimen uji A.8.2 dan yang paling rendah adalah 13,08 GPa pada spesimen uji A.8.4. Gambar 4.18 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji A.8.



Gambar 4.18 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen A.8

4.3.2. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi A.10

Spesimen A.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi I dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.19. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.19 Grafik *load-deflection* variasi A.10

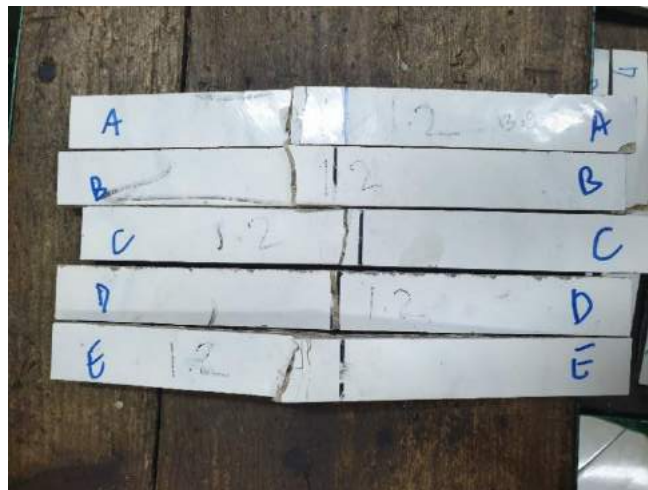
Hasil grafik *load-deflection* untuk A.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *beaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.10 dimana

masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.10 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi A.10

<i>Material Code</i>	<i>Width</i> (mm)	<i>Thick</i> (mm)	<i>CSA</i> (mm ²)	<i>L</i> (mm)	<i>L Span</i> (mm)	<i>Breaking Load</i> KN	<i>Deflection</i> (mm)	<i>MOR</i> MPa	<i>MOE</i> GPa
A.10.1	30	12,36	370,8	296,64	230	2,4	8	180,66	16,11
A.10.2	30	12,42	372,6	298,08	230	2	10	149,10	10,58
A.10.3	30	12,43	372,9	298,32	230	2,2	9	163,75	12,91
A.10.4	30	12,83	384,9	307,92	230	2,4	4	167,67	28,81
A.10.5	30	12,78	383,4	306,72	230	2,2	7	154,90	15,27
Rata-rata						2,24	7,6	163,22	16,73

Berdasarkan Tabel 4.10 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi A.10 adalah sebesar 163,22 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 180,66 MPa pada spesimen uji A.10.1 dan yang paling rendah adalah 149,10 MPa pada spesimen uji A.10.2. Dari Tabel 5.10 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi A.10 adalah 16,73 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 28,81 GPa pada spesimen uji A.10.4 dan yang paling rendah adalah 10,58 GPa pada spesimen uji A.10.2. Gambar 4.20 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji A.10.

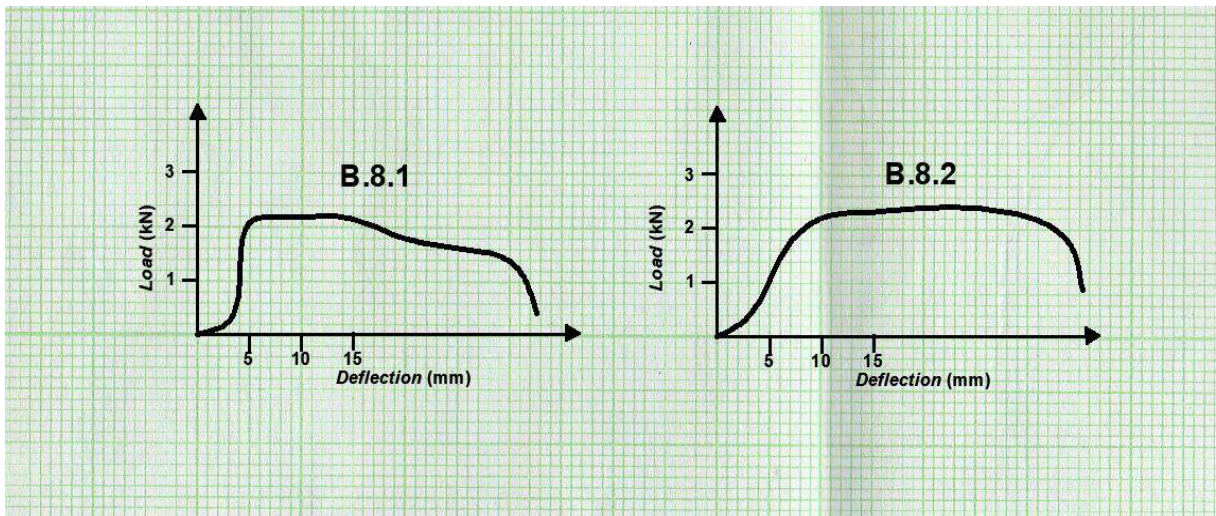


Gambar 4.20 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen A.10

4.3.3. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi B.8

Spesimen B.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi II dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.21. Setiap grafik menunjukkan nilai *load*

(kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.21 Grafik *load-deflection* variasi B.8

Hasil grafik *load-deflection* untuk B.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.11 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi B.8

<i>Material Code</i>	<i>Width</i>	<i>Thick</i>	CSA	L	L Span	<i>Breaking Load</i>	<i>Deflection</i>	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
B.8.1	30	13,04	391,2	312,96	240	2,2	10	155,10	11,40
B.8.2	30	13,32	399,6	319,68	240	2,4	8	162,32	14,62
B.8.3	30	13,19	395,7	316,56	240	2	8	137,95	12,55
B.8.4	30	12,81	384,3	307,44	240	2,2	9	160,88	13,40
B.8.5	30	13,14	394,2	315,36	240	2,4	9	166,80	13,54
Rata-rata						2,24	8,8	156,61	13,10

Berdasarkan Tabel 4.11 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi B.8 adalah sebesar 156,61 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 166,80 MPa pada spesimen uji B.8.5 dan yang paling rendah adalah 137,95 MPa pada spesimen uji B.8.3. Dari Tabel 5.11 diketahui pula nilai rata-rata dari *modulus of rupture* (MOR) pada variasi B.8 adalah 13,10 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi

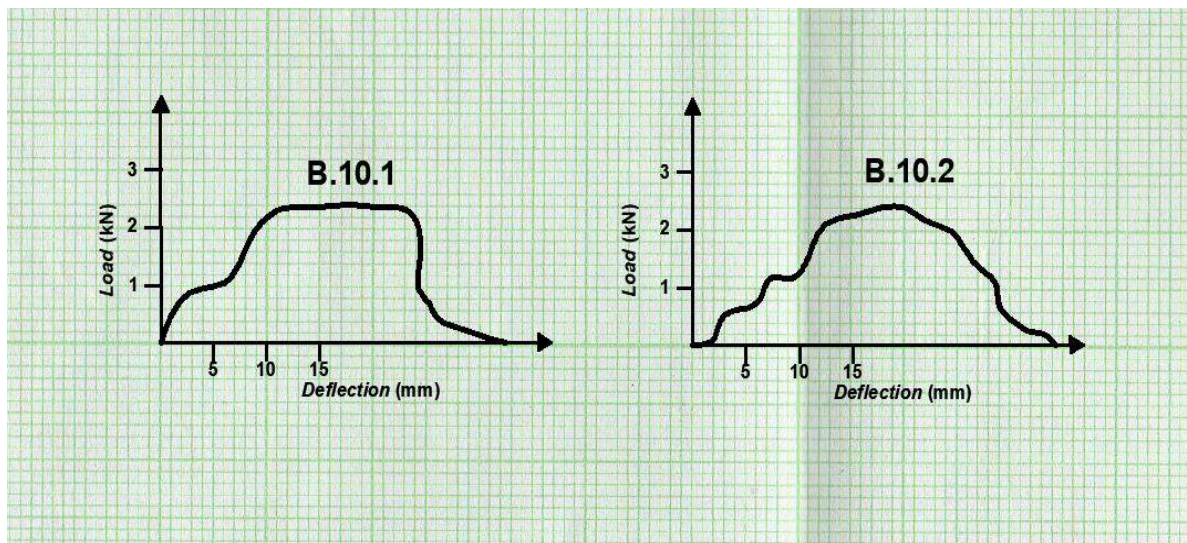
adalah 14,62 GPa pada spesimen uji B.8.2 dan yang paling rendah adalah 11,40 GPa pada spesimen uji B.8.1. Gambar 4.22 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji B.8.



Gambar 4.22 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen B.8.

4.3.4. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi B.10

Spesimen B.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi II dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 5 lapisan yaitu oleh 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.23. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.23 Grafik *load-deflection* variasi B.10

Hasil grafik *load-deflection* untuk B.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.12 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.12 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi B.10

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
B.10.1	30	14,80	444	355,2	260	2,4	8	142,44	13,55
B.10.2	30	13,96	418,8	335,04	260	2,4	8	160,10	16,15
B.10.3	30	14,37	431,1	344,88	260	2,4	8	151,09	14,81
B.10.4	30	14,35	430,5	344,4	260	2,6	8	164,14	16,11
B.10.5	30	14,91	447,3	357,84	260	2,5	8	146,19	13,81
Rata-rata						2,46	8	152,79	14,89

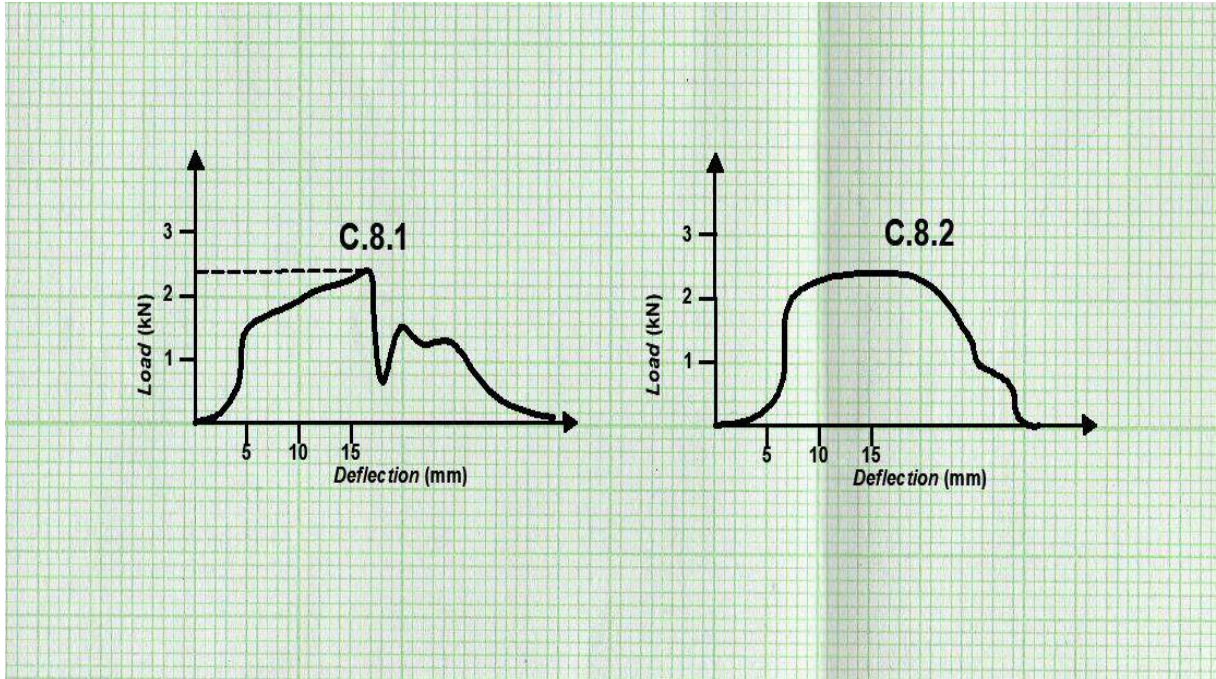
Berdasarkan Tabel 4.12 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi B.10 adalah sebesar 152,79 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 164,14 MPa pada spesimen uji B.10.4 dan yang paling rendah adalah 142,44 MPa pada spesimen uji B.10.1. Dari Tabel 5.12 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi B.10 adalah 14,89 GPa dimana *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 16,15 GPa pada spesimen uji B.10.2 dan yang paling rendah adalah 13,81 GPa pada spesimen uji B.10.5. Gambar 4.24 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji B.10.



Gambar 4.24 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen B.10

4.3.5. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi C.8

Spesimen C.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi III dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.25. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.25 Grafik *load-deflection* variasi C.8

Hasil grafik *load-deflection* untuk 3.1 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.13 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.13 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi C.8

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
C.8.1	30	13,95	418,5	334,8	250	2,4	8	154,16	14,39
C.8.2	30	13,56	406,8	325,44	250	2,4	7	163,16	17,90
C.8.3	30	13,31	399,3	319,44	250	2,6	7	183,45	20,51
C.8.4	30	13,31	399,3	319,44	250	2,4	7	169,34	18,93
C.8.5	30	13,99	419,7	335,76	250	2,4	7	153,28	16,30
Rata-rata						2,44	7,2	164,68	17,61

Berdasarkan Tabel 4.13 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi C.8 adalah sebesar 164,68 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 169,34 MPa pada spesimen uji C.8.4 dan yang paling rendah adalah 153,28 MPa pada spesimen uji C.8.5. Dari Tabel 5.13 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi C.8 adalah 17,61 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE)

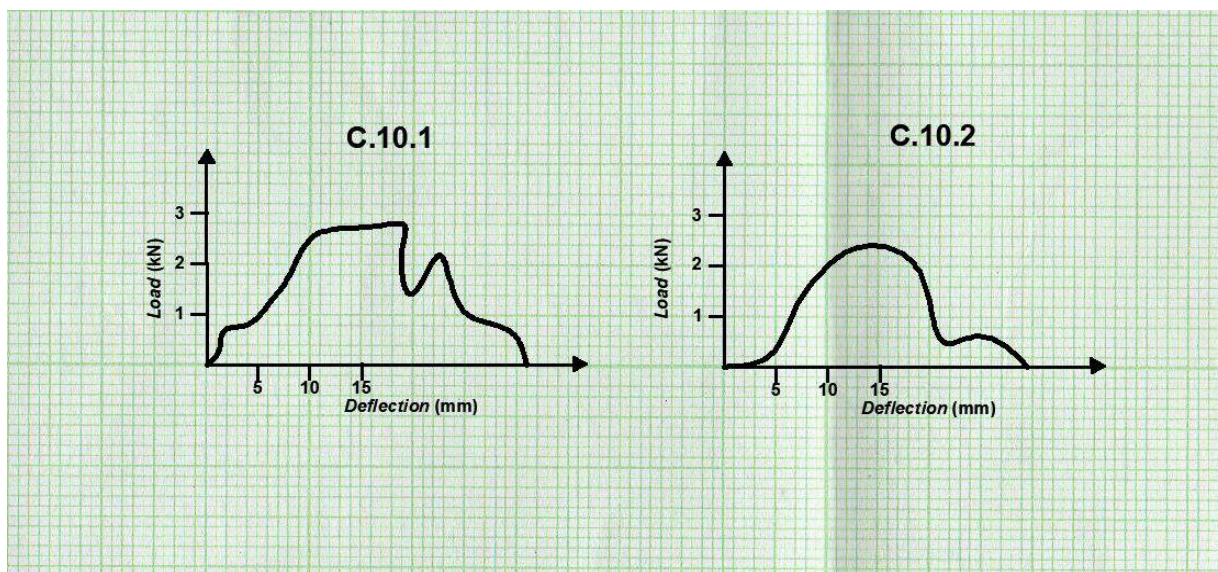
tertinggi adalah 20,51 GPa pada spesimen uji C.8.3 dan yang paling rendah adalah 14,39 GPa pada spesimen uji C.8.1. Gambar 4.26 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji C.8.



Gambar 4.26 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen C.8

4.3.6. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi C.10

Spesimen C.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi III dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.27. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



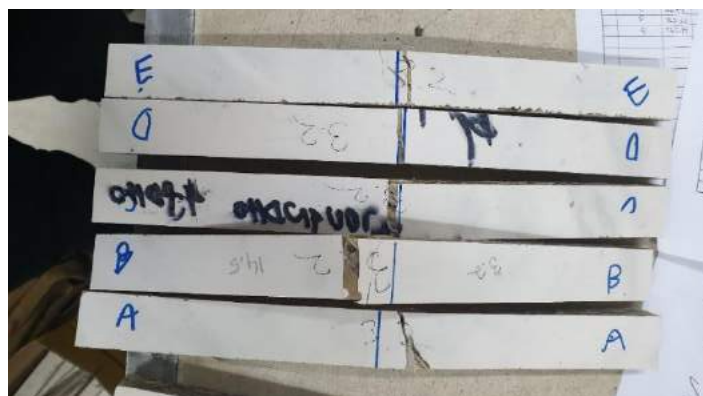
Gambar 4.27 Grafik *load-deflection* variasi C.10

Hasil grafik *load-deflection* untuk C.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.14 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.14 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi C.10

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
C.10.1	30	14,84	445,2	356,16	260	2,8	6	165,29	20,91
C.10.2	30	14,37	431,1	344,88	260	2,4	8	151,09	14,81
C.10.3	30	14,95	448,5	358,80	260	2,4	6	139,60	17,53
C.10.4	30	14,65	439,5	351,60	260	2,6	7	157,49	17,30
C.10.5	30	14,57	437,1	349,68	260	2,6	7	159,22	17,59
Rata-rata						2,56	6,8	154,54	17,63

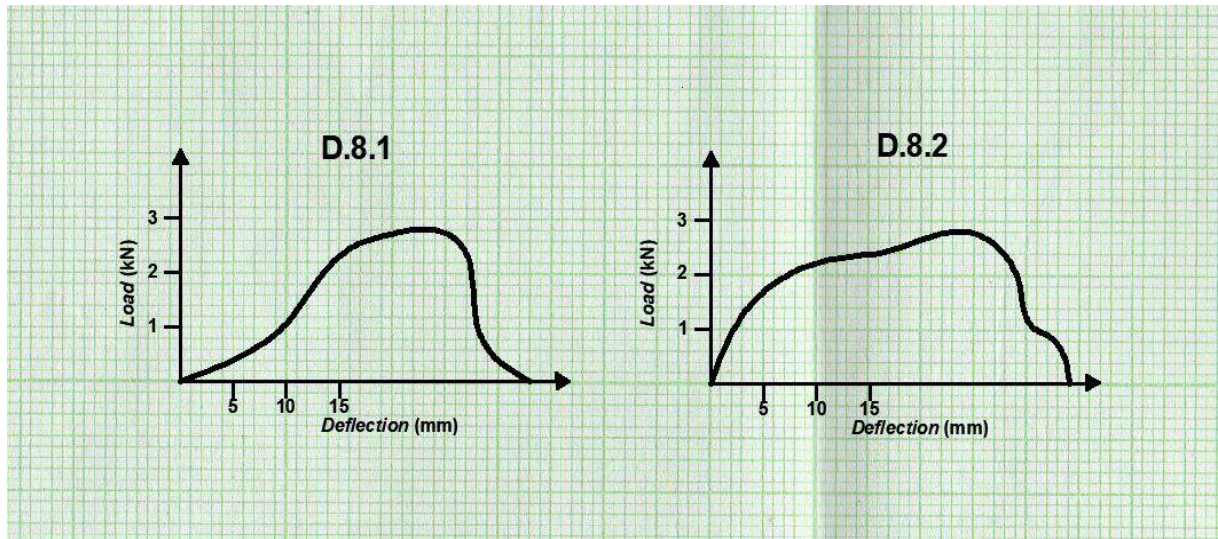
Berdasarkan Tabel 4.14 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi C.10 adalah sebesar 154,54 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 165.29 MPa pada spesimen uji C.10.1 dan yang paling rendah adalah 139,60 MPa pada spesimen uji C.10.3. Dari Tabel 5.14 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi C.10 adalah 17,63 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 20,91 GPa pada spesimen uji C.10.1 dan yang paling rendah adalah 14,81 GPa pada spesimen uji C.10.2. Gambar 4.28 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji C.10.



Gambar 4.28 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen C.10

4.3.7. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi D.8

Spesimen D.8 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi IV dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 8. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.29. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.29 Grafik *load-deflection* variasi D.8

Hasil grafik *load-deflection* untuk D.8 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breakin load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.15 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.15 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi D.8

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
D.8.1	30	15,27	458,1	366,48	280	2,8	7	168,12	20,55
D.8.2	30	15,45	463,5	370,80	280	2,8	8	164,22	17,36
D.8.3	30	15,25	457,5	366	280	2,6	8	156,52	16,76
D.8.4	30	15,27	458,1	366,48	280	2,4	6	144,10	20,55
D.8.5	30	15,08	452,4	361,92	280	2,4	9	147,75	14,23
Rata-rata						2,6	7,6	156,14	17,89

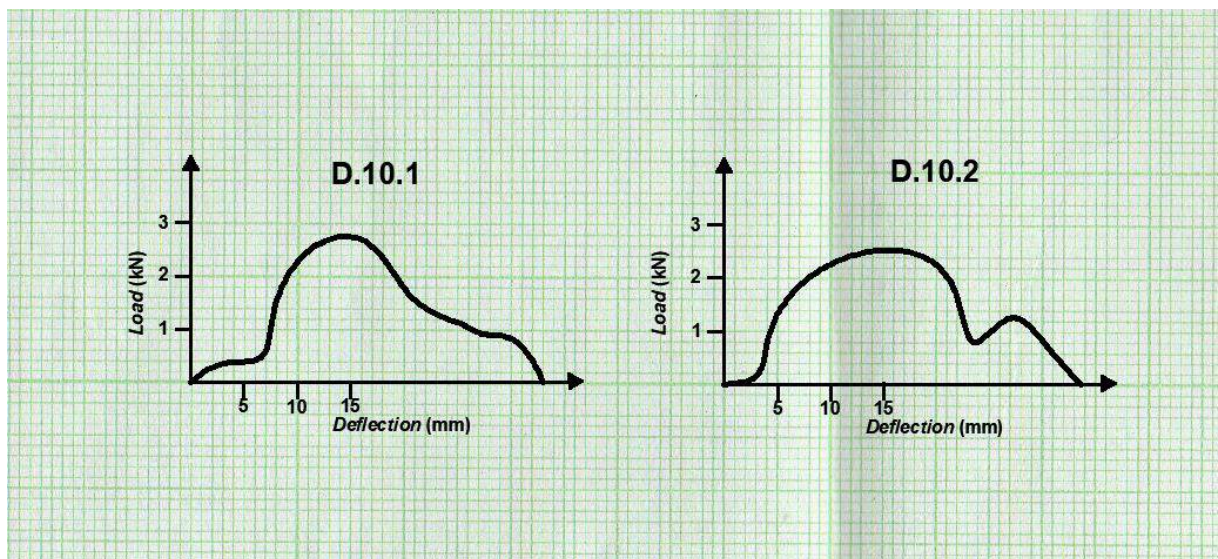
Berdasarkan Tabel 4.15 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi D.8 adalah sebesar 156,14 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 168,12 MPa pada spesimen uji D.8.1 dan yang paling rendah adalah 144,10 MPa pada spesimen uji D.8.4. Dari Tabel 5.15 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi D.8 adalah 17,89 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 20,55 GPa pada spesimen uji D.8.1 dan D.8.3 dan yang paling rendah adalah 14,23 GPa pada spesimen uji D.8.5. Gambar 4.30 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji D.8.



Gambar 4.30 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen D.8

4.3.8. Hasil Pengujian Tekuk Spesimen Variasi D.10

Spesimen D.10 merupakan spesimen dengan variasi *schedule* laminasi IV dan menggunakan variasi fraksi berat serat dengan resin yaitu 1 : 10. Variasi ini terdiri dari 4 lapisan yaitu oleh 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600. Hasil pengujian tekuk dapat dilihat pada Gambar 4.31. Setiap grafik menunjukkan nilai *load* (kN) dan *deflection* (mm) dimana *load* ditunjukkan pada sumbu y dan *deflection* ditunjukkan pada sumbu x.



Gambar 4.31 Grafik *load-deflection* variasi 4.2

Hasil grafik *load-deflection* untuk D.10 ini dibuat rekapitulasi nilai *breaking load* dalam satuan kN dan *deflection* dalam satuan mm lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Rekapitulasi dari *breaking load*, *deflection*, MOR, dan MOE tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.16 dimana masing-masing spesimen uji diberi kode serta dimensi dari spesimen uji meliputi panjang, tebal, lebar, dan *Cross Sectional Area* (CSA).

Tabel 4.16 Hasil pengujian tekuk spesimen variasi D.10

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
D.10.1	30	16,28	488,4	390,72	290	2,8	10	153,19	13,19
D.10.2	30	16,31	489,3	391,44	290	2,6	11	141,72	11,07
D.10.3	30	16,33	489,9	391,92	290	2,8	10	152,25	13,07
D.10.4	30	16	480	384	290	3	8	169,92	18,61
D.10.5	30	16,55	496,5	397,2	290	2,8	9	148,23	13,95
Rata-rata						2,8	9,6	153,06	13,98

Berdasarkan Tabel 4.16 diketahui nilai rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) pada variasi D.10 adalah sebesar 153,06 MPa. Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling tinggi adalah 169,92 MPa pada spesimen uji D.10.4 dan yang paling rendah adalah 141,72 MPa pada spesimen uji D.10.2. Dari Tabel 5.16 diketahui pula nilai rata-rata dari *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada variasi D.10 adalah 13,98 GPa dimana nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi adalah 18,61 GPa pada spesimen uji D.10.4 dan yang paling rendah adalah 13,07 GPa pada spesimen uji D.10.3. Gambar 4.32 menunjukkan dokumentasi pengujian spesimen uji D.10.



Gambar 4.32 Dokumentasi hasil pengujian tekuk spesimen D.10

Halaman ini sengaja dikosongkan

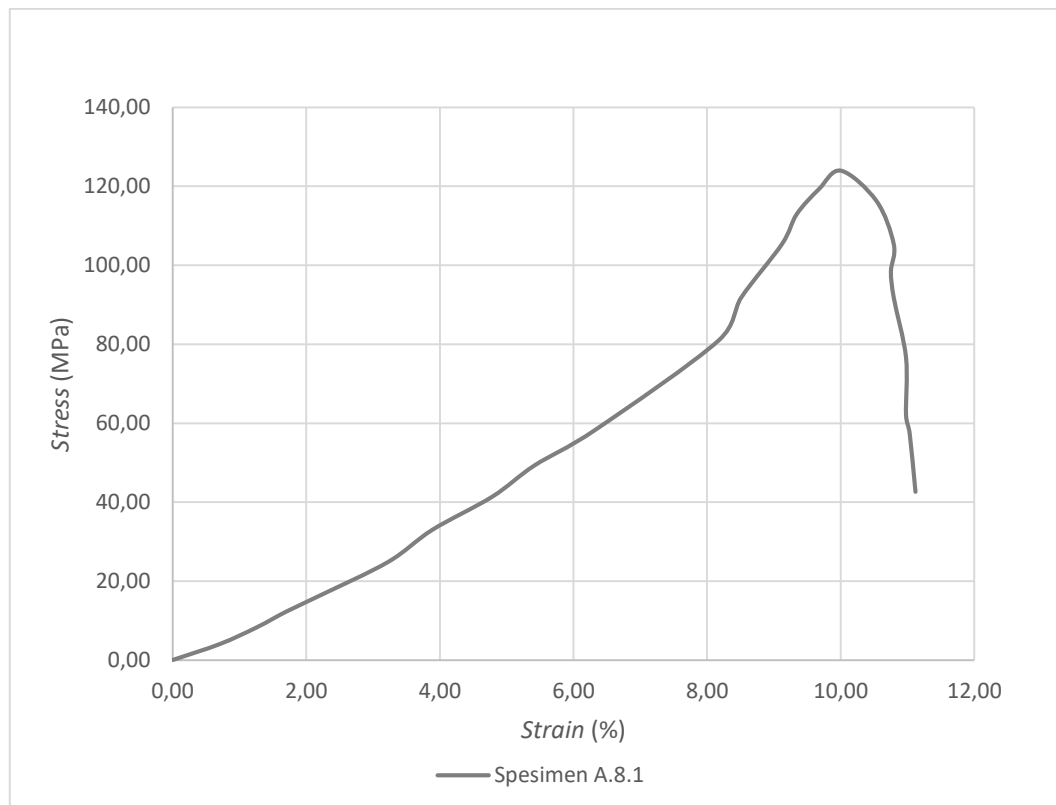
BAB 5 ANALISIS TEKNIS

5.1. Analisis Teknis

Pada bab ini akan dilakukan analisis teknis terkait sifat mekanis material. Analisis teknis dilakukan berdasarkan hasil pengujian untuk mengetahui sifat mekanis dari setiap variasi material uji yang dilakukan. Analisa dilakukan untuk mengetahui variasi resin dan *schedule* laminasi mana yang terbaik untuk diaplikasikan pada konstruksi kulit kapal berdasarkan nilai kekuatan dari hasil analisa yang sudah dilakukan. Nilai kekuatan tersebut nantinya akan dibandingkan dengan nilai minimal yang sudah diatur oleh BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships*.

5.2. Grafik *Stress-Strain*

Tegangan atau *stress* adalah gaya reaksi atau gaya untuk mengembalikan suatu material uji ke bentuk semula. Regangan atau *strain* adalah perubahan pada ukuran benda karena gaya dibandingkan dengan ukuran semula. Grafik *stress-strain* memperlihatkan nilai regangan yang dialami material uji terhadap besar tegangan yang diterima oleh spesimen uji tersebut.

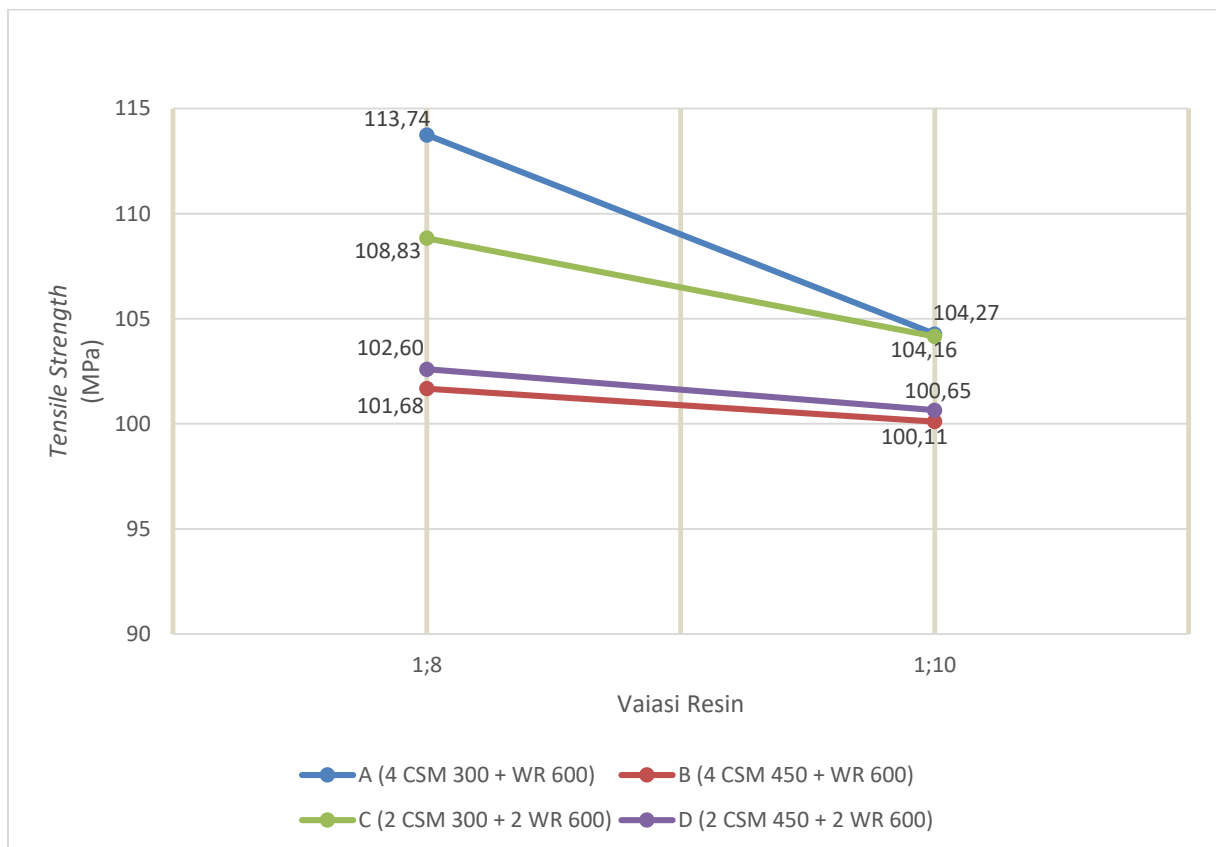


Gambar 5.1 Grafik *Stress-Strain* variasi A.8.1

Gambar 5.1 merupakan salah satu contoh grafik *stress-strain* pengujian tarik dari salah satu variasi spesimen yaitu variasi A.8. Gambar 5.1 memperlihatkan spesimen uji mengalami regangan sebesar 10% ketika mendapatkan tegangan maksimum yaitu 123,88 MPa. Nilai tegangan atau *stress* didapat dari perhitungan $F_{ultimate}$ (N) dibagi dengan luas penampang spesimen uji (mm^2) dan nilai *strain* diperoleh dari perhitungan *elongation* dibagi dengan panjang *gauge* dari spesimen uji.

5.3. Analisa Data Pengujian Tarik

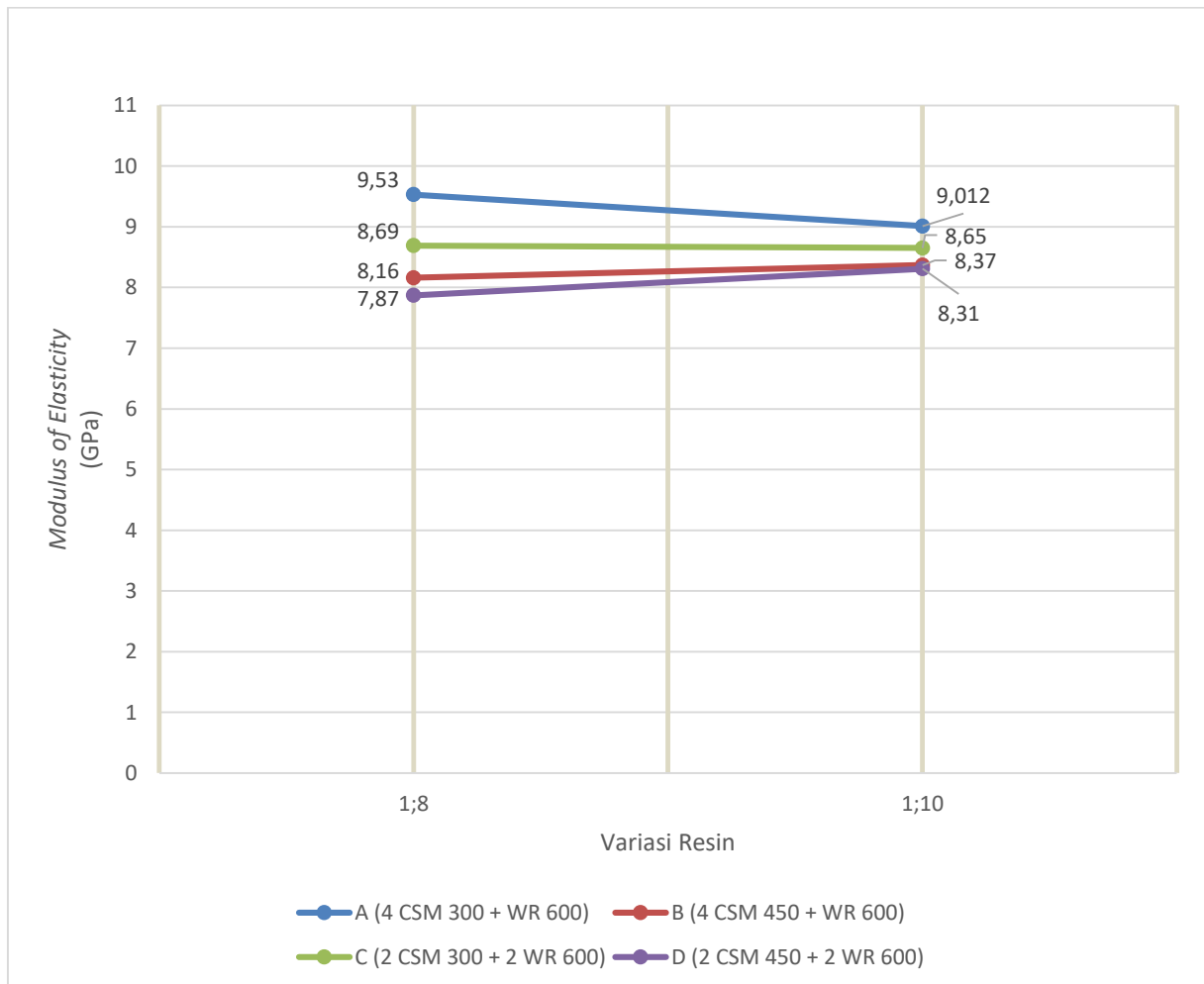
Analisa pengujian tarik dilakukan berdasarkan hasil yang didapatkan dari data pengujian tarik. Data yang didapatkan dari hasil pengujian tarik yaitu rata-rata nilai *tensile strength* dan *Modulus of Elasticity* (MOE) setiap variasi spesimen. Kedua nilai tersebut dibandingkan dengan nilai minimal yang sudah ditentukan oleh BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships* yaitu 98 N/mm^2 untuk *tensile strength* dan $6,86 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ untuk *modulus of tensile elasticity* (MOE).



Gambar 5.2 Grafik rata-rata nilai *tensile strength* setiap variasi spesimen

Rata-rata nilai *tensile strength* untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 5.2. Rata-rata nilai *tensile strength* tertinggi yang didapatkan adalah 113,74 MPa pada variasi spesimen A yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 5 lapisan dimana terdapat 4 lapisan *Chopped*

Strand Mat (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin 1 : 8. Rata-rata nilai *tensile strength* paling rendah didapat pada variasi spesimen B yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 5 lapisan dimana terdapat 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin yaitu 1 : 10 yaitu 100,11 MPa. Berdasarkan hasil analisa teknis pengujian tarik dapat disimpulkan nilai yang didapatkan dari hasil pengolahan data untuk semua variasi memenuhi standar nilai minimal BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships* yaitu 98 N/mm^2 untuk nilai *tensile strength*.



Gambar 5.3 Grafik rata-rata *Modulus of Elasticity* (MOE) setiap variasi spesimen

Rata-rata nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 5.3. Rata-rata nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) tertinggi yang didapatkan adalah 9,53 GPa pada variasi spesimen A yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 5 lapisan dimana terdapat 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin 1 : 8. Rata-rata nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) paling rendah didapat pada variasi spesimen D yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 4 lapisan dimana

terdapat 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin yaitu 1 : 8 yaitu 7,78 GPa. Berdasarkan hasil analisa teknis pengujian tarik dapat disimpulkan nilai yang didapatkan dari pengolahan data hasil pengujian untuk semua variasi memenuhi standar nilai minimal BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships* yaitu $6,86 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ untuk nilai *Modulus of Elasticity* (MOE).

5.3.1. Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap Kekuatan Tarik

Analisa ini membandingkan pengaruh dari perbandingan resin pada setiap susunan laminasi terhadap nilai kekuatan tarik. Perbandingan serat terhadap resin yang digunakan adalah 1 : 8 dan 1 : 10. Dari penggunaan variasi tersebut didapatkan nilai kekuatan tarik yang berbeda sehingga dilakukan analisa pengaruh dari penggunaan variasi tersebut terhadap kekuatan tarik dari komposit.

Berdasarkan Gambar 5.2, nilai kekuatan tarik yang paling baik didapatkan pada variasi berat resin 1 : 8 pada setiap susunan laminasi spesimen uji. Susunan laminasi A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM 450 + 2 WR 600) yang menggunakan variasi resin 1 : 8 memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih baik dibanding yang menggunakan variasi perbandingan resin 1 : 10. Susunan laminasi A dengan variasi resin 1 : 10 mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 8,33% dibanding penggunaan variasi resin 1 : 8, laminasi B sebesar 1,54%, laminasi C sebesar 4,2%, dan laminasi D sebesar 1,9%. Penurunan nilai kekuatan tarik ini berpengaruh terhadap komposisi serat yang terdapat pada komposit. Semakin banyak komposisi serat yang terdapat pada komposit, semakin banyak pula resin yang dibutuhkan sehingga pemakaian resin yang terlalu banyak akan menurunkan nilai dari kekuatan tarik komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

5.3.2. Analisa Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap Kekuatan Tarik

Analisa ini membandingkan pengaruh perbedaan *schedule* laminasi komposit berpenguat serat kulit Waru Gunung dengan kekuatan tarik. Komposit mengalami perubahan kekuatan berdasarkan banyaknya susunan dan jenis lapisan *Chopped Strand Mat* terhadap *Woven Roving*. Rata-rata dari nilai *tensile strength* menjadi pengukur pada pengaruh *schedule* laminasi terhadap kekuatan tarik komposit.

Pada penelitian ini terdapat 4 variasi *schedule* laminasi yang digunakan yaitu A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM 450 + 2 WR 600). Berdasarkan hasil analisa pengujian tarik pada Gambar 5.2, nilai kekuatan tarik juga dipengaruhi oleh jumlah dan susunan laminasi pada komposit. Untuk susunan laminasi

variasi A dan B yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR, didapatkan nilai kekuatan tarik dimana variasi A(4 CSM 300 + WR 600) memiliki nilai kekuatan tarik lebih tinggi 11,86% pada variasi resin 1 : 8 dan 4,16% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi B(4 CSM 450 + WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan CSM 450. Susunan laminasi variasi C dan D yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR, didapatkan nilai kekuatan tarik dimana variasi C(2 CSM 300 + 2 WR 600) memiliki kekuatan tarik lebih baik 6,07% pada variasi resin 1 : 8 dan 3,49% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi D(2 CSM 450 + 2 WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 juga dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan CSM 450. Penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif untuk meningkatkan nilai kekuatan tarik. Secara keseluruhan variasi dengan menggunakan laminasi yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR memiliki nilai kekuatan tarik lebih baik dibandingkan variasi dengan laminasi yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR. Pengurangan kekuatan tarik mencapai 9,79%. Pengaruh *schedule* laminasi juga memiliki keterkaitan terhadap perbandingan resin yang digunakan karena *schedule* laminasi yang memiliki banyak WR akan membuat berat serat pada komposit menjadi lebih berat dan penggunaan resin akan menjadi lebih banyak sehingga berpengaruh terhadap penurunan nilai kekuatan tarik dari komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

5.3.3. Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap MOE *Tensile*

Analisa ini membandingkan pengaruh dari perbandingan resin pada setiap susunan laminasi terhadap nilai *Modulus of Elasticity* (MOE). Perbandingan serat terhadap resin yang digunakan adalah 1 : 8 dan 1 : 10. Dari penggunaan variasi tersebut didapatkan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) yang berbeda sehingga dilakukan analisa pengaruh dari penggunaan variasi tersebut terhadap nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) dari komposit.

Berdasarkan Gambar 5.3, nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) yang paling baik didapatkan pada variasi berat resin 1 : 8 pada setiap susunan laminasi spesimen uji. Susunan laminasi A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM 450 + 2 WR 600) yang menggunakan variasi resin 1 : 8 memiliki nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) yang lebih baik dibanding yang menggunakan variasi perbandingan resin 1 : 10. Susunan laminasi A dengan variasi resin 1 : 10 mengalami penurunan *Modulus of Elasticity* (MOE) sebesar 5,46% dibanding penggunaan variasi resin 1 : 8 dan susunan laminasi C sebesar 0,46% sedangkan susunan laminasi B mengalami kenaikan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) 2,57% dan susunan laminasi D sebesar 5,59% pada variasi resin 1 : 10. Penurunan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) ini berpengaruh terhadap komposisi serat yang terdapat pada komposit. Semakin banyak komposisi serat yang terdapat pada komposit,

semakin banyak pula resin yang dibutuhkan sehingga pemakaian resin yang terlalu banyak akan menurunkan nilai dari *Modulus of Elasticity* (MOE) komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

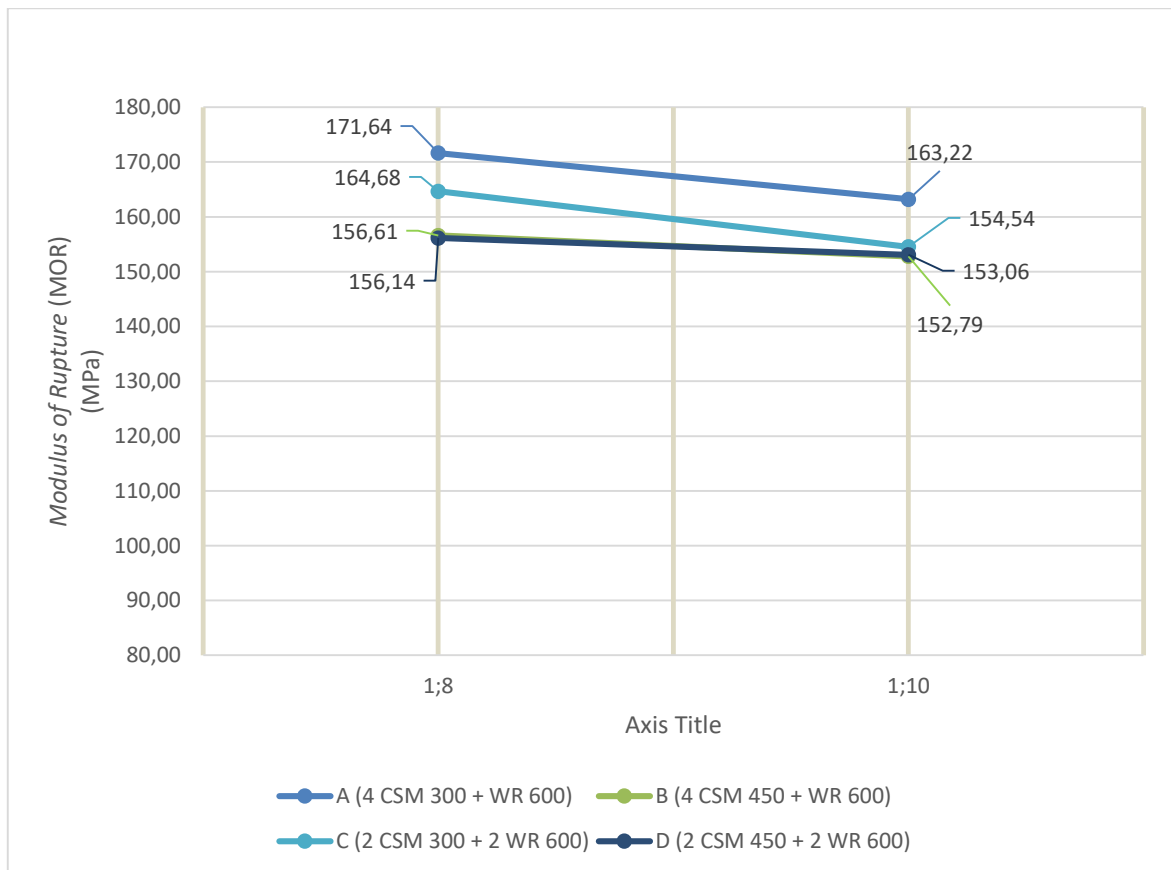
5.3.4. Analisa Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap MOE Tensile

Analisa ini membandingkan pengaruh perbedaan *schedule* laminasi komposit berpenguat serat kulit Waru Gunung dengan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE). Komposit mengalami perubahan kekuatan berdasarkan banyaknya susunan dan jenis lapisan *Chopped Strand Mat* terhadap *Woven Roving*. Rata-rata dari nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) menjadi pengukur pada pengaruh *schedule* laminasi terhadap *Modulus of Elasticity* (MOE) komposit.

Pada penelitian ini terdapat 4 variasi *schedule* laminasi yang digunakan yaitu A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM 450 + 2 WR 600). Berdasarkan hasil analisa pengujian tarik pada Gambar 5.2, nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) juga dipengaruhi oleh jumlah dan susunan laminasi pada komposit. Untuk susunan laminasi variasi A dan B yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR, didapatkan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) dimana variasi A(4 CSM 300 + WR 600) memiliki nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) lebih tinggi 16,79% pada variasi resin 1 : 8 dan 7,67% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi B(4 CSM 450 + WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan CSM 450. Susunan laminasi variasi C dan D yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR, didapatkan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) dimana variasi C(2 CSM 300 + 2 WR 600) memiliki *Modulus of Elasticity* (MOE) lebih baik 10,42% pada variasi resin 1 : 8 dan 4,09% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi D(2 CSM 450 + 2 WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 juga dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan CSM 450. Penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif untuk meningkatkan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE). Secara keseluruhan variasi dengan menggunakan laminasi yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR memiliki nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) lebih baik dibandingkan variasi dengan laminasi yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR. Pengurangan *Modulus of Elasticity* (MOE) mencapai 17,42%. Pengaruh *schedule* laminasi juga memiliki keterkaitan terhadap perbandingan resin yang digunakan karena *schedule* laminasi yang memiliki banyak WR akan membuat berat serat pada komposit menjadi lebih berat dan penggunaan resin akan menjadi lebih banyak sehingga berpengaruh terhadap penurunan nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) dari komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

5.4. Analisa Data Pengujian Tekuk

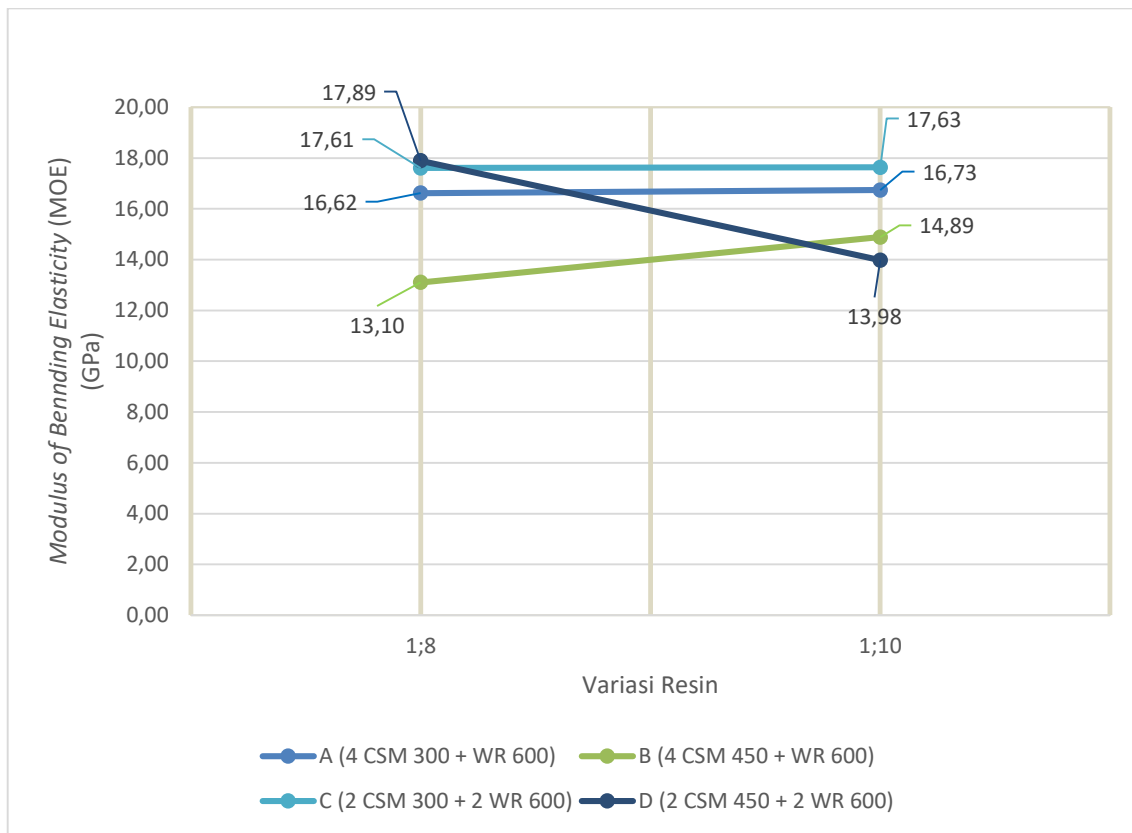
Analisa pengujian tekuk dilakukan berdasarkan hasil yang didapatkan dari data pengujian tekuk. Data yang didapatkan dari hasil pengujian tekuk yaitu rata-rata nilai *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) setiap variasi spesimen. Kedua nilai tersebut dibandingkan dengan nilai minimal yang sudah ditentukan oleh BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships* yaitu 150 N/mm^2 untuk *Modulus of Rupture* (MOR) dan $6,86 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ untuk *Modulus of Bending Elasticity* (MOE).



Gambar 5.4 Diagram rata-rata *Modulus of Rupture* (MOR) setiap variasi spesimen

Rata-rata nilai *Modulus of Rupture* (MOR) untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 5.4. Rata-rata nilai *Modulus of Rupture* (MOR) tertinggi yang didapatkan adalah 171,64 MPa pada variasi spesimen A yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 5 lapisan dimana terdapat 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 300 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin 1 : 8. Rata-rata nilai *Modulus of Rupture* (MOR) paling rendah yaitu 152,79 MPa didapat pada variasi spesimen B yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 5 lapisan dimana terdapat 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin yaitu 1 : 10. Berdasarkan hasil analisa teknis pengujian tekuk dapat disimpulkan nilai yang didapatkan dari pengolahan data hasil pengujian

untuk semua variasi memenuhi standar nilai minimal BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships* yaitu 150 N/mm² untuk nilai *Modulus of Rupture* (MOR).



Gambar 5.5 Diagram rata-rata *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) setiap variasi

Rata-rata nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 5.5. Rata-rata nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) tertinggi yang didapatkan adalah 17,89 GPa pada variasi spesimen D yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 4 lapisan dimana terdapat 2 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 2 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin 1 : 8. Rata-rata nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) paling rendah didapat pada variasi spesimen B yaitu 133,10 GPa yang memiliki *schedule* laminasi terdiri dari 5 lapisan dimana terdapat 4 lapisan *Chopped Strand Mat* (CSM) 450 dan 1 lapisan *Woven Roving* (WR) 600 dengan fraksi berat resin yaitu 1 : 8. Berdasarkan hasil analisa teknis pengujian tekuk dapat disimpulkan nilai yang didapatkan dari pengolahan data hasil pengujian untuk semua variasi memenuhi standar nilai minimal BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics Ships* yaitu $6,86 \times 10^3$ N/mm² untuk nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE).

5.4.1. Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap Kekuatan Tekuk

Analisa ini membandingkan pengaruh dari perbandingan resin pada setiap susunan laminasi terhadap nilai kekuatan tekuk. Perbandingan serat terhadap resin yang digunakan

adalah 1 : 8 dan 1 : 10. Dari penggunaan variasi tersebut didapatkan nilai kekuatan tekuk yang berbeda sehingga dilakukan analisa pengaruh dari penggunaan variasi tersebut terhadap kekuatan tekuk dari komposit.

Nilai kekuatan tekuk yang paling baik didapatkan pada variasi berat resin 1 : 8 pada setiap susunan laminasi spesimen uji. Susunan laminasi A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM450 + 2 WR 600) yang menggunakan variasi resin 1 : 8 memiliki nilai kekuatan tekuk yang lebih baik dibanding yang menggunakan variasi perbandingan resin 1 : 10 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4. Susunan laminasi A dengan variasi resin 1 : 10 mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 7,82% dibanding penggunaan variasi resin 1 : 8, laminasi B sebesar 2,27%, laminasi C sebesar 6,16%, dan laminasi D sebesar 1,97%. Penurunan nilai kekuatan tekuk ini berpengaruh terhadap komposisi serat yang terdapat pada komposit. Semakin banyak komposisi serat yang terdapat pada komposit, semakin banyak pula resin yang dibutuhkan sehingga pemakaian resin yang terlalu banyak akan menurunkan nilai dari kekuatan tekuk komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

5.4.2. Analisa Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap Kekuatan Tekuk

Analisa ini membandingkan pengaruh perbedaan *schedule* laminasi komposit berpenguat serat kulit Waru Gunung dengan kekuatan tekuk. Komposit mengalami perubahan kekuatan berdasarkan banyaknya susunan dan jenis lapisan *Chopped Strand Mat* terhadap *Woven Roving*. Rata-rata dari nilai *Moodulus of Rupture* (MOR) menjadi pengukur pada pengaruh *schedule* laminasi terhadap kekuatan tekuk komposit.

Pada penelitian ini terdapat 4 variasi *schedule* laminasi yang digunakan yaitu A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM 450 + 2 WR 600). Berdasarkan hasil analisa pengujian tarik pada Gambar 5.4, nilai kekuatan tekuk juga dipengaruhi oleh jumlah dan susunan laminasi pada komposit. Untuk susunan laminasi variasi A dan B yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR, didapatkan nilai kekuatan tekuk dimana variasi A(4 CSM 300 + WR 600) memiliki nilai kekuatan tekuk lebih tinggi 9,60% pada variasi resin 1 : 8 dan 6,82% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi B(4 CSM 450 + WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan CSM 450. Susunan laminasi variasi C dan D yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR, didapatkan nilai kekuatan tekuk dimana variasi C(2 CSM 300 + 2 WR 600) memiliki kekuatan tekuk lebih baik 5,15% pada variasi resin 1 : 8 dan 1,00% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi D(2 CSM 450 + 2 WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 juga dinilai lebih efektif dibandingkan

penggunaan CSM 450. Penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif untuk meningkatkan nilai kekuatan tekuk. Secara keseluruhan variasi dengan menggunakan laminasi yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR memiliki nilai kekuatan tekuk lebih baik dibandingkan variasi dengan laminasi yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR. Pengurangan kekuatan tekuk mencapai 9,03%. Pengaruh *schedule* laminasi juga memiliki keterkaitan terhadap perbandingan resin yang digunakan karena *schedule* laminasi yang memiliki banyak WR akan membuat berat serat pada komposit menjadi lebih berat dan penggunaan resin akan menjadi lebih banyak sehingga berpengaruh terhadap penurunan nilai kekuatan tekuk dari komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

5.4.3. Analisa Pengaruh Perbandingan Resin Terhadap MOE *Bending*

Analisa ini membandingkan pengaruh dari perbandingan resin pada setiap susunan laminasi terhadap nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Perbandingan serat terhadap resin yang digunakan adalah 1 : 8 dan 1 : 10. Dari penggunaan variasi tersebut didapatkan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) yang berbeda sehingga dilakukan analisa pengaruh dari penggunaan variasi tersebut terhadap nilai MOE dari komposit.

Nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) yang paling baik didapatkan pada laminasi D untuk variasi berat resin 1 : 8 dengan kenaikan nilai sebesar 27,97% dibandingkan variasi resin 1 : 10. Untuk laminasi A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), dan C(2 CSM 300 + 2 WR 600) memiliki nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) lebih baik pada variasi resin 1 : 10 dengan kenaikan nilai masing-masing sebesar 0,66%, 13,66%, dan 0,11%. Penggunaan resin 1 : 10 terbilang menghasilkan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) yang lebih baik dibandingkan penggunaan variasi resin 1 : 8.

5.4.4. Analisa Pengaruh *Schedule* Laminasi Terhadap MOE *Bending*

Analisa ini membandingkan pengaruh perbedaan *schedule* laminasi komposit berpenguat serat kulit Waru Gunung dengan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Komposit mengalami perubahan kekuatan berdasarkan banyaknya susunan dan jenis lapisan *Chopped Strand Mat* terhadap *Woven Roving*. Rata-rata dari nilai *Modulus Bending of Elasticity* (MOE) menjadi pengukur pada pengaruh *schedule* laminasi terhadap *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) komposit.

Pada penelitian ini terdapat 4 variasi *schedule* laminasi yang digunakan yaitu A(4 CSM 300 + WR 600), B(4 CSM 450 + WR 600), C(2 CSM 300 + 2 WR 600), dan D(2 CSM 450 + 2 WR 600). Berdasarkan hasil analisa pengujian tarik pada Gambar 5.5, nilai *Modulus of*

Bending Elasticity (MOE) juga dipengaruhi oleh jumlah dan susunan laminasi pada komposit. Untuk susunan laminasi variasi A dan B yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR, didapatkan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) dimana variasi A(4 CSM 300 + WR 600) memiliki nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) lebih tinggi 21,17% pada variasi resin 1 : 8 dan 10,99% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi B(4 CSM 450 + WR 600) sehingga penggunaan CSM 300 dinilai lebih efektif dibandingkan penggunaan CSM 450 untuk meningkatkan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE). Susunan laminasi variasi C dan D yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR, didapatkan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) dimana variasi C(2 CSM 300 + 2 WR 600) memiliki nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) lebih kecil 1,57% pada variasi resin 1 : 8 dan memiliki nilai lebih besar 20,70% pada variasi resin 1 : 10 dibandingkan variasi D(2 CSM 450 + 2 WR 600). Secara keseluruhan variasi dengan menggunakan laminasi yang terdiri dari 2 CSM dan 2 memiliki nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) lebih baik dibandingkan variasi dengan laminasi yang terdiri dari WR 4 CSM dan 1 WR. Penambahan jumlah WR pada laminasi meningkatkan nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini.

5.4.5. Perbandingan Kekuatan FRP terhadap Komposit Serat Kulit Pohon Waru

Sifat mekanik *fiberglass* diambil dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya untuk dibandingkan dengan komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung. Perbandingan yang dilakukan meliputi tebal, kuat tarik, kuat tekuk, *Modulus of Elasticity* dan *Modulus of Bending Elasticity*. Perbandingan ini dilakukan untuk melihat apakah komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini dapat menggantikan komposit berpenguat serat kaca.

Tabel 5.1 Perbandingan kekuatan FRP dan OFRP serat kulit pohon Waru Gunung

NO	Komposit	Thick (mm)	Tensile Strength (MPa)	Modulus Of Tensile Elasticity (GPa)	Bending Strength (MPa)	Modulus Of Bending Elasticity (GPa)
1	FRP	10,39	101,46	3.20	159.08	6.79
3	Variasi <i>Schedule</i> laminasi A.8	8,29	113,74	9.53	171.64	16.62
4	Variasi <i>Schedule</i> laminasi A.10	8,29	104,27	9.01	163..22	16.73
5	Variasi <i>Schedule</i> laminasi B.8	10,66	101,68	8.16	156.61	13.10
6	Variasi <i>Schedule</i> laminasi B.10	10,66	100,11	8.37	152.79	14.89
7		9,00	108,83	8.69	164.68	17.61

NO	Komposit	Thick (mm)	Tensile Strength (MPa)	Modulus Of Tensile Elasticity (GPa)	Bending Strength (MPa)	Modulus Of Bending Elasticity (GPa)
	Variasi <i>Schedule</i> laminasi C.8					
8	Variasi <i>Schedule</i> laminasi C.10	9,00	104,16	8.65	154.54	17.63
9	Variasi <i>Schedule</i> laminasi D.8	10,18	102,60	7.87	156.14	17.89
10	Variasi <i>Schedule</i> laminasi D.10	10,18	100,65	8.31	153.06	13.98

Berdasarkan nilai pada Tabel 5.1 dapat dilihat komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung memiliki sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan sifat mekanik komposit serat kaca. Komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung juga memiliki tebal yang lebih tipis dibandingkan komposit berbahan serat kaca. Dengan nilai ketebalan yang lebih kecil dan kekuatan yang lebih kuat, komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung ini dapat dinyatakan bisa untuk menggantikan komposit berpenguat serat kaca atau FRP.

5.5. Data Kapal Ikan 10 GT

5.5.1. Rencana Umum Kapal Ikan FRP 10 GT

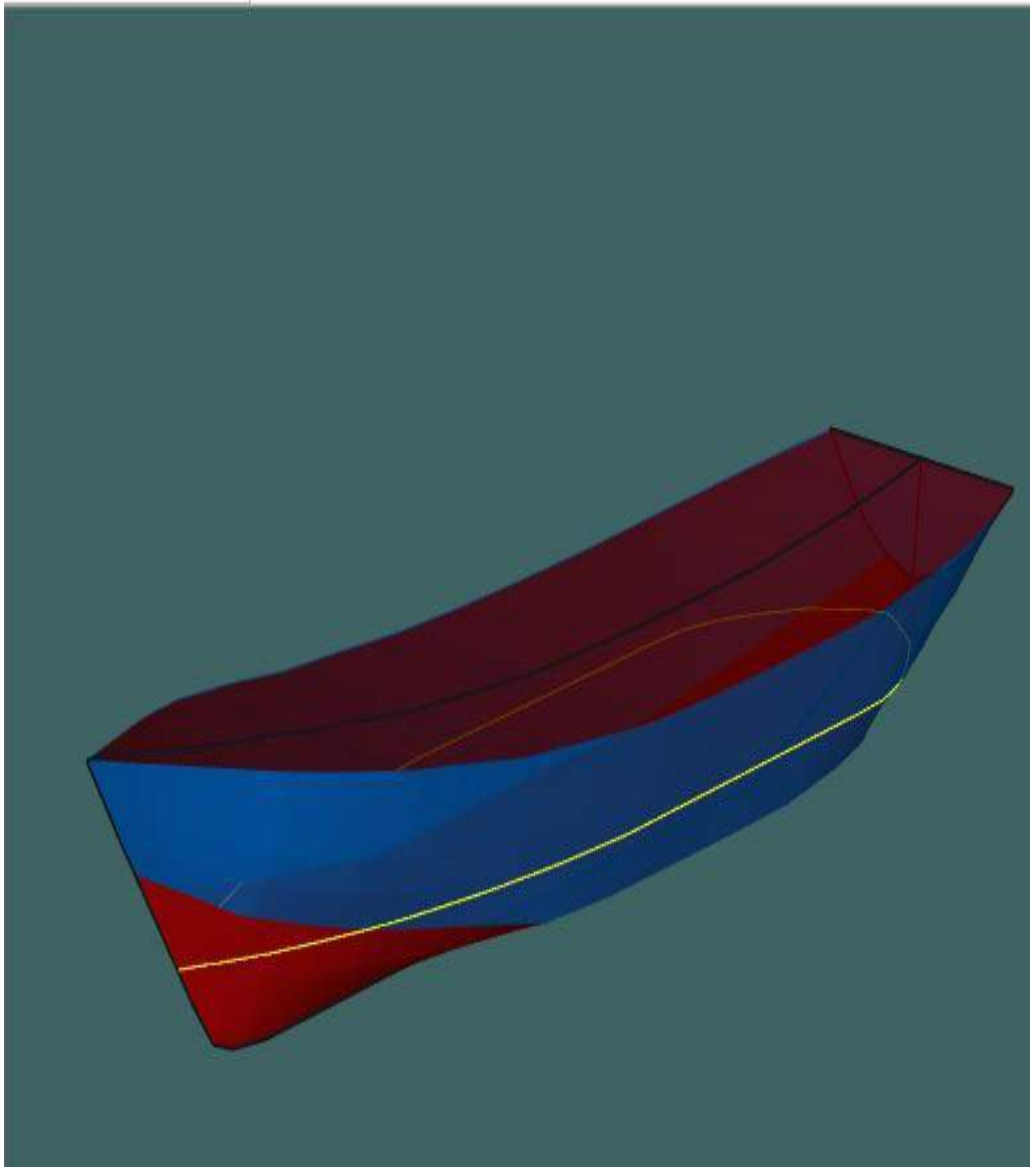
Rencana Umum (*General Arrangement*) adalah rencana umum dari suatu kapal atau dapat didefinisikan sebagai penentuan dari ruangan kapal untuk segala kegiatan (fungsi) dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk mencapai ruangan tersebut. Gambar rencana umum yang ditunjukkan pada Gambar 5.6 merupakan gambar Rencana Umum kapal penangkap ikan milik Kementerian Kelautan dan Perikanan berukuran 10 GT berbahan *Fiberglass Reinforced Plastics* (FRP) yang memiliki dimensi seperti ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 *Main dimesion* kapal Ikan FRP 10 GT

<i>Main Dimension</i>	
Loa	13,8 m
B	2,8 m
H	1,2 m
T	0,6 m

5.5.3. Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT

Bentuk 3D dari lambung kapal ikan dapat dilihat dengan menggunakan *software maxsurf*. Data kapal berupa ukuran utama dan rencana garis di-*input* pada *maxsurf* sehingga bisa didapatkan data luasan dari konstruksi kulit kapal ikan 10 GT. Data luasan dicari untuk bisa mengetahui kebutuhan material dan untuk membangun sebuah kapal ikan ukuran 10 GT. Konstruksi kulit kapal ikan dibagi menjadi tiga bagian yaitu alas, sisi, dan geladak. Gambar 5.8 memperlihatkan data luasan dari konstruksi kulit kapal ikan FRP ukuran 10 GT. Dari gambar tersebut didapatkan data luasan sebagai berikut:



Gambar 5.8 Data luasan konstruksi kulit kapal ikan 10 GT

Tabel 5.3 memperlihatkan total dari luasan konstruksi kulit kapal ikan 10 GT adalah $83,588 \text{ m}^2$ dengan luas untuk bagian alas adalah $22,744 \text{ m}^2$, bagian sisi adalah $27,637 \text{ m}^2$, bagian transom yaitu $0,91 \text{ m}^2$, bagian geladak memiliki luas $32,297 \text{ m}^2$.

Tabel 5.3 Data luasan konstruksi kulit kapal ikan 10 GT

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)
1	Alas	22,744
2	Sisi	27,637
3	Geladak	32,297
4	Transom	0,91
Total		83,588

5.5.4. Perhitungan Tebal Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT

Perhitungan *scantling* dilakukan untuk mengetahui ketebalan minimum yang sudah ditentukan sesuai aturan serta menjadi acuan dalam menentukan jumlah lapisan laminasi yang akan dikerjakan. Perhitungan tebal menggunakan tebal konstruksi kulit pada kapal ikan 10 GT mengacu pada aturan BKI, *Rules For Fiberglass Reinforced Ship Plastic*.

Tabel 5.4 menunjukkan tebal minimal konstruksi kulit kapal FRP berdasarkan data ukuran utama kapal FRP 10 GT yang dihitung berdasarkan rumus pada BKI, *Rules For Fiberglass Reinforced Ship Plastic*. dimana:

- Untuk alas

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

- Untuk sisi

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

- Untuk geladak

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

- Untuk bangunan atas

$$L < 15 \text{ m}, t = 5$$

Tabel 5.4 Tebal minimal konstruksi kulit kapal berdasarkan aturan BKI

No	Komponen Kulit Kapal	Tebal min (mm)
1	Alas	7,74
2	Sisi	7,34
3	Geladak	8,14
4	Bangunan Atas	5

Berdasarkan nilai tebal minimal menurut aturan BKI, dilakukan perhitungan tebal sebenarnya untuk konstruksi kulit kapal ikan FRP dan tebal minimal konstruksi kulit kapal

OFRP serat Waru ukuran 10 GT didapatkan dengan perbandingan tebal dan kuat tekuk dari kapal FRP. Tebal untuk konstruksi kulit kapal ikan OFRP yang digunakan memiliki nilai berbeda-beda sesuai dengan susunan laminasi yang digunakan. Rekapitulasi tebal konstruksi kulit kapal ikan FRP dan OFRP serat Waru ukuran 10 GT yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perbandingan tebal konstruksi kulit kapal ikan FRP dan OFRP serat Waru

Bagian	min (mm)	Tebal FRP (mm)	variasi	min (mm)	Tebal OFRP (mm)
Alas	7,74	8,35	<i>Schedule</i> laminasi A.8	7,23	8,29
			<i>Schedule</i> laminasi A.10	7,42	8,29
			<i>Schedule</i> laminasi B.8	7,57	10,66
			<i>Schedule</i> laminasi B.10	7,66	10,66
			<i>Schedule</i> laminasi C.8	7,38	9,00
			<i>Schedule</i> laminasi C.10	7,62	9,00
			<i>Schedule</i> laminasi D.8	7,58	10,18
			<i>Schedule</i> laminasi D.10	7,66	10,18
Sisi	7,34	8,35	<i>Schedule</i> laminasi A.8	6,87	8,29
			<i>Schedule</i> laminasi A.10	7,04	8,29
			<i>Schedule</i> laminasi B.8	7,19	10,66
			<i>Schedule</i> laminasi B.10	7,28	10,66
			<i>Schedule</i> laminasi C.8	7,01	9,00
			<i>Schedule</i> laminasi C.10	7,24	9,00
			<i>Schedule</i> laminasi D.8	7,20	10,18
			<i>Schedule</i> laminasi D.10	7,27	10,18
Geladak	8,14	8,35	<i>Schedule</i> laminasi A.8	7,61	8,29
			<i>Schedule</i> laminasi A.10	7,80	8,29
			<i>Schedule</i> laminasi B.8	7,97	10,66
			<i>Schedule</i> laminasi B.10	8,06	10,66
			<i>Schedule</i> laminasi C.8	7,77	9,00
			<i>Schedule</i> laminasi C.10	8,02	9,00
			<i>Schedule</i> laminasi D.8	7,98	10,18
			<i>Schedule</i> laminasi D.10	8,06	10,18
Bangunan Atas	5,00	5,92	<i>Schedule</i> laminasi A.8	4,67	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi A.10	4,79	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi B.8	4,89	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi B.10	4,95	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi C.8	4,77	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi C.10	4,93	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi D.8	4,90	5,93
			<i>Schedule</i> laminasi D.10	4,95	5,93

Tabel 5.5 menunjukkan rekapitulasi tebal konstruksi kulit minimal sesuai aturan BKI berdasarkan data ukuran utama dengan tebal kapal FRP. Tebal untuk konstruksi kulit kapal FRP yang meliputi alas, sisi, dan geladak memiliki nilai yang sama yaitu 8,35 mm karena mengikuti jumlah laminasi yang digunakan untuk memenuhi syarat tebal minimal yang dihitung berdasarkan *rules* BKI.

Susunan laminasi A memiliki tebal alas, sisi, dan geladak yang sama yaitu 8,35 mm. Tebal alas, sisi, dan geladak pada laminasi B juga mempunyai nilai yang sama yaitu 10,66 mm. Untuk susunan laminasi C tebal alas, sisi, dan geladak yaitu 9 mm dan tebal alas, sisi, dan geladak pada susunan laminasi D yaitu 10,18 mm dan untuk bangunan atas semua variasi memiliki tebal 5,93 mm.

5.4.6 Payload Kapal Untuk Setiap Variasi

Perhitungan kapasitas atau *payload* kapal dilakukan untuk mengetahui berat muatan yang mampu ditampung oleh kapal. Nilai *payload* yang didapatkan berbeda-beda untuk setiap variasi kapal OFRP berbahan serat kulit Waru. Nilai *displacement* kapal (Δ) = 8.409 ton = 8,409 kg. Berikut adalah rekapitulasi *payload* setiap variasi kapal OFRP berbahan serat Kulit Waru Gunung:

Tabel 5.6 Rekapitulasi nilai *Payload* setiap variasi kapal OFRP

Variasi	Tebal (mm)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Massa Jenis (kg/m ³)	LWT (kg)	DWT (kg)	Payload (kg)
OFRP A.8	8,29	83,59	0,69	1700	1178,57	7230,43	6573,12
OFRP A.10	8,29	83,59	0,69	2033	1409,43	6999,57	6363,25
OFRP B.8	10,66	83,59	0,89	1472	1311,32	7097,68	6452,43
OFRP B.10	10,66	83,59	0,89	1614	1437,82	6971,18	6337,43
OFRP C.8	9,00	83,59	0,75	2013	1513,85	6895,15	6268,31
OFRP C.10	9,00	83,59	0,75	2057	1546,94	6862,06	6238,23
OFRP D.8	10,18	83,59	0,85	2000	1701,65	6707,35	6097,59
OFRP D.10	10,18	83,59	0,85	2231	1898,19	6510,81	5918,92

Tabel 5.6 memperlihatkan nilai *payload* masing-masing variasi kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung. Nilai tebal dan nilai massa jenis setiap variasi yang berbeda-beda membuat nilai LWT serta nilai *payload* kapal berbeda juga. Berdasarkan Tabel 5.6, nilai *payload* tertinggi didapat pada kapal OFRP A.8 dengan kapasitas sebesar 6573.12 kg. Kapal OFRP A.8 juga memiliki bobot berat paling ringan yaitu 1178,57 kg. Untuk variasi kapal OFRP yang mempunyai kapasitas paling kecil yaitu variasi D.10 dengan kapasitas 5918,92 kg serta memiliki bobot berat sebesar 5918,92 kg.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

ANALISIS EKONOMIS

6.1. Umum

Analisa ekonomis merupakan lanjutan dari analisa teknis yang sudah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisa ekonomis yang dilakukan adalah menghitung biaya produksi kapal ikan berbahan *Fiberglass Reinforced Plastics* (FRP) ukuran 10 GT dan dibandingkan biaya dengan biaya produksi kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung sebagai penguatnya dengan ukuran yang sama. Jumlah dan susunan laminasi disesuaikan dengan kriteria ketebalan minimum yang sudah ditentukan oleh *rules* dan memiliki sifat mekanik yang baik.

6.2. Biaya Produksi Kapal Ikan FRP 10 GT

Perhitungan biaya produksi kapal ikan FRP dibagi menjadi dua yaitu biaya kebutuhan material dan biaya tenaga kerja. Biaya kebutuhan material dibagi dalam beberapa kelompok yaitu:

- Biaya material cetakan
- Biaya material utama
- Biaya material penunjang

6.2.1. Biaya Material Untuk Cetakan

Pada pembuatan kapal berbahan FRP khususnya pada bagian lambung (*hull*) dibutuhkan cetakan (*modal*) guna mempermudah proses pembuatan lambung pada kapal. Cetakan yang digunakan adalah berbahan kayu. Biaya kebutuhan material untuk cetakan adalah Rp. 31.035.000 seperti ditunjukkan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Biaya material untuk pembuatan cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	50	lembar	Rp 120.000	Rp 6.000.000
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 31.035.000

6.2.2. Biaya Material Utama

Material utama adalah material-material inti yang dibutuhkan pada pembuatan kapal. Untuk menentukan serat kaca yang dibutuhkan, diperlukan data luasan dari kapal yang akan dibuat. Total luasan dari kapal ikan FRP 10 GT yaitu 114,59 m² dimana luas alas yaitu 22,74m², bagian sisi 27,64 m², bagian geladak 32,3 m², bagian *transom* 0,91 m², dan luas bagian bangunan atas yaitu 31 m² seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Luasan kapal ikan FRP 10 GT

No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)
1	Alas	22,74
2	Sisi	27,64
3	Geladak	32,3
4	<i>Transom</i>	0,91
5	Bangunan atas	31
Total		114,59

Kebutuhan *Chopped Strand Matt* (CSM) 300 dan *Woven Roving* (WR) 600 yang diperlukan didapat dengan mencari luas total lapisan dengan cara luasan kulit kapal dikali dengan jumlah lapisan yang digunakan. Luasan total tersebut dibagi dengan luas setiap *roll* CSM atau WR. Berdasarkan Tabel 6.3 didapatkan kebutuhan CSM 300 sebanyak 4,5 *roll* dan WR 600 sebanyak 3 *roll*.

Tabel 6.3 Kebutuhan CSM 300 dan WR 600 untuk konstruksi kulit kapal ikan 10 GT

	Berat 1 <i>roll</i> (kg)	Luas 1 <i>roll</i> (m ²)	Luas Total (m ²)	Total yang dibutuhkan	Satuan
CSM 300	30	100	417,94	4,18	<i>roll</i>
WR 600	30	66,667	167,18	2,51	<i>roll</i>

Tabel 6.4 memperlihatkan total biaya kebutuhan material utama pada pembuatan kapal ikan FRP 10 GT. Total biaya didapatkan dari penjumlahan biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap komponen-komponen utama pada pembuatan kapal. Total biaya kebutuhan material utama untuk pembuatan kapal ikan FRP 10 GT adalah Rp. 28.099.444.

Tabel 6.4 Biaya kebutuhan material utama

Item	Type	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin <i>yukalac</i> 157	<i>Marine</i>	415	kg	Rp 35.000	Rp 14.525.000
<i>Catalyst</i>	MEKP	2	kg	Rp 65.500	Rp 135.944
Erosil		1	bal	Rp 102.000	Rp 102.000
<i>Pigment</i>	<i>blue</i>	5	kg	Rp 70.000	Rp 350.000
<i>Cobalt</i>	N8%	10	kg	Rp 160.000	Rp 1.600.000
CSM 300	<i>E-Glass</i>	4,5	<i>roll</i>	Rp 795.000	Rp 3.577.500
<i>Woven Roving</i> 600	<i>E-Glass</i>	3	<i>roll</i>	Rp 1.328.000	Rp 3.984.000

Item	Type	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Wax	<i>Mirror Glaze</i>	85	Kaleng	Rp 130.000	Rp 850.000
Dempul		35	kg	Rp 85.000	Rp 2.975.000
Total					Rp 28.099.444

6.2.3. Biaya Material Penunjang

Biaya material penunjang terdiri dari biaya material alat dan biaya habis pakai selama proses produksi dilakukan. Tabel 6.5 memperlihatkan total biaya komponen-komponen kebutuhan material alat yang digunakan dalam proses produksi kapal ikan meliputi kuas, *roller*, ember, gunting, *cutter*, dan gayung. Total biaya material alat yang dibutuhkan untuk produksi kapal ikan FRP 10 GT adalah Rp. 8.841.000.

Tabel 6.5 Rekapitulasi biaya material alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8.000	Rp 400.000
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12.000	Rp 720.000
3	Kuas <i>Roll</i>	90	Buah	Rp 18.000	Rp 1.620.000
4	<i>Roller</i> Alumunium	24	Buah	Rp 175.000	Rp 4.200.000
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000	Rp 180.000
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000	Rp 630.000
7	<i>Cutter</i>	18	Buah	Rp 12.000	Rp 216.000
8	<i>Roll Bulu</i>	166	Buah	Rp 5.000	Rp 830.000
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000	Rp 45.000
Total					Rp 8.841.000

Tabel 6.6 memperlihatkan total biaya komponen-komponen kebutuhan material habis pakai yang digunakan selama proses produksi kapal ikan FRP 10 GT. Material habis pakai meliputi majun, selotip, dan amplas. Total biaya material habis pakai yaitu Rp. 5.518.500 sehingga total biaya material penunjang didapatkan seharga Rp. 14.359.500.

Tabel 6.6 Rekapitulasi biaya material habis pakai

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	majun	16	kg	Rp 13.000	Rp 208.000
2	selotip	7	<i>roll</i>	Rp 27.500	Rp 192.500
3	Amplas <i>Grade</i> 60	34	meter	Rp 15.000	Rp 510.000
4	Amplas <i>Grade</i> 80	34	meter	Rp 11.500	Rp 391.000
5	Amplas <i>Grade</i> 100	34	meter	Rp 11.500	Rp 391.000
6	Amplas <i>Grade</i> 120	34	meter	Rp 11.500	Rp 391.000
7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000	Rp 340.000
8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000	Rp 340.000
9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000	Rp 340.000
10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000	Rp 120.000

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000	Rp 900.000
13	Masker	8	pack	Rp 10.000	Rp 80.000
14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000	Rp 480.000
15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000	Rp 70.000
16	Mata Jigsaw	21	buah	Rp 35.000	Rp 735.000
17	Kapi	6	buah	Rp 5.000	Rp 30.000
Total					Rp 5.518.500

6.2.4. Perhitungan Biaya Material

Biaya material adalah besarnya biaya yang dibutuhkan untuk kebutuhan material dan peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang proses produksi kapal selama kapal dibuat. Dasar yang digunakan untuk menghitung biaya material adalah data-data kebutuhan material pada proses pembangunan kapal ikan 10 GT konstruksi FRP. Besarnya harga material diperoleh dari observasi di lapangan dan referensi-referensi. Total biaya material untuk produksi kapal ikan yaitu Rp. 73.497.375 seperti ditunjukkan pada Tabel 6.7.

Tabel 6.7 Rekapitulasi total biaya material untuk kapal ikan FRP 10 GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31.035.000
2	Material utama	1	set	Rp 28.099.444
3	Material penunjang	1	set	Rp 14.359.500
Total				Rp 73.497.375

6.2.5. Biaya Tenaga Kerja

Dalam pembuatan kapal ikan FRP memerlukan tenaga kerja meliputi mandor, tukang dan pembantu. Perhitungan biaya tenaga kerja dibutuhkan untuk mengetahui biaya produksi kulit kapal ikan berbahan FRP. Pada umumnya jam efektif pekerjaan yaitu 40 jam dalam satu minggu. Berdasarkan referensi yang ada pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP ukuran 10 GT dibutuhkan tenaga kerja sebanyak 6 orang yang terdiri dari 1 mandor, 3 tukang, dan 2 pembantu. Penentuan jumlah tenaga kerja didapatkan berdasarkan nilai produktivitas yang ditunjukkan pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Produktivitas pengerjaan produksi kapal ikan FRP 10 GT

No	Pekerjaan	Produktivitas (JO/m ²)
1	Laminasi lambung	6
2	Laminasi Geladak	6

Perhitungan kebutuhan jam orang untuk proses produksi kapal ikan FRP 10 GT dilakukan untuk mengetahui lamanya pengerjaan produksi kapal FRP 10 GT. Berdasarkan Tabel 6.9 didapatkan kebutuhan jam orang untuk membuat kapal ikan FRP ukuran 10 GT yaitu 226,4 jam. Dari nilai jam orang tersebut diperkirakan pembuatan kapal ikan ukuran 10 GT membutuhkan waktu sekitar kurang lebih satu bulan atau lebih tepatnya 29 hari kerja.

Tabel 6.9 Waktu proses produksi kapal ikan FRP 10 GT

No	Jenis Pekerjaan	Manpower			Kebutuhan JO		Tanggal Waktu	
		Mandor	Tukang	Helper				
1	Pembuatan <i>plug</i> dan cetakan	1	3	1	185	JO	37	Jam
2	Cetak lambung, alas dan geladak	1	3	1	150	JO	30	Jam
3	» Pembersihan cetakan dan pemolesan <i>wax</i>	1	3	1	16	JO	3,2	Jam
4	» Pengaplikasian <i>gelcoat</i> dan PVA	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
5	» Proses laminasi CSM dan <i>Woven Roving</i>	1	3	1	230	JO	46	Jam
6	» Pemasangan Konstruksi	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
7	» lepas Cetakan	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
8	Proses <i>assembly</i> geladak	1	2	1	96	JO	24	Jam
9	Pendempulan	1	1	1	96	JO	32	Jam
10	<i>Finishing</i>	1	3	2	210	JO	35	Jam
Total Waktu Tenaga kerja					1079	JO	226,4	Jam

Standar upah tenaga kerja didapatkan dari hasil wawancara dan survei lapangan. Upah kerja yang harus dikeluarkan untuk mandor yaitu Rp. 20.000/jam, untuk tukang yaitu Rp. 15.000/jam, dan untuk *helper* yaitu Rp. 10.000/jam. Total biaya tenaga kerja yang harus dikeluarkan untuk produksi kapal ikan FRP 10 GT yaitu Rp. 19.244.000 sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 6.10.

Tabel 6.10 Biaya tenaga kerja langsung untuk pembuatan kapal ikan FRP 10 GT

Jabatan	Jumlah (Orang)	Jam	JO	Biaya/ Jam	Total Biaya
Mandor	1	226,4	226,4	Rp 20.000	Rp 4.528.000
Tukang Kayu dan Fiberglass	3	226,4	679,2	Rp 15.000	Rp 10.188.000
<i>Helper</i>	2	226,4	452,8	Rp 10.000	Rp 4.528.000
Total Biaya Tenaga Kerja					Rp 19.244.000

6.2.6. Total Biaya Produksi Kapal Ikan FRP 10 GT

Total biaya produksi pembuatan kapal ikan berbahan FRP ukuran 10 GT dilakukan dengan cara melakukan rekapitulasi jumlah biaya-biaya yang dikeluarkan. Biaya-biaya tersebut

meliputi biaya material dan biaya upah tenaga kerja. Berdasarkan hasil rekapitulasi yang ditunjukkan pada Tabel 6.11, total biaya produksi kapal ikan FRP 10 GT adalah Rp. 92.741.375.

Tabel 6.11 Rekapitulasi biaya produksi kapal ikan FRP 10 GT

No	Kebutuhan	Biaya
1	Material	Rp 73.497.375
2	Tenaga Kerja	Rp 19.244.000
Total		Rp 92.741.375

6.3. Biaya Produksi Kapal Ikan OFRP 10 GT

Perhitungan biaya produksi kapal ikan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru didapatkan dari jumlah biaya kebutuhan material dan tenaga kerja. Biaya kebutuhan material dibagi menjadi beberapa kelompok seperti perhitungan biaya produksi kulit kapal FRP. Kebutuhan material tersebut meliputi:

- Biaya material cetakan
- Biaya material utama
- Biaya material penunjang

6.3.1. Biaya Material Untuk Cetakan

Pada pembuatan kapal berbahan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru khususnya pada bagian lambung (*hull*) dibutuhkan cetakan (*mold*) guna mempermudah proses pembuatan lambung pada kapal. Cetakan yang digunakan adalah berbahan kayu. Biaya kebutuhan material untuk cetakan adalah Rp. 31.035.000 seperti ditunjukkan pada Tabel 6.12.

Tabel 6.12 Biaya material untuk pembuatan cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamin	50	lembar	Rp 120.000	Rp 6.000.000
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 31.035.000

6.3.2. Biaya Material Utama

Material utama adalah material-material inti yang dibutuhkan pada pembuatan kapal. Serat yang dibutuhkan dihitung berdasarkan perhitungan data luasan dari konstruksi kulit kapal ikan seperti kebutuhan serat, resin, katalis, wax, dan lain-lain. Berat serat Waru yang dibutuhkan untuk produksi kapal ikan OFRP 10 GT yaitu 150,458 kg. Perhitungan berat serat Waru yang dibutuhkan untuk produksi kapal OFRP serat Waru 10 GT dapat dilihat pada Tabel 6.13.

Tabel 6.13 Kebutuhan serat Waru untuk pembangunan kapal ikan OFRP 10 GT

	Jumlah lapisan	Barat Lapisan (kg/m ²)	Luas Kulit Kapal (m ²)	Luas yang dibutuhkan (m ²)	Berat total (kg)
CSM 300	4	0,3	83,588	334,352	100,306
WR 600	1	0,6		83,588	50,153
Total					150,458

Perhitungan biaya kebutuhan pembuatan CSM 300 dan WR 600 dapat dilihat pada Tabel 6.14. Biaya pembuatan *Chopped Strand Matt* (CSM) 300 berbahan serat kulit pohon Waru untuk setiap meter persegi adalah Rp. 2.100 dan biaya pembuatan *Chopped Strand Matt* (CSM) 450. Angka tersebut didapatkan dari jumlah biaya komponen dan upah kerja untuk membuat CSM 300 dan CSM 450. Sedangkan biaya pembuatan *Woven Roving* (WR) 600 berbahan serat kulit pohon Waru adalah Rp. 5.600,-.

Tabel 6.14 Kebutuhan biaya CSM 300 dan WR 600 per m²

Komponen	Biaya CSM 300 per m ²	Biaya CSM 450 per m ²	Biaya WR 600 per m ²
Serat Waru	Rp 300.00	Rp 500	Rp 600.00
<i>Latex</i>	Rp 300.00	Rp 300	
Pengrajin	Rp 1.500.00	Rp 1.500	Rp 5.000.00
Total	Rp 2.100.00	Rp 2.300	Rp 5.600.00

Tabel 6.15 memperlihatkan total biaya kebutuhan material utama pada pembuatan kapal ikan OFRP 10 GT. Total biaya didapatkan dari penjumlahan biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap komponen-komponen utama pada pembuatan kapal. Total biaya kebutuhan material utama untuk pembuatan kapal ikan OFRP 10 GT adalah Rp. 25.943.732.

Tabel 6.15 Rekapitulasi biaya material utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin <i>yukalac 157</i>	<i>Marine</i>	512	kg	Rp 35.000	Rp 14.700.000
<i>Catalyst</i>	MEKP	3	kg	Rp 65.500	Rp 196.500
Erosil		1	bal	Rp 102.000	Rp 102.000
<i>Pigment</i>	<i>blue</i>	5	kg	Rp 70.000	Rp 350.000

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
<i>Cobalt</i>	N8%	10	kg	Rp 160.000	Rp 1.600.000
CSM 300 Waru		334.352	m ²	Rp 2.100	Rp 702.139
<i>Woven Roving 600</i> Waru		83.588	m ²	Rp 5.600	Rp 468.092
<i>Wax</i>	<i>Mirror Glaze</i>	85	Kaleng	Rp 130.000	Rp 850.000
Dempul		35	kg	Rp 85.000	Rp 2.975.000
<i>Latex cair (5 ltr/jirigen)</i>	<i>BIOTEX</i>	10	Jirigen	Rp 400.000	Rp 4.000.000
Total					Rp 25.943.732

6.3.3. Biaya Material Penunjang

Biaya material penunjang terdiri dari biaya material alat dan biaya habis pakai selama proses produksi dilakukan. Tabel 6.16 memperlihatkan total biaya komponen-komponen kebutuhan material alat yang digunakan dalam proses produksi kapal ikan OFRP serat Waru 10 GT yaitu meliputi kuas, *roller*, ember, gunting, *cutter*, dan gayung. Total biaya material alat yang dibutuhkan untuk produksi kapal OFRP 10 GT yaitu Rp. 8.841.000.

Tabel 6.16 Rekapitulasi biaya material alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8.000	Rp 400.000
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12.000	Rp 720.000
3	Kuas <i>Roll</i>	90	Buah	Rp 18.000	Rp 1.620.000
4	<i>Roller</i> Alumunium	24	Buah	Rp 175.000	Rp 4.200.000
5	Gunting	18	Buah	Rp 10.000	Rp 180.000
6	Ember	18	Buah	Rp 35.000	Rp 630.000
7	<i>Cutter</i>	18	Buah	Rp 12.000	Rp 216.000
8	<i>Roll Bulu</i>	166	Buah	Rp 5.000	Rp 830.000
9	Gayung	9	Buah	Rp 5.000	Rp 45.000
Total					Rp 8.841.000

Tabel 6.17 memperlihatkan total biaya komponen-komponen kebutuhan material habis pakai yang digunakan selama proses produksi kapal OFRP serat Waru 10 GT. Material habis pakai meliputi majun, selotip, dan amplas. Total biaya material habis pakai untuk produksi kapal OFRP serat Waru 10 GT yaitu Rp. 5.518.500 sehingga total biaya material penunjang didapatkan sebesar Rp. 14.359.500.

Tabel 6.17 Rekapitulasi biaya material habis pakai

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	majun	16	kg	Rp 13.000	Rp 208.000
2	selotip	7	<i>roll</i>	Rp 27.500	Rp 192.5000
3	Amplas <i>Grade 60</i>	34	meter	Rp 15.000	Rp 510.000

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
4	Amplas <i>Grade</i> 80	34	meter	Rp 11.500	Rp 391.000
5	Amplas <i>Grade</i> 100	34	meter	Rp 11.500	Rp 391.000
6	Amplas <i>Grade</i> 120	34	meter	Rp 11.500	Rp 391.000
7	Amplas Air 240	85	buah	Rp 4.000	Rp 340.000
8	Amplas Air 500	85	buah	Rp 4.000	Rp 340.000
9	Amplas Air 1000	85	buah	Rp 4.000	Rp 340.000
10	Amplas Gerinda bulat	20	meter	Rp 6.000	Rp 120.000
11	Batu Gerinda cc16	30	buah	Rp 30.000	Rp 900.000
13	<i>Masker</i>	8	<i>pack</i>	Rp 10.000	Rp 80.000
14	Sarung Tangan	60	pasang	Rp 8.000	Rp 480.000
15	Mata Gerinda Potong Fiber	14	buah	Rp 5.000	Rp 70.000
16	majun	21	kg	Rp 35.000	Rp 735.000
17	selotip	6	<i>roll</i>	Rp 5.000	Rp 30.000
Total					Rp 5.518.500

6.3.4. Perhitungan Biaya Material

Biaya material adalah besarnya biaya yang dibutuhkan untuk kebutuhan material dan peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang proses produksi kapal selama kapal dibuat. Dasar yang digunakan untuk menghitung biaya material adalah data-data kebutuhan material pada proses pembangunan kapal ikan 10 GT konstruksi OFRP berbahan serat kulit pohon Waru. Besarnya harga material diperoleh dari observasi di lapangan dan referensi-referensi. Total biaya material untuk produksi kapal ikan yaitu Rp. 71.338.232 seperti ditunjukkan pada Tabel 6.18.

Tabel 6.18 Rekapitulasi total biaya material untuk pembangunan kapal OFRP 10 GT

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31.035.000
2	Material Utama	1	set	Rp 25.943.732
3	Material Penunjang	1	set	Rp 14.359.500
Total				Rp 71.338.232

6.3.5. Biaya Tenaga Kerja

Pembuatan kapal ikan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru ukuran 10 GT menggunakan tenaga kerja sebanyak 6 orang meliputi 1 orang mandor, 3 orang tukang, dan 2 orang pembantu. Jam efektif pekerjaan adalah 40 jam setiap minggu. Produktivitas yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.19.

Tabel 6.19 Produktivitas pengerjaan kapal FRP 10 GT

No	Pekerjaan	Produktivitas (JO/m ²)
1	Laminasi lambung	6
2	Laminasi Geladak	6

Tabel 6.20 Waktu proses produksi kapal ikan OFRP serat kulit pohon Waru 10 GT

No	Jenis Pekerjaan	Manpower			Kebutuhan JO		Waktu	
		Mandor	Tukang	Helper				
1	Pembuatan <i>plug</i> dan cetakan	1	3	1	185	JO	37	Jam
2	Cetakan lambung, alas dan geladak	1	3	1	150	JO	30	Jam
3	» Pembersihan cetakan dan pemolesan <i>wax</i>	1	3	1	16	JO	3,2	Jam
4	» Pengaplikasian <i>gelcoat</i> dan PVA	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
5	» Proses laminasi CSM dan <i>Woven Roving</i>	1	3	2	230	JO	39	Jam
6	» Pemasangan Konstruksi	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
7	» lepas Cetakan	1	3	1	32	JO	6,4	Jam
8	Proses <i>assembly</i> geladak	1	2	1	96	JO	24	Jam
9	Pendempulan	1	1	1	96	JO	32	Jam
10	<i>Finishing</i>	1	3	2	210	JO	35	Jam
Total Waktu Tenaga kerja					1079	JO	219,4	Jam

Perhitungan kebutuhan jam orang untuk proses produksi kapal ikan OFRP 10 GT dilakukan untuk mengetahui lamanya pengerjaan produksi kapal OFRP serat Waru 10 GT. Berdasarkan Tabel 6.20 didapatkan kebutuhan jam orang untuk produksi kapal ikan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru ukuran 10 GT yaitu 219,4 jam. Dari nilai jam orang tersebut diperkirakan proses produksi kapal ikan OFRP serat Waru ukuran 10 GT membutuhkan waktu selama 31 hari kerja.

Tabel 6.21 Biaya tenaga kerja langsung untuk produksi kapal ikan OFRP Waru 10 GT

	Jumlah (Orang)	Jam	JO	Biaya / Jam	Total Biaya
Mandor	1	219,4	219,4	Rp 20.000	Rp 4.388.000
Tukang Kayu dan <i>Fiberglass</i>	3	219,4	658,2	Rp 15.000	Rp 9.873.000
<i>Helper</i>	2	219,4	438,8	Rp 10.000	Rp 4.388.000
Total Biaya Tenaga Kerja					Rp 18.649.000

Standar upah tenaga kerja didapatkan dari hasil wawancara dan survei lapangan. Upah kerja yang harus dikeluarkan untuk mandor yaitu Rp. 20.000/jam, untuk tukang yaitu Rp. 15.000/jam, dan untuk *helper* yaitu Rp. 10.000/jam. Total biaya tenaga kerja yang harus dikeluarkan untuk produksi kapal ikan OFRP serat Waru 10 GT yaitu Rp. 18.649.000 sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 6.21.

6.3.6. Total Biaya Produksi Kapal Ikan OFRP 10 GT

Total biaya produksi kapal ikan berbahan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru ukuran 10 GT dilakukan dengan cara melakukan rekapitulasi jumlah biaya-biaya yang dikeluarkan. Biaya tersebut meliputi biaya material dan biaya upah tenaga kerja. Berdasarkan perhitungan yang ditunjukkan pada Tabel 6.22, total biaya yang dibutuhkan untuk produksi kapal ikan OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru ukuran 10 GT yaitu Rp. 89.954.482.

Tabel 6.22 Rekapitulasi biaya produksi kapal ikan OFRP Waru 10 GT

No	Kebutuhan	Biaya
1	Material	Rp 71.338.232
2	Tenaga Kerja	Rp 18.649.000
Total		Rp 89.954.482

6.4. Rekapitulasi Perbandingan Biaya Produksi Kapal Ikan FRP dengan OFRP

Tabel 6.23 memperlihatkan hasil rekapitulasi perhitungan biaya produksi kapal ikan FRP dengan OFRP serat kulit pohon Waru. Perhitungan biaya produksi kapal ikan FRP dengan OFRP serat kulit Waru dilakukan dengan metode *cost breakdown*. Perhitungan biaya produksi kapal OFRP ukuran 10 GT dilakukan pada setiap variasi susunan laminasi dan resin yang digunakan.

Tabel 6.23 Rekapitulasi perbandingan biaya produksi kapal ikan FRP dengan OFRP Waru

Variasi Kapal OFRP	Biaya Produksi Kapal OFRP 10 GT	Biaya Produksi Kapal FRP 10 GT	Selisih Biaya
Variasi A.8	Rp 89.987.232	Rp 92.741.375	Rp 2.754.143
Variasi A.10	Rp 92.119.982		Rp 621.393
Variasi B.8	Rp 93.554.102		-Rp 812.728
Variasi B.10	Rp 95.901.352		-Rp 3.159.978
Variasi C.8	Rp 90.711.505		Rp 2.029.870
Variasi C.10	Rp 95.029.940		-Rp 2.288.566
Variasi D.8	Rp 90.109.940		Rp 2.631.434
Variasi D.10	Rp 96.644.940		-Rp 3.903.566

Pada Tabel 6.23 dapat dilihat biaya produksi kapal FRP 10 GT adalah Rp. 92.741.375 dan biaya produksi kapal OFRP serat Waru 10 GT adalah mulai dari RP. 89.987.232 hingga Rp. 96.644.940. Variasi yang memenuhi nilai ekonomis yang lebih baik dibanding penggunaan FRP didapat pada Variasi A.8, A.10, C.8, dan D.8 dengan selisih harga masing-masing 2,97%, 0,07%, 2,19%, 2,83%, dan 2,84%. Untuk variasi B.8, B.10, C.10, dan D.10 didapat biaya yang sedikit lebih mahal dibandingkan biaya produksi kapal ikan FRP 10 GT dengan selisih harga masing-masing 0,88%, 3,41%, 2,47%, dan 4,21%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

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

1. Dari hasil analisa didapatkan setiap susunan laminasi komposit dengan variasi berat resin 1 : 8 memiliki nilai sifat mekanis lebih baik dibandingkan dengan variasi berat resin 1 : 10. Besar nilai penurunan sifat mekanis pada penggunaan variasi resin 1 : 10 mencapai 8,33%, untuk kekuatan tarik, 7,82% untuk kekuatan tekuk, 5,59% untuk *Modulus of Elasticity* (MOE), dan 27,97% untuk *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) dibandingkan penggunaan variasi resin 1 : 8. Penggunaan perbandingan resin yang lebih banyak mengakibatkan penurunan nilai dari sifat mekanis komposit berpenguat serat kulit pohon Waru Gunung.

2. Berdasarkan hasil analisa pengujian tarik dan tekuk, sifat mekanis yang didapatkan untuk semua variasi memenuhi kriteria minimal yang ditetapkan BKI tahun 2016, *Rules for Fiberglass Reinforced Plastics*.

3. Secara keseluruhan, variasi dengan menggunakan *schedule* laminasi yang terdiri dari 4 CSM dan 1 WR berbahan serat Waru memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan variasi dengan laminasi yang terdiri dari 2 CSM dan 2 WR berbahan serat Waru. Pengurangan nilai kekuatan tarik, kekuatan tekuk, *Modulus of Elasticity* (MOE), dan *Modulus of Bending Elasticity* (MOE) pada penggunaan laminasi 2 CSM dan 2 WR berbahan serat Waru masing-masing mencapai 9,79%, 9,03%, 17,42%, dan 21,17%.

4. Untuk tebal konstruksi kulit kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung pada variasi A.8 dan A.10 memiliki ketebalan yang lebih kecil dibandingkan ketebalan FRP dan untuk variasi lainnya memiliki ketebalan yang lebih besar dibandingkan tebal konstruksi kulit kapal FRP. Konstruksi kulit kapal OFRP serat kulit Waru Gunung memiliki kelebihan pada penggunaan jumlah laminasi yang lebih sedikit namun mempunyai kekuatan yang menyerupai bahkan lebih dibandingkan konstruksi kulit kapal FRP.

5. Berdasarkan hasil analisa, biaya produksi kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru Gunung variasi A.8, A.10, C.8, dan D.8 memiliki biaya yang lebih ekonomis dibandingkan biaya produksi kapal FRP dengan selisih biaya masing-masing sebesar 2,97%,

0,07%, 2,19%, dan 2,83%. Untuk biaya produksi kapal OFRP menggunakan serat kulit pohon Waru variasi B.8, B.10, C.10, dan D.10 memiliki biaya produksi sedikit lebih mahal dibandingkan biaya produksi kapal FRP dengan selisih biaya masing-masing sebesar 0,88%, 3,41%, 2,47%, dan 4,21%.

7.2. Saran

1. Pembuatan *matt* dan *woven roving* dengan serat kulit pohon Waru bisa dibuat dengan teknologi yang lebih moderen supaya penyebaran berat dan beban lebih merata dan pembuatannya tidak memakan waktu lama.

2. Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan sederhana, sehingga disarankan untuk melakukan beberapa proses penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. (2018). <http://silentnature.net/Waru-gunung/>. (Diakses pada tanggal 11-03-2018)
- Agung, Helmy, Sri. (2016). Pengaruh Waktu Perendaman Serat Kulit Pohon Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Pada Air Laut Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik. Jurnal Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
- American Standard Tesing and Material. (1941). Standard Test Methods for Tensile Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics.
- American Standard Tesing and Material. (1941). Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics.
- Ardiana, Razali, Muharnis. (2014). Proses Pemebuatan Kapal FRP Berkapasitas 14 m Bagi Nelayan Di Kabupaten Bengkalis. Prodi Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis, Sungai Alam, Bengkalis.
- Bader, S. (2002). Composites Handbook. Wollaston: Scott Bader Company Ltd
- Basri, Prayitno, Pari. (2012). Pengaruh Umur Pohon Terhadap Sifat Dasar Dan Kualitas Pengeringan Kayu Waru Gunung (*Hibiscus Macrophyllus*). Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta.
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). Rules for Fiberglass Reinforced Plastics. Jakarta.
- Ma'ruf, Buana. (2014). Analisis Kekuatan Laminasi Lambung Kapal Fiberglass yang Menggunakan Teknologi Multiaxial. BPPT. Surabaya.
- Prihajatno, Arafat, Nurfauzi. (2018). Karakterisasi Kekuatan Mekanis *Hybrid* Komposit Berpenguat Serat Kulit Pohon Waru. Politeknik Kelautan dan Perikanan, Bone, Sulawesi Selatan.
- Siregar, Setyawan, Marasabessy. (2016). Komposit Fiber Reinforced Plastic Sebagai Material Bodi Kapal Berbasis Fiberglass Tahan Api. Fakultas Teknik, UPN "Veteran", Jakarta.
- Sunaryanto, Dwi. (2002). Studi Karakterisitik Serat Rosela, Serat Pisang, Serat Enceng Gondok Sebagai Substitusi Konstruksi Pelat FRP Pada Pembangunan Kapal. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- 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.

- Tolu. (2017). <https://www.kerajinankreatif.com/2017/09/jenis-resin-yang-umum-digunakan-pada.html>. (diakses pada tanggal 12-03-2019)
- Widiatmoko, Dian. (2016). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Kulit Batang Waru. Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Wiratama, Caesar. (2017). <http://aeroengineering.co.id/2017/09/material-fiberglass-serat-kaca/>. (Diakses pada tanggal 12-03-2018)

LAMPIRAN

Lampiran A	Desain Eksperimen
Lampiran B	Grafik & Hasil Pengujian Tarik
Lampiran C	Analisa Hasil Pengujian Tarik
Lampiran D	Grafik & Hasil Pengujian Tekuk
Lampiran E	Analisa Hasil Pengujian Tarik
Lampiran F	Perbandingan Sifat Mekanik Setiap Variasi Spesimen
Lampiran G	Gambar <i>Lines Plan</i> Kapal Ikan FRP 10 GT
Lampiran H	Gambar <i>General Arrangement</i> Kapal Ikan FRP 10 GT
Lampiran I	Data Luasan Kapal Ikan 10 GT
Lampiran J	Perhitungan Konstruksi Kapal Ikan FRP 10 GT Sesuai <i>Rules</i> BKI
Lampiran K	Perhitungan Konstruksi Kapal Ikan OFRP Berbahan Serat Kulit Pohon Waru 10 GT Sesuai <i>Rules</i> BKI
Lampiran L	Perhitungan Ekonomis

LAMPIRAN A
DESAIN EKSPERIMEN

Bentuk Penguat	Berat per m2 (gram)	Berat yang dibutuhkan (gram)
CSM 300	300	75
CSM 450	450	112.5
WR 600	600	150

Bentuk Penguat	Perbandingan		Berat Serat	Berat Resin (gram)
	Serat	Resin		
CSM 300	1	8	75	600
	1	10		750
CSM 450	1	8	112.5	900
	1	10		1125
WR 600	1	8	150	1200
	1	10		1500

Schedule Laminasi I



Cetakan

Schedule Laminasi II



Schedule Laminasi III

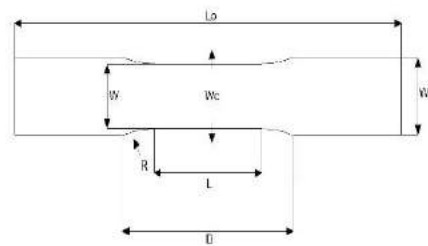


Schedule Laminasi IV



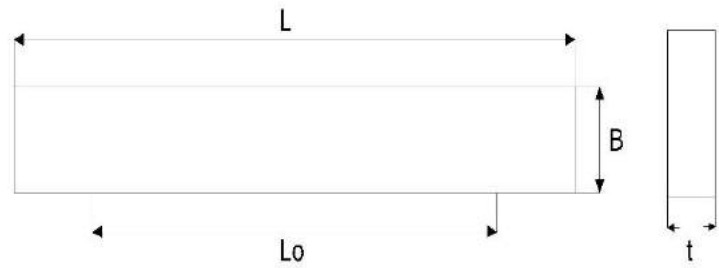
Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D638-02 Type III

Dimensi Spesimen Menurut ASTM D628	
keterangan	Ukuran (mm)
W = Lebar bagian sempit	19
L = Panjang bagian sempit	57
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

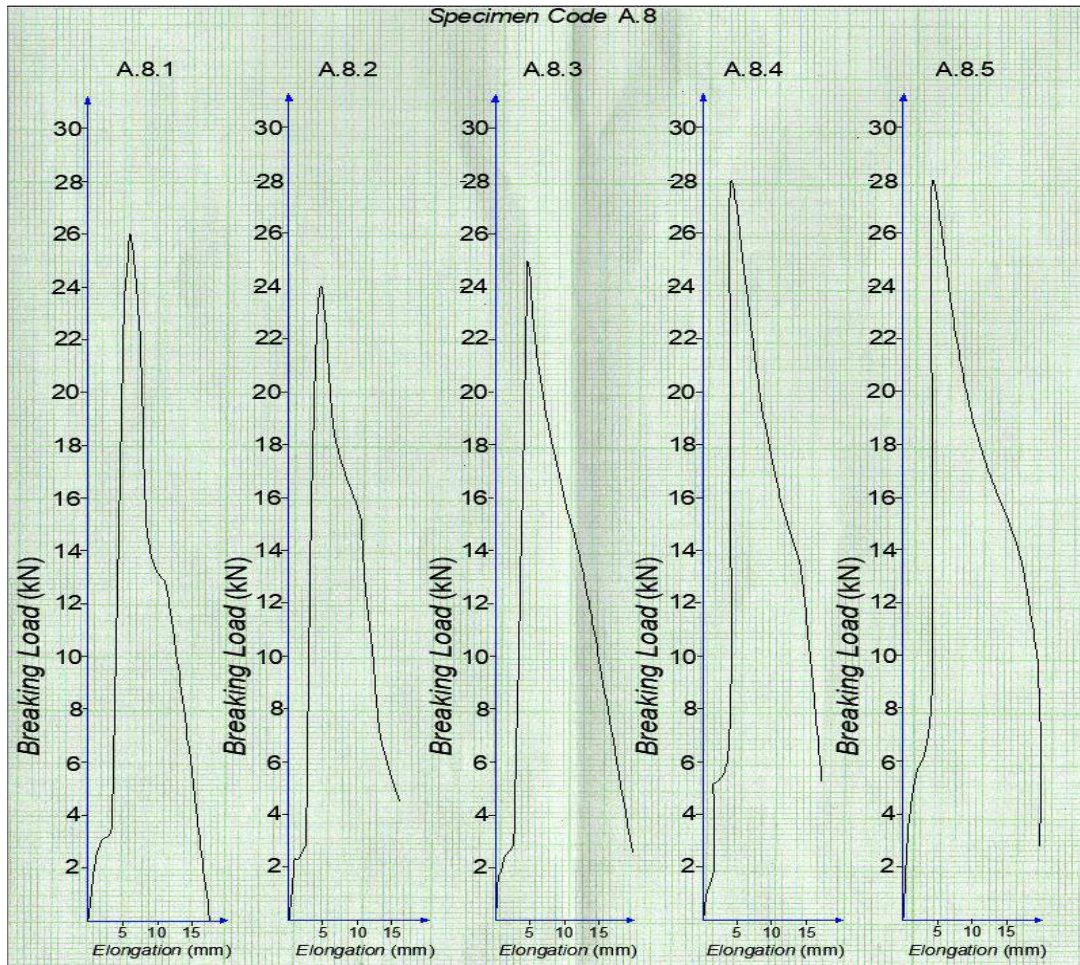


Dimensi specimen uji Tekuk ASTM D-790-00

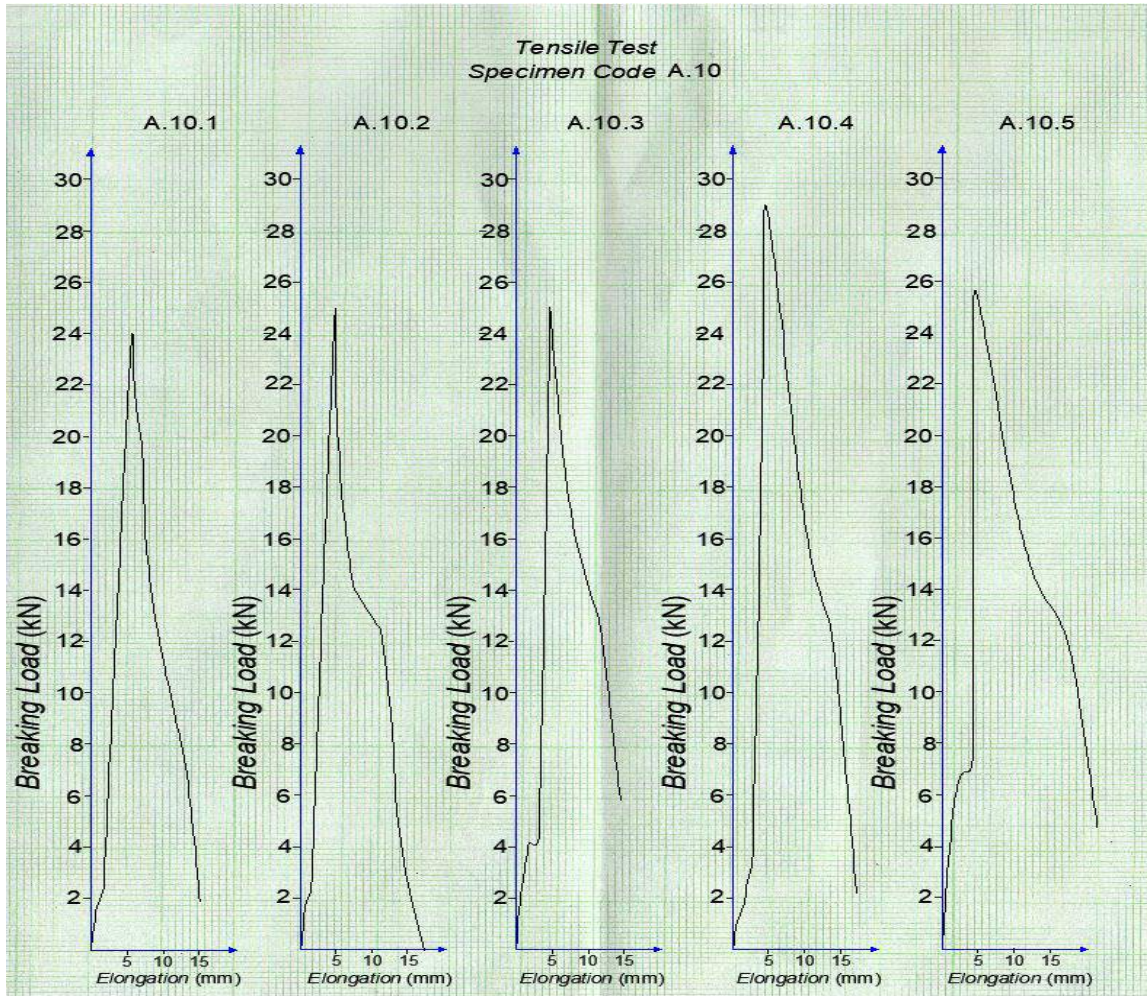
Dimensi Laminasi Menurut ASTM D790	
Keterangan	Ketebalan (mm)
L = Panjang Spesimen	$22 \times t$
L_0 = Panjang gauge	$16 \times t$
B = Lebar Spesimen	30



LAMPIRAN B
GRAFIK & HASIL PENGUJIAN TARIK

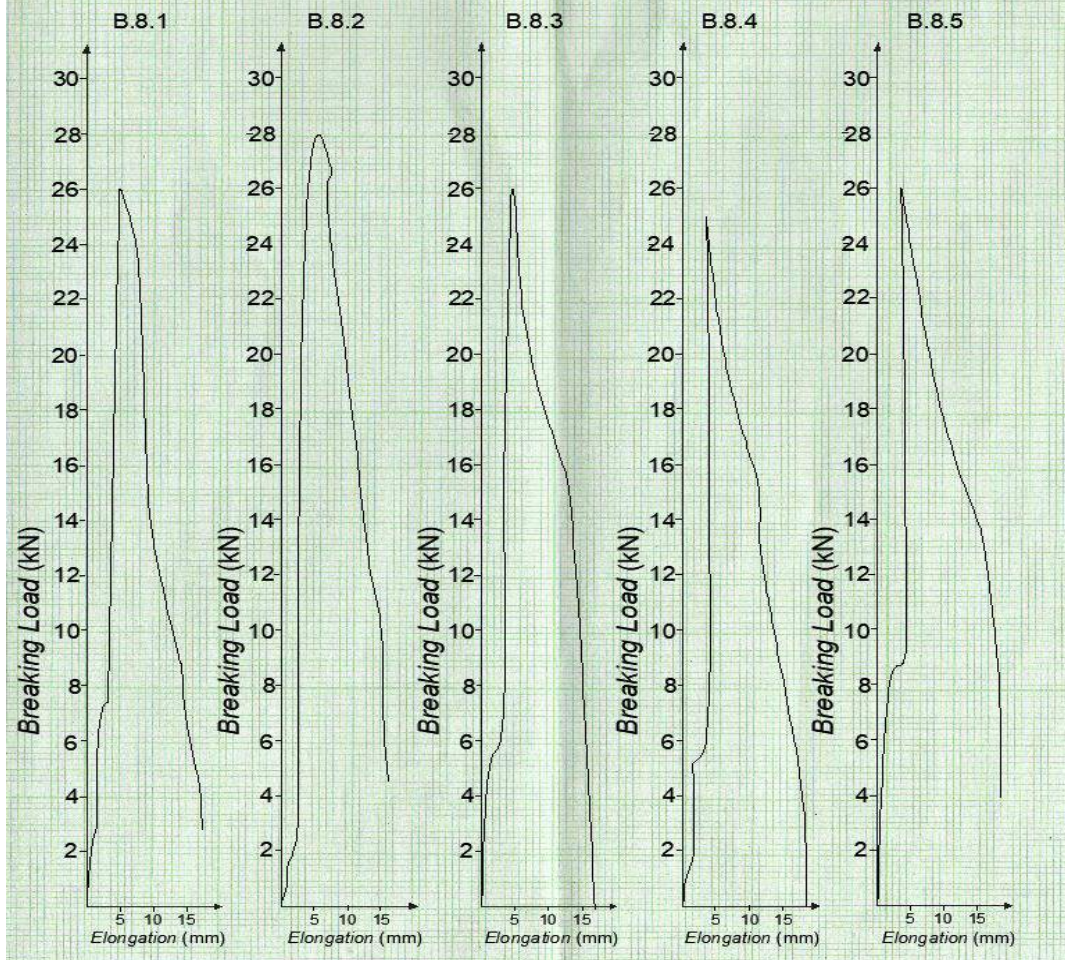


<i>Material Code</i>	<i>Length</i>	<i>Width</i>	<i>Thick</i>	<i>CSA</i>	<i>Breaking Load</i>	<i>Elongation</i>
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
A.8.1	60	19.15	10.96	209.88	26	6
A.8.2	60	19.33	11.58	223.84	24	4
A.8.3	60	20.35	11.87	241.55	26	5
A.8.4	60	20.25	11.9	240.98	28	5
A.8.5	60	20.86	11.8	246.15	28	5
Rata-rata					26.4	5

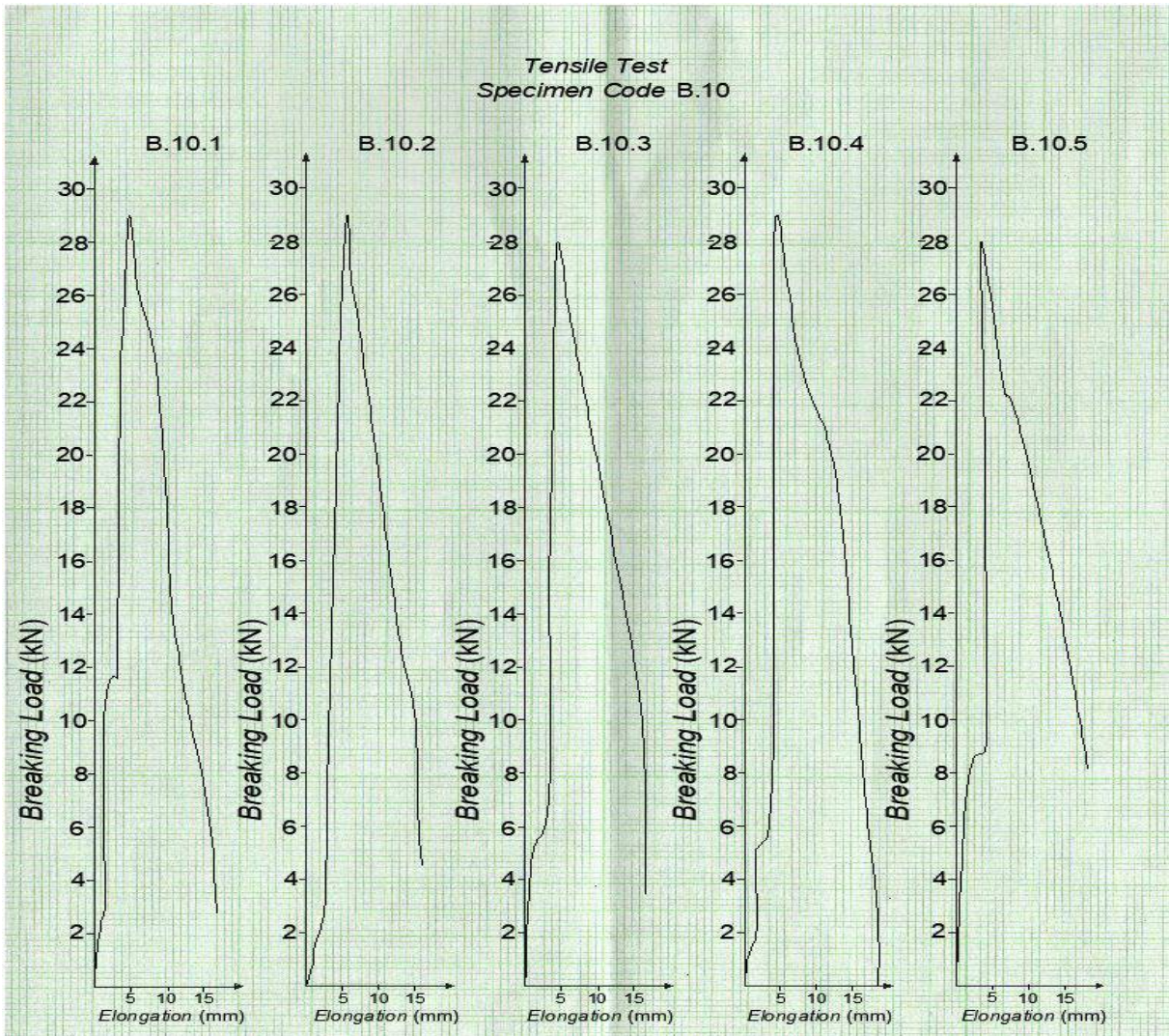


Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
A.10.1	60	20.01	12.36	247.32	24	6
A.10.2	60	19.24	12.42	238.96	25	5
A.10.3	60	19.65	12.43	244.25	25	5
A.10.4	60	19.79	12.83	253.91	29	5
A.10.5	60	19.73	12.78	252.15	26	5
Rata-rata					25.8	5.2

*Tensile Test
Specimen Code B.8*

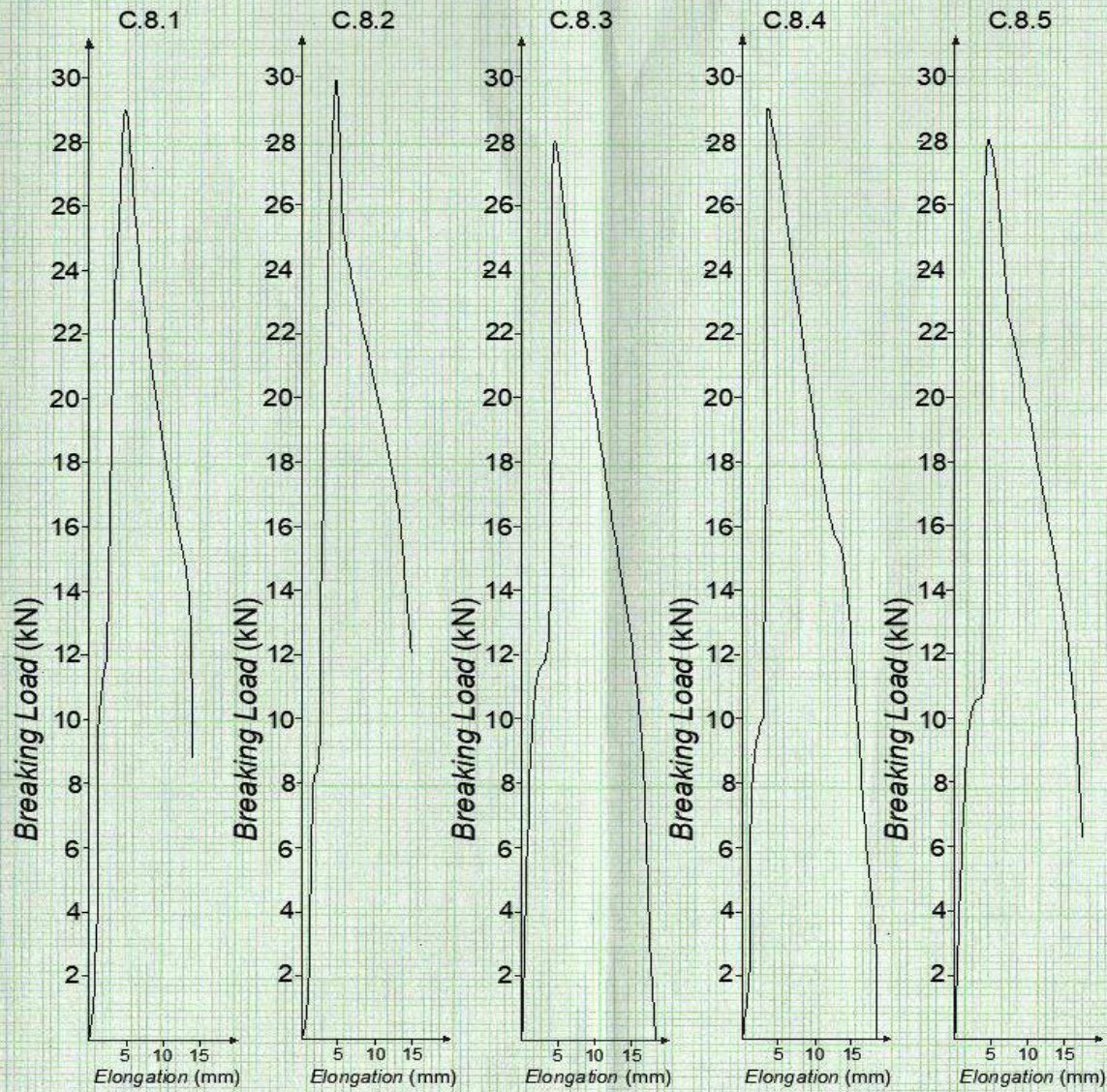


Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
B.8.1	60	19.28	13.04	251.41	26	5
B.8.2	60	19.62	13.32	261.34	28	6
B.8.3	60	20.13	13.19	265.51	26	5
B.8.4	60	20.18	12.81	258.51	25	4
B.8.5	60	19.17	13.14	251.89	26	4
Rata-rata					26.2	4.8

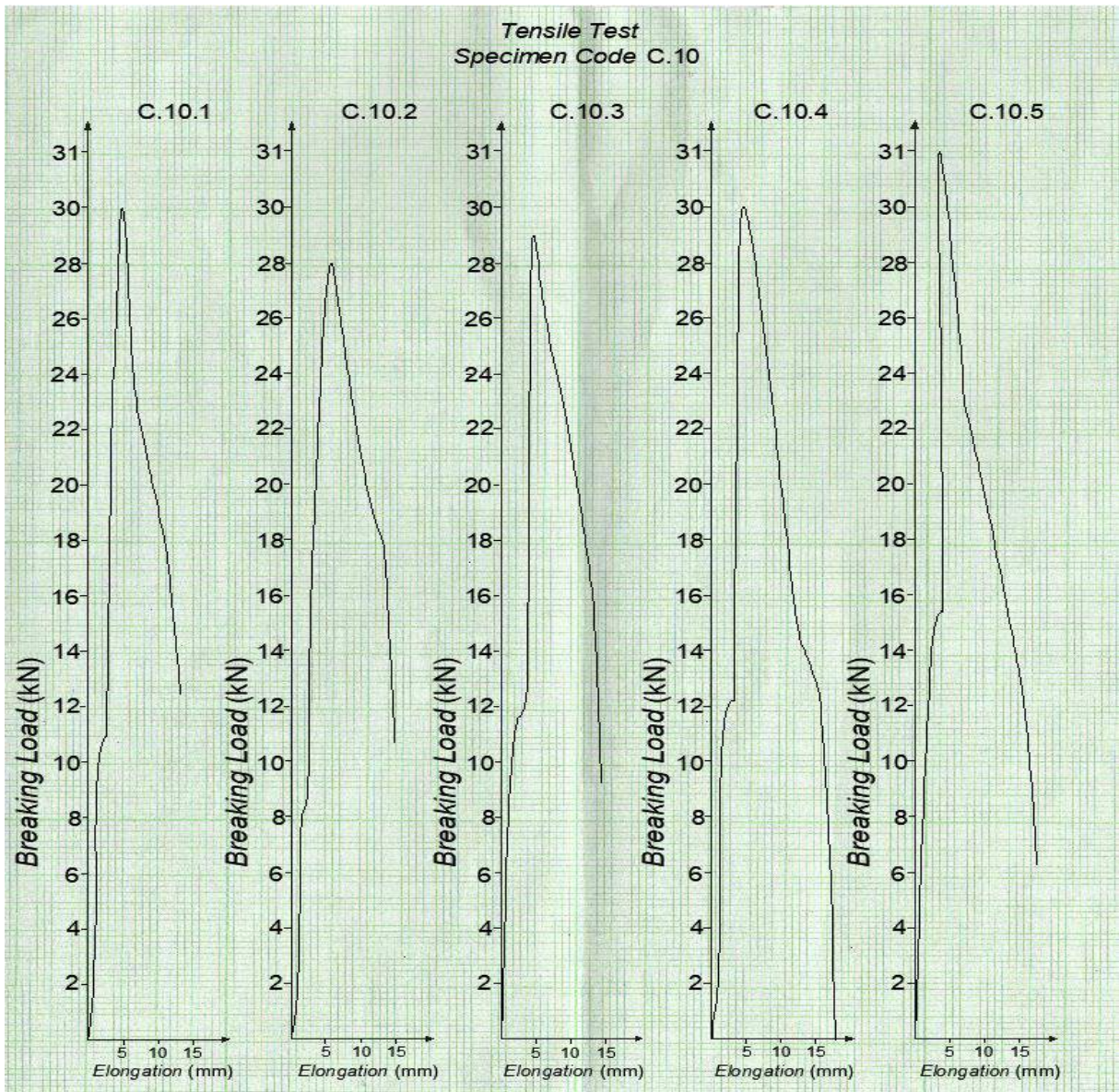


Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
B.10.1	60	19.98	14.8	295.7	29	5
B.10.2	60	19.89	13.96	277.66	29	6
B.10.3	60	20.18	14.37	289.99	28	5
B.10.4	60	19.34	14.35	277.53	29	5
B.10.5	60	19.36	14.91	288.66	28	4
Rata-rata					28.6	5

*Tensile Test
Specimen Code C.8*

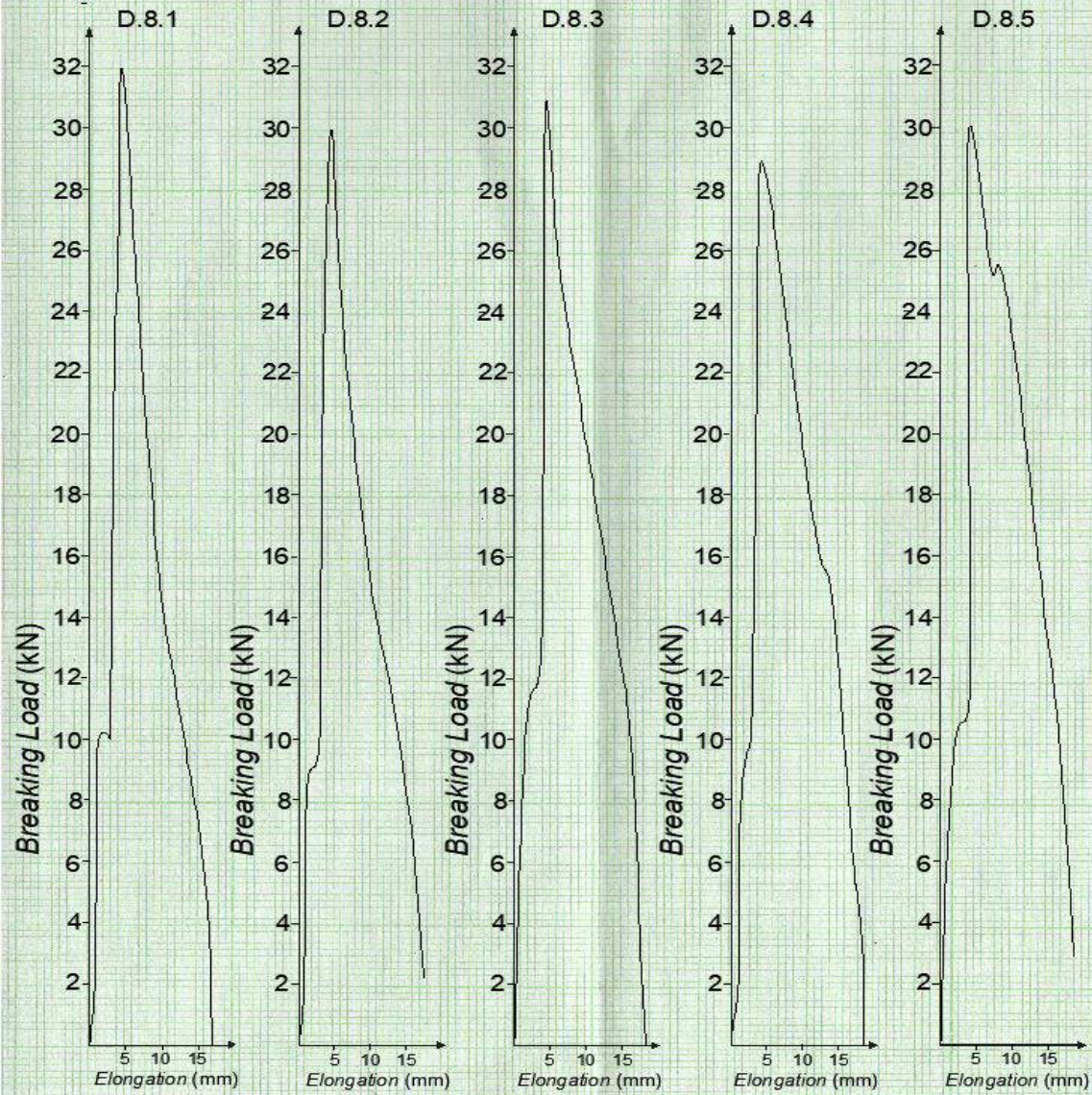


Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
C.8.1	60	19.46	13.95	271.47	29	5
C.8.2	60	19.24	13.56	260.89	30	5
C.8.3	60	19.98	13.31	265.93	28	5
C.8.4	60	19.3	13.31	256.88	29	4
C.8.5	60	19.22	13.99	268.89	28	5
Rata-rata					28.8	4.8

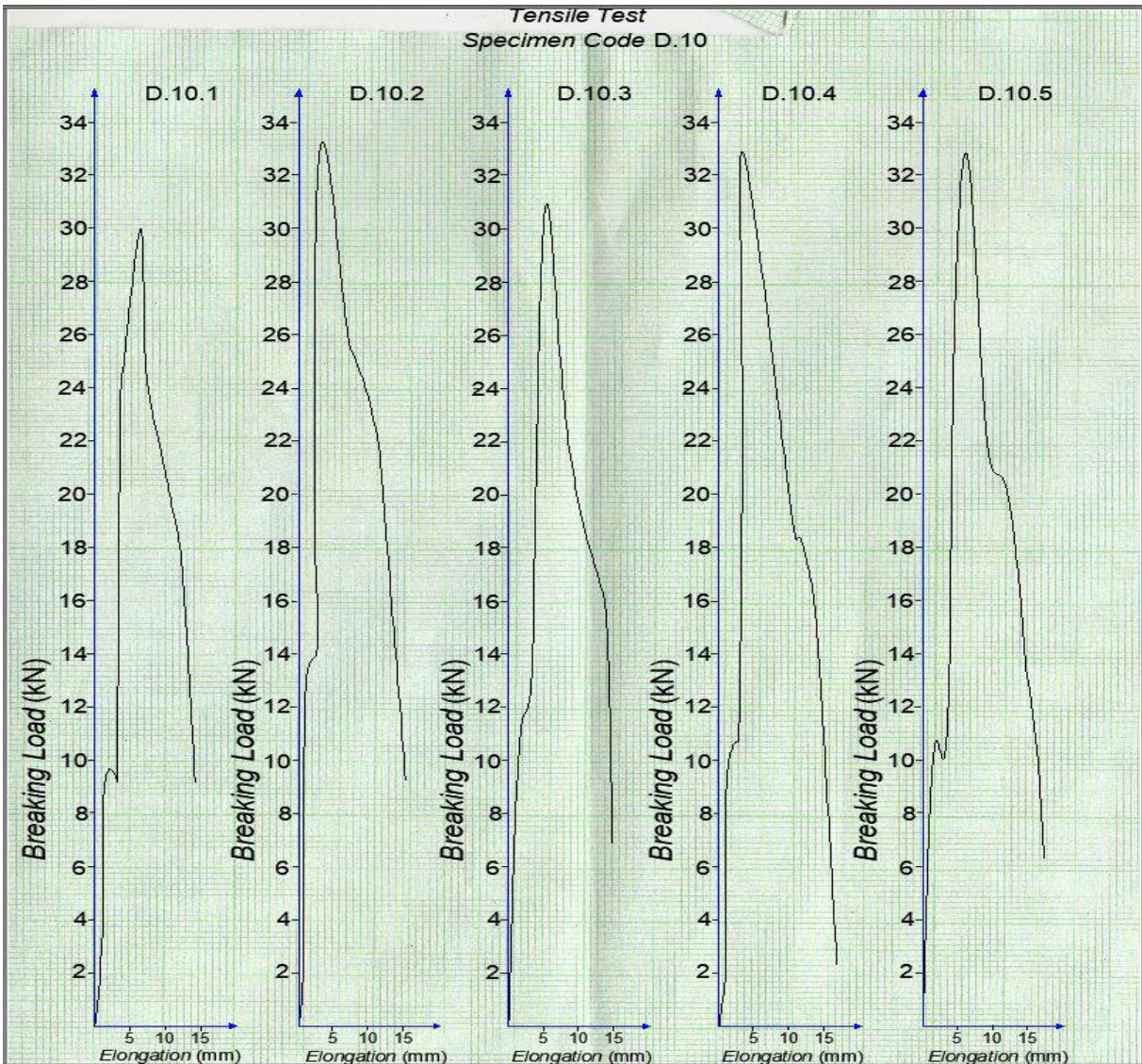


Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
C.10.1	60	19.19	14.84	284.78	30	5
C.10.2	60	19.16	14.37	275.33	28	6
C.10.3	60	19.27	14.95	288.09	29	5
C.10.4	60	19.77	14.65	289.63	30	5
C.10.5	60	19.43	14.57	283.1	31	4
Rata-rata					29.6	5

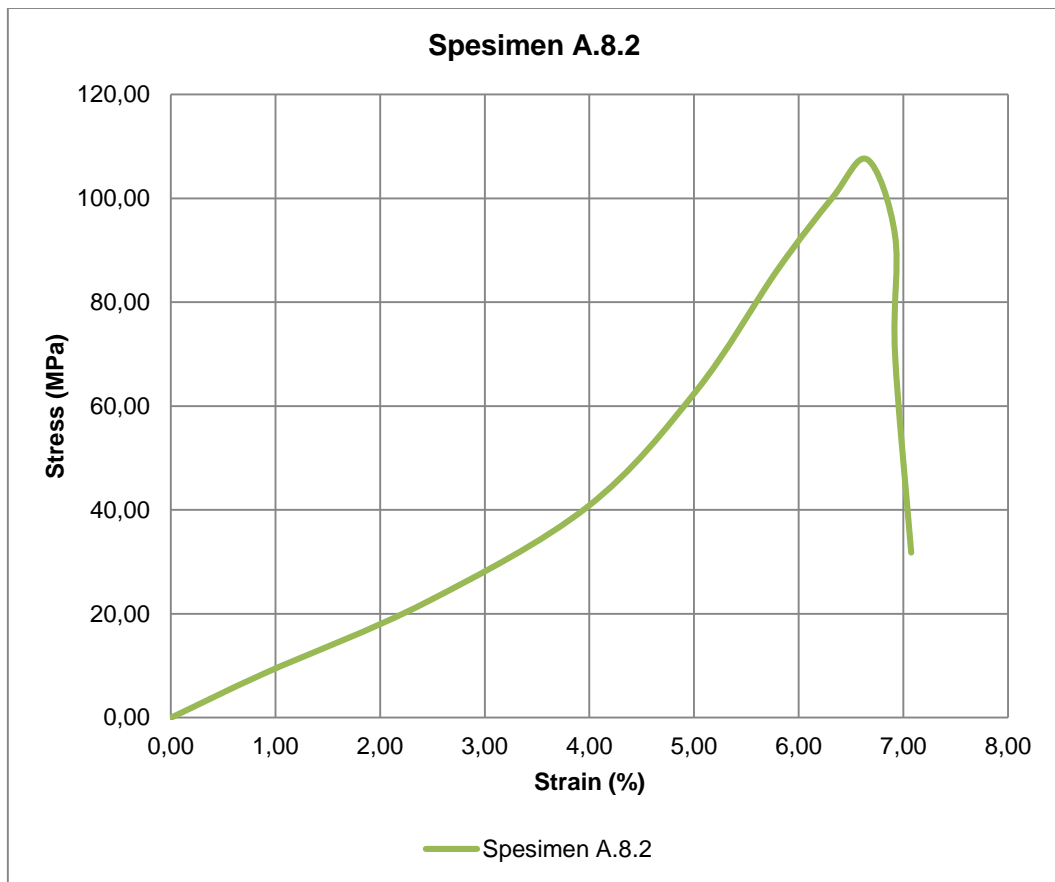
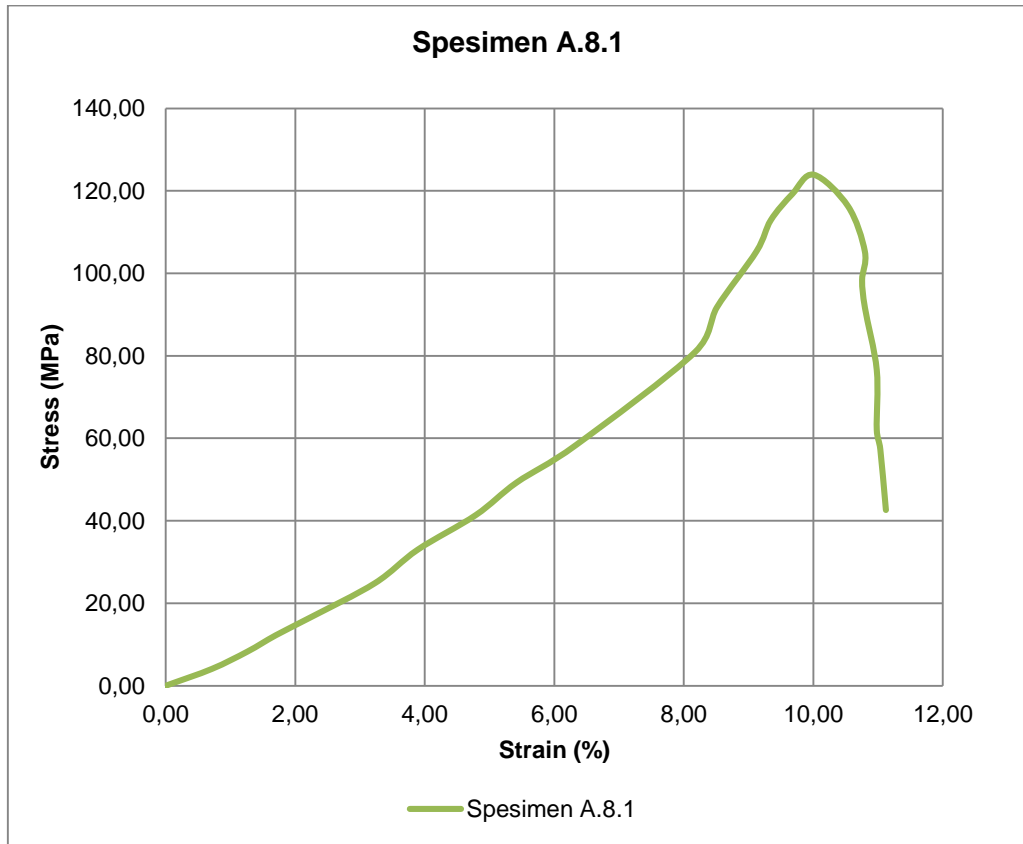
*Tensile Test
Specimen Code D.8*

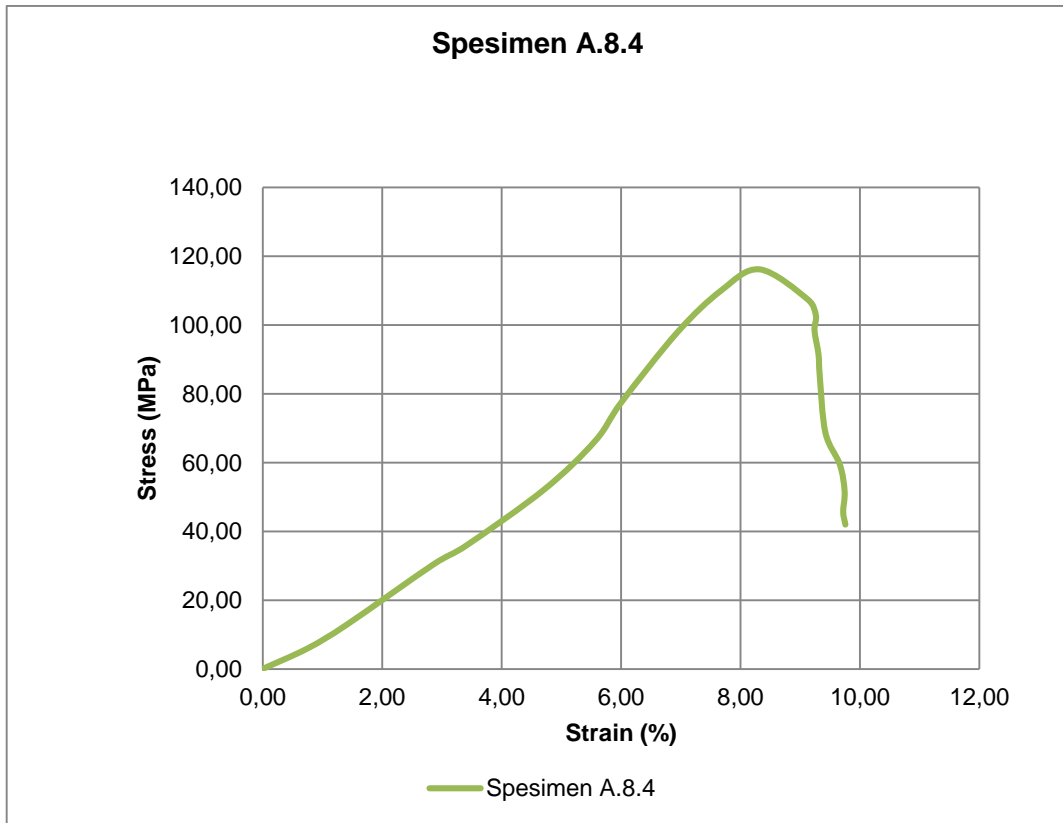
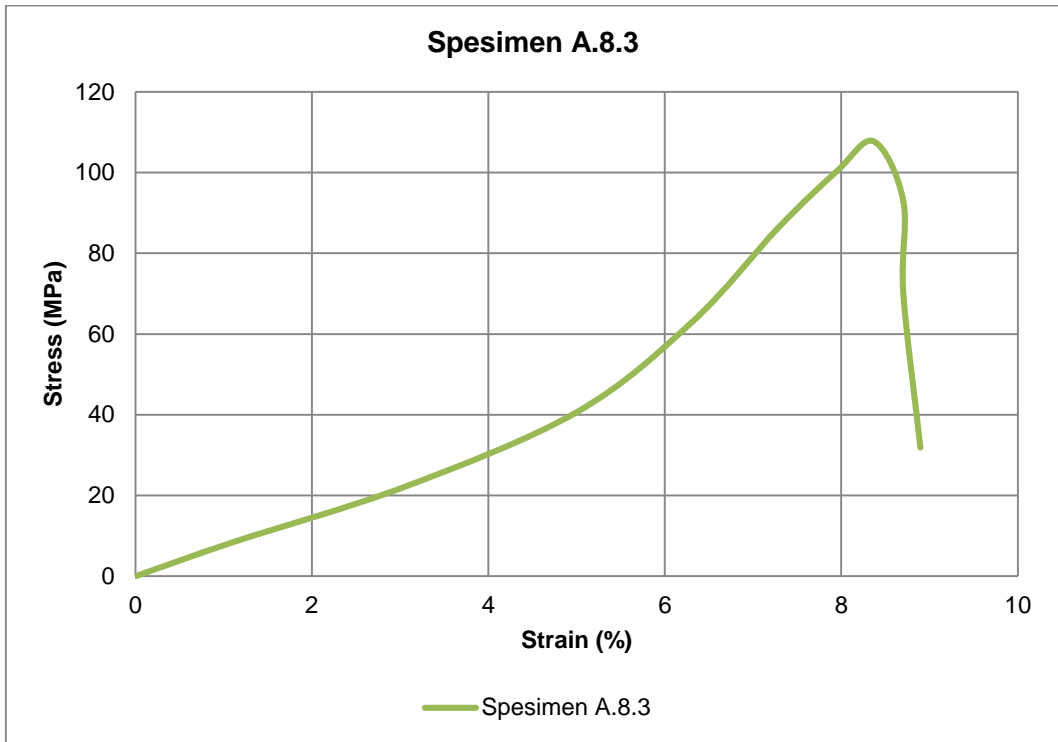


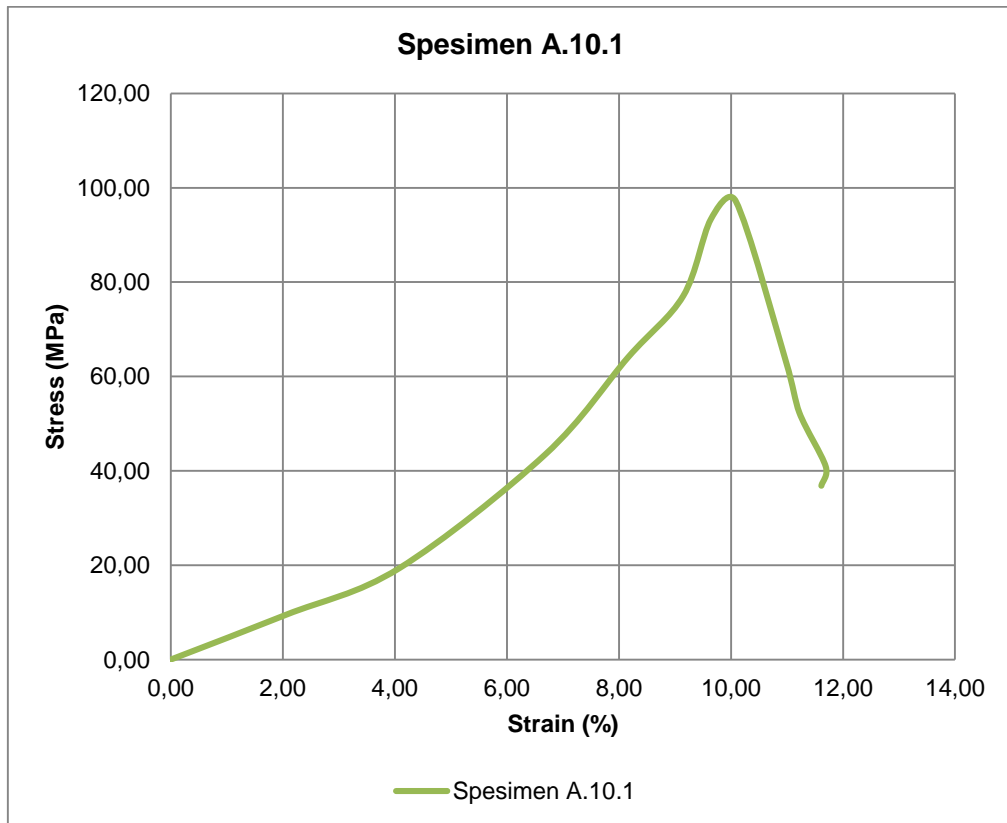
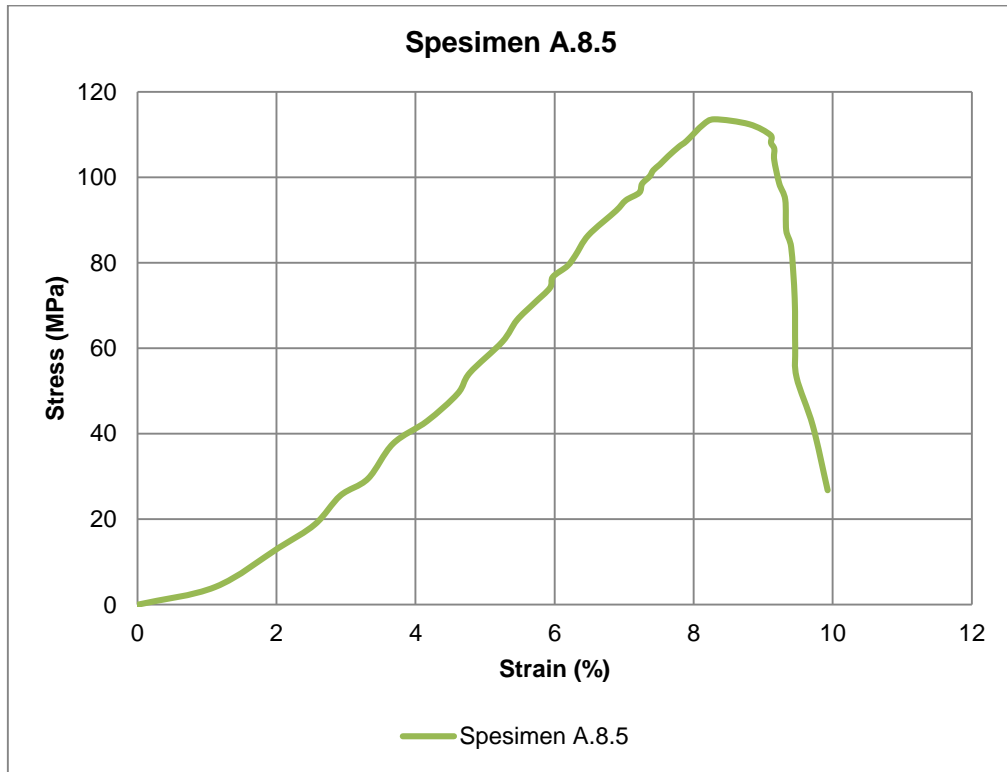
Material Code	Length (mm)	Width (mm)	Thick (mm)	CSA (mm ²)	Breaking Load (KN)	Elongation (mm)
D.8.1	60	19.43	15.27	296.7	32	5
D.8.2	60	19.55	15.45	302.05	30	5
D.8.3	60	19.75	15.25	301.19	31	5
D.8.4	60	19.08	15.27	291.35	29	4
D.8.5	60	19.25	15.08	290.29	30	4
Rata-rata					30.4	4.6

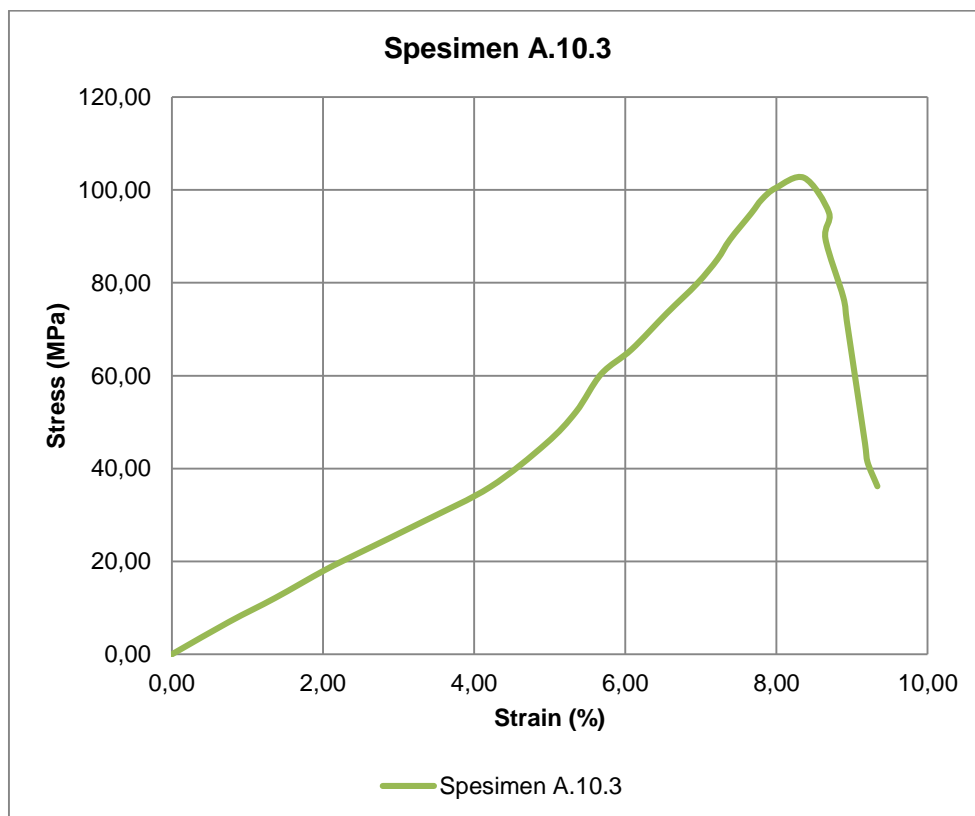
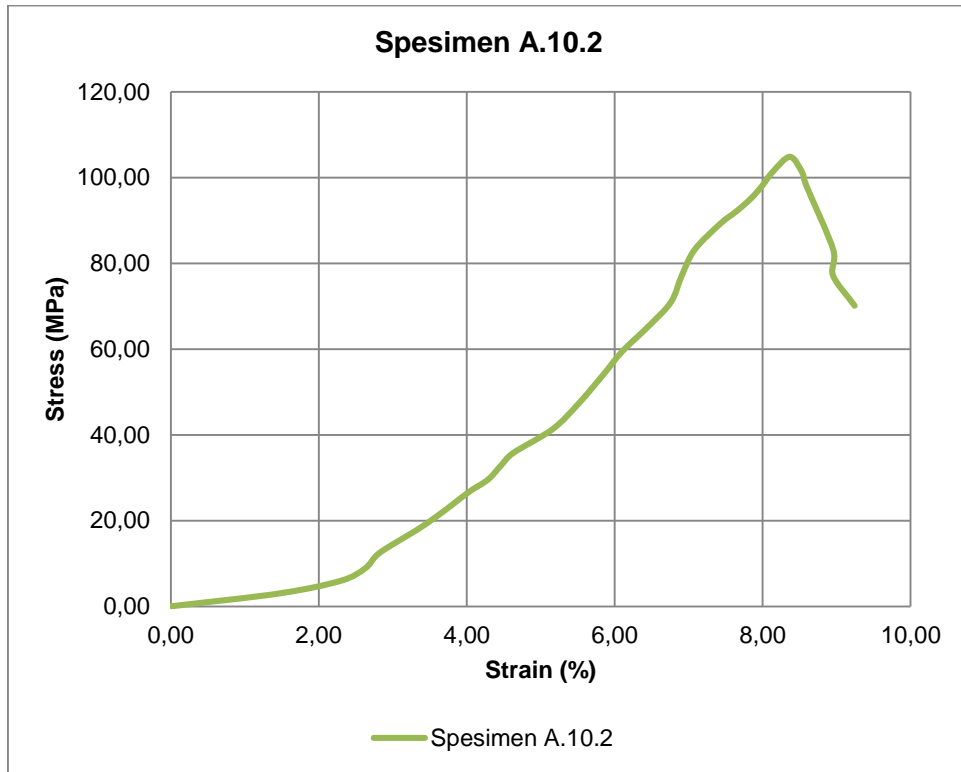


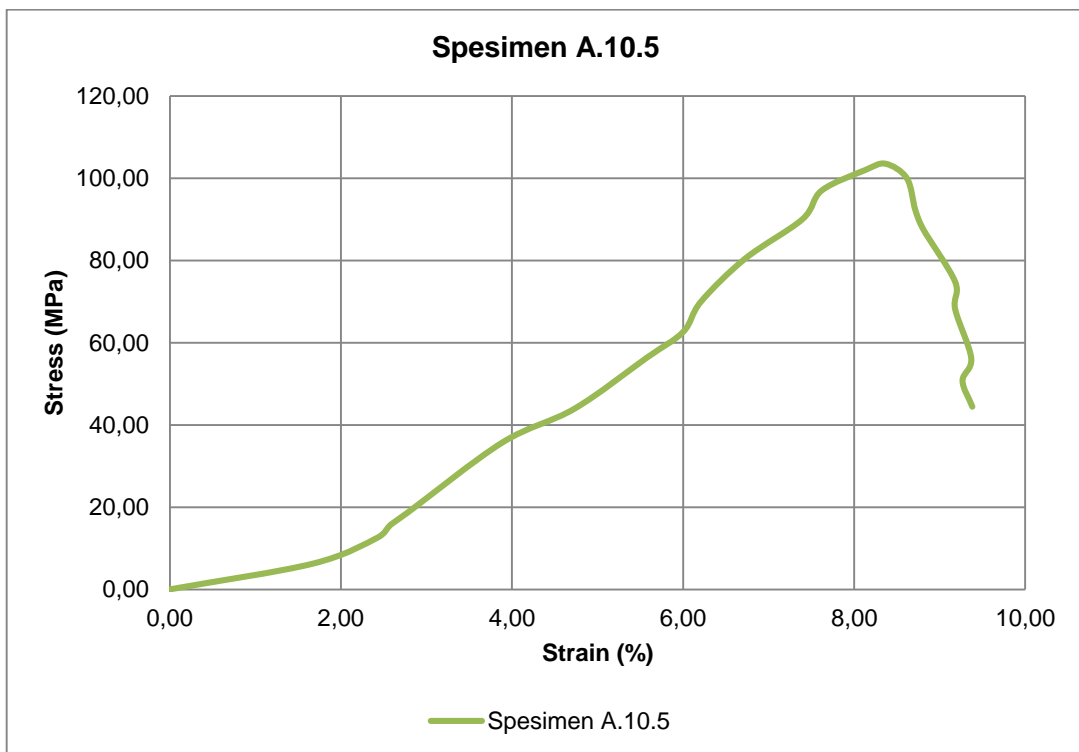
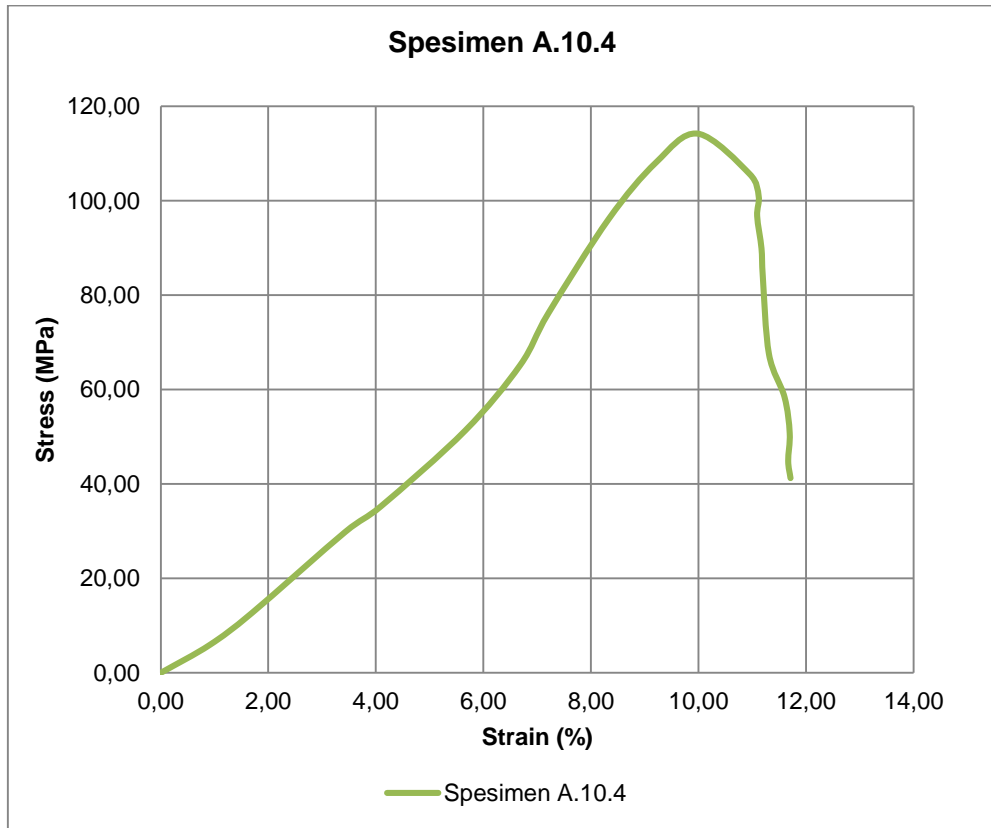
Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)
D.10.1	60	19.37	16.28	315.34	30	6
D.10.2	60	19.65	16.31	320.49	33	4
D.10.3	60	19.83	16.33	323.82	31	6
D.10.4	60	19.23	16	307.68	33	3
D.10.5	60	19.52	16.55	323.06	33	6
Rata-rata					32	5

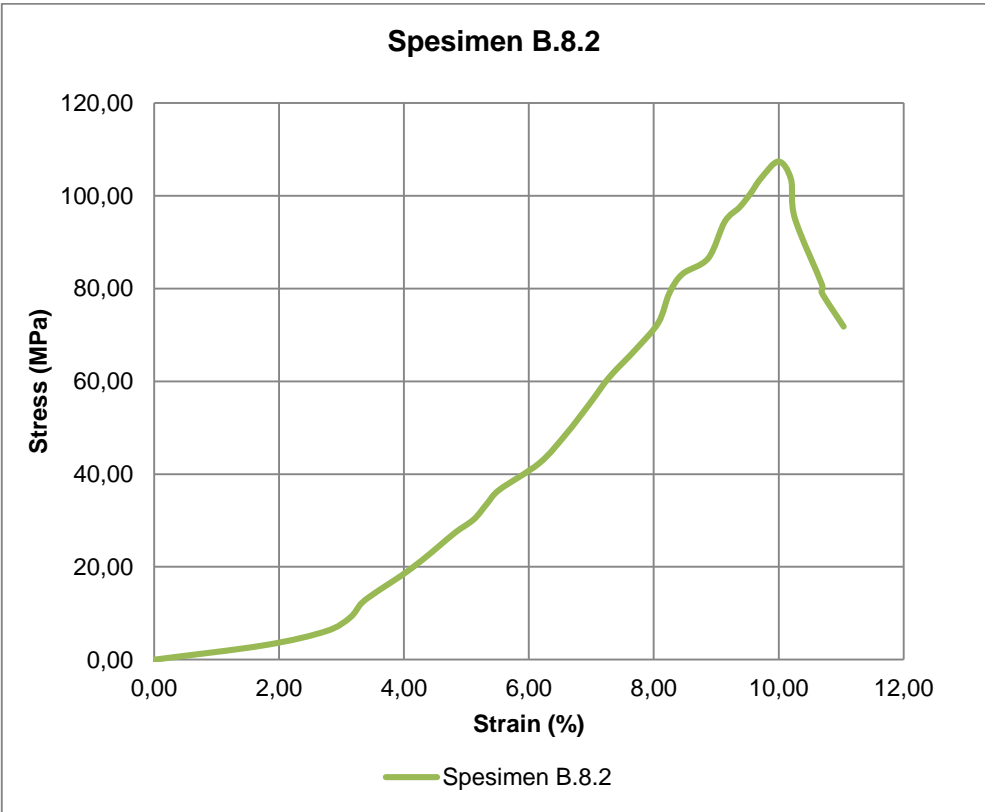
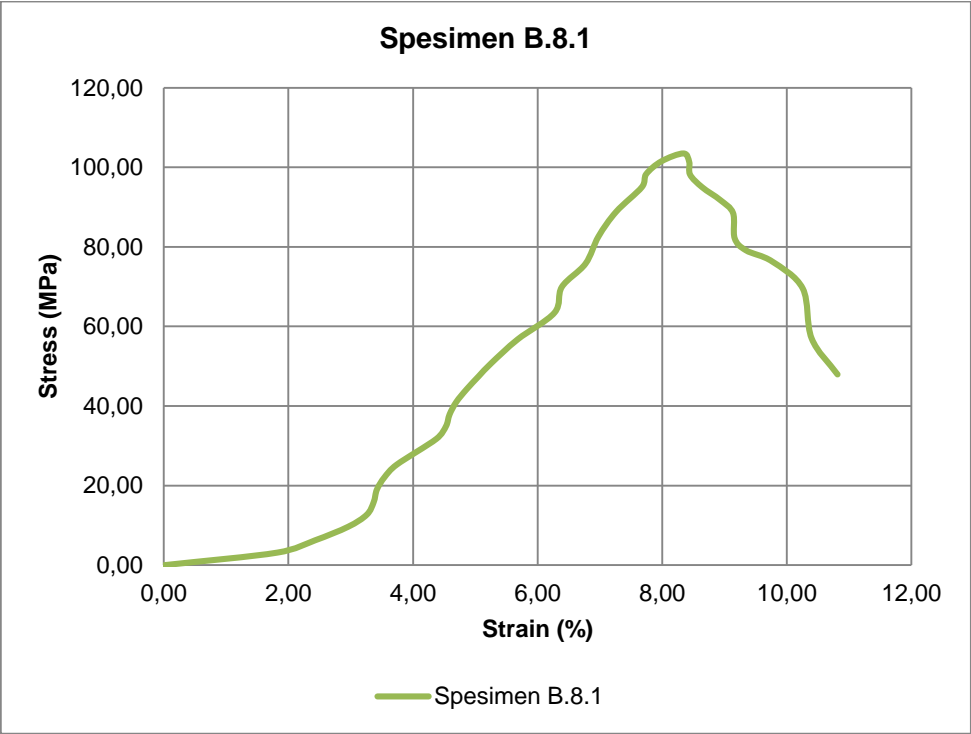


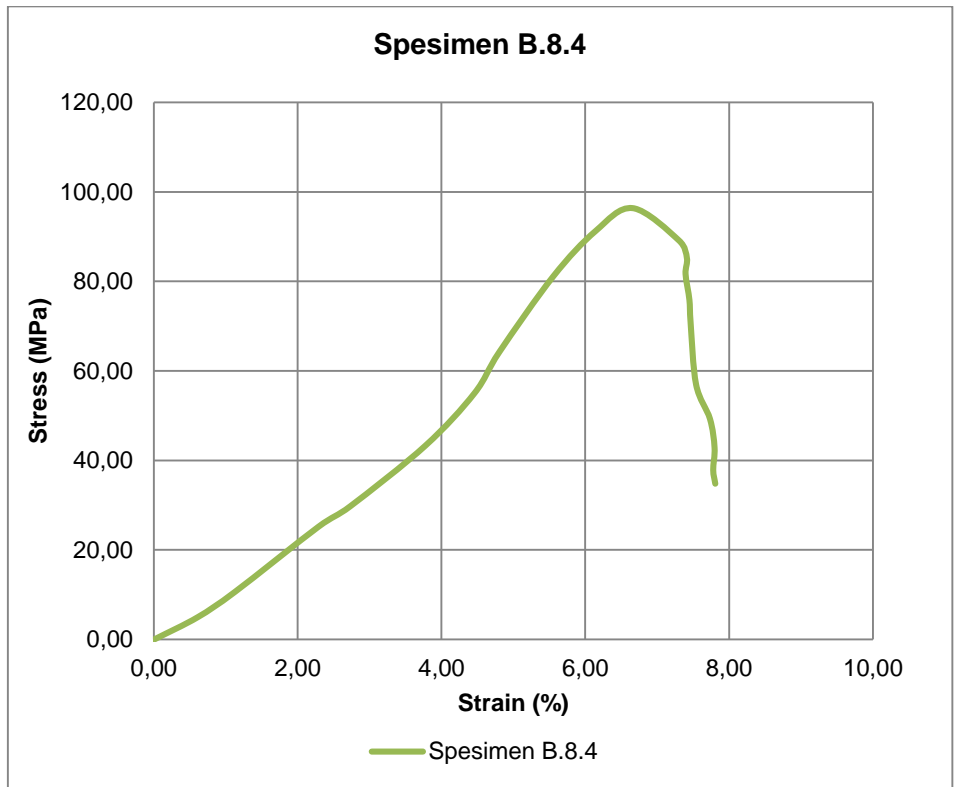
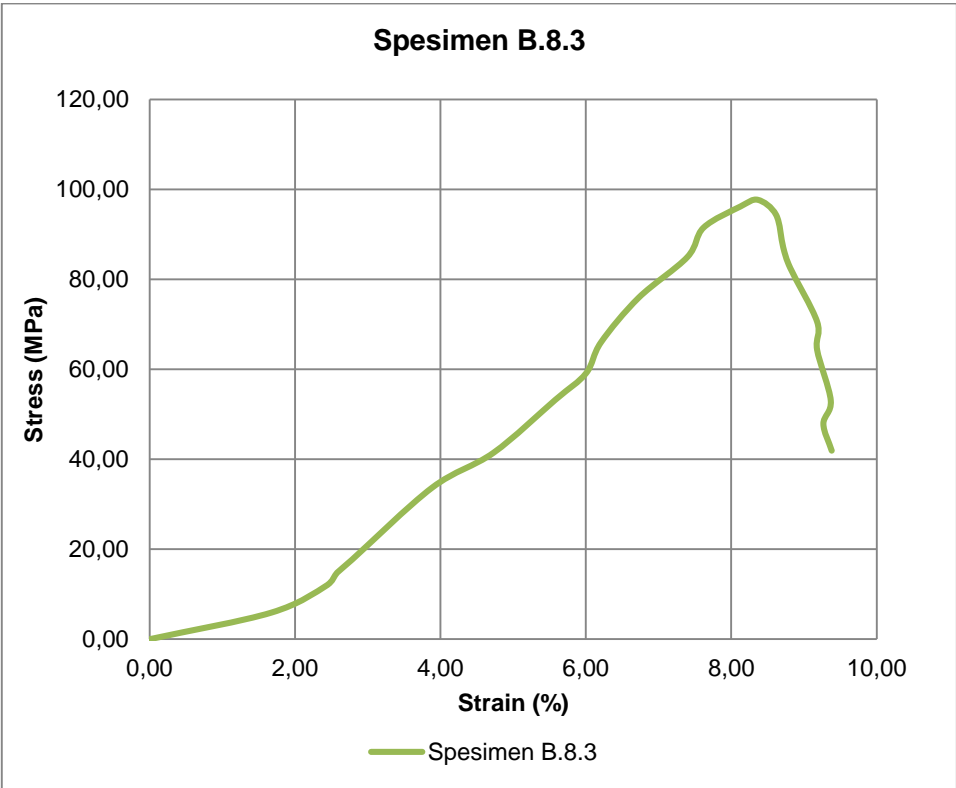


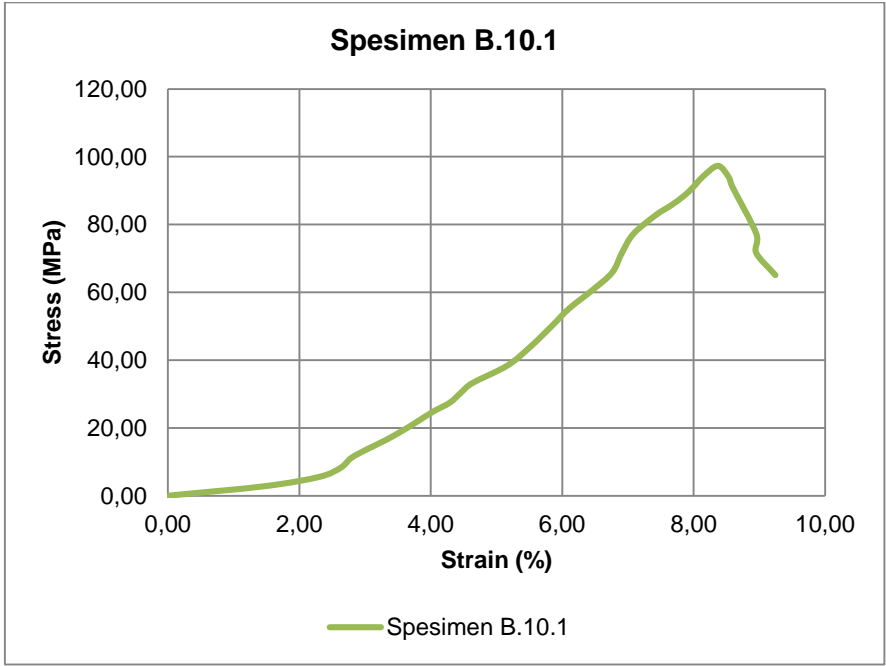
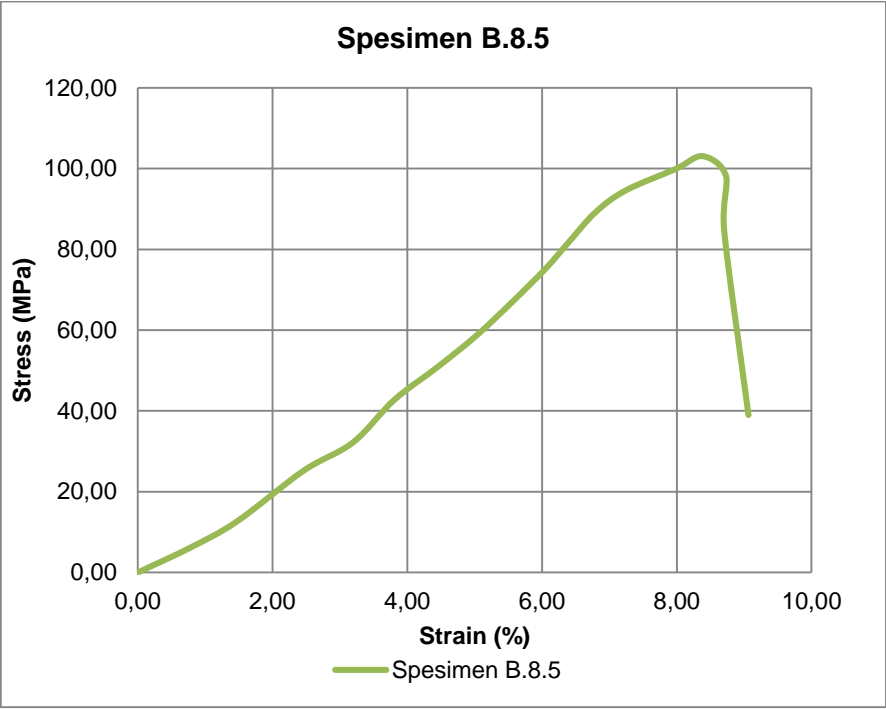


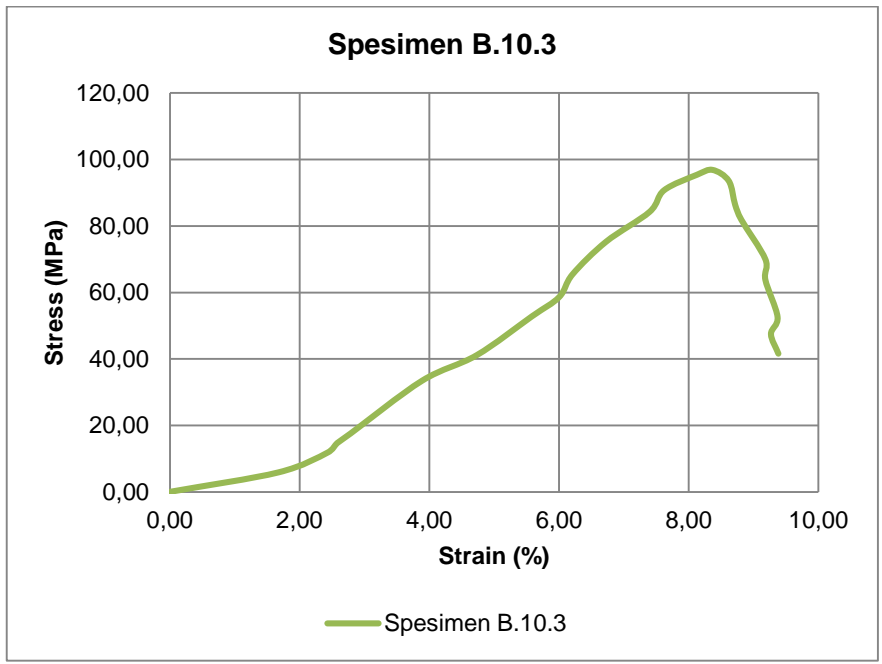
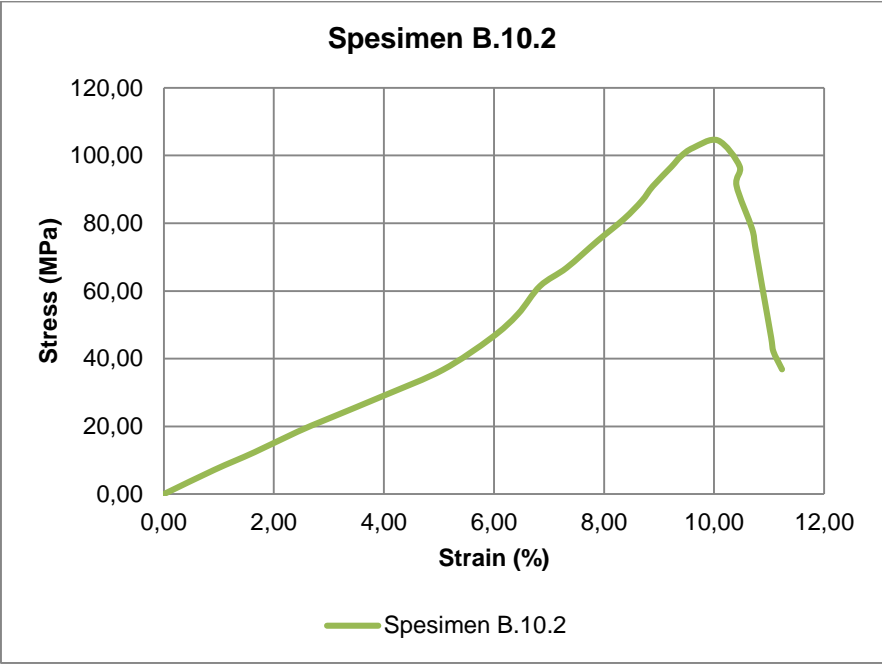


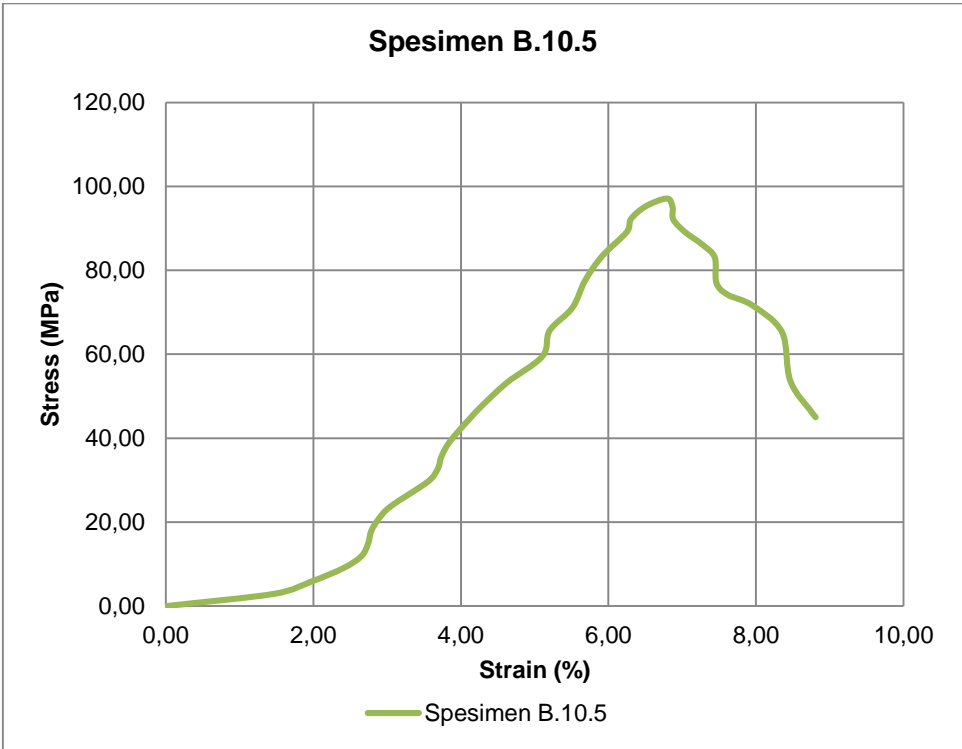
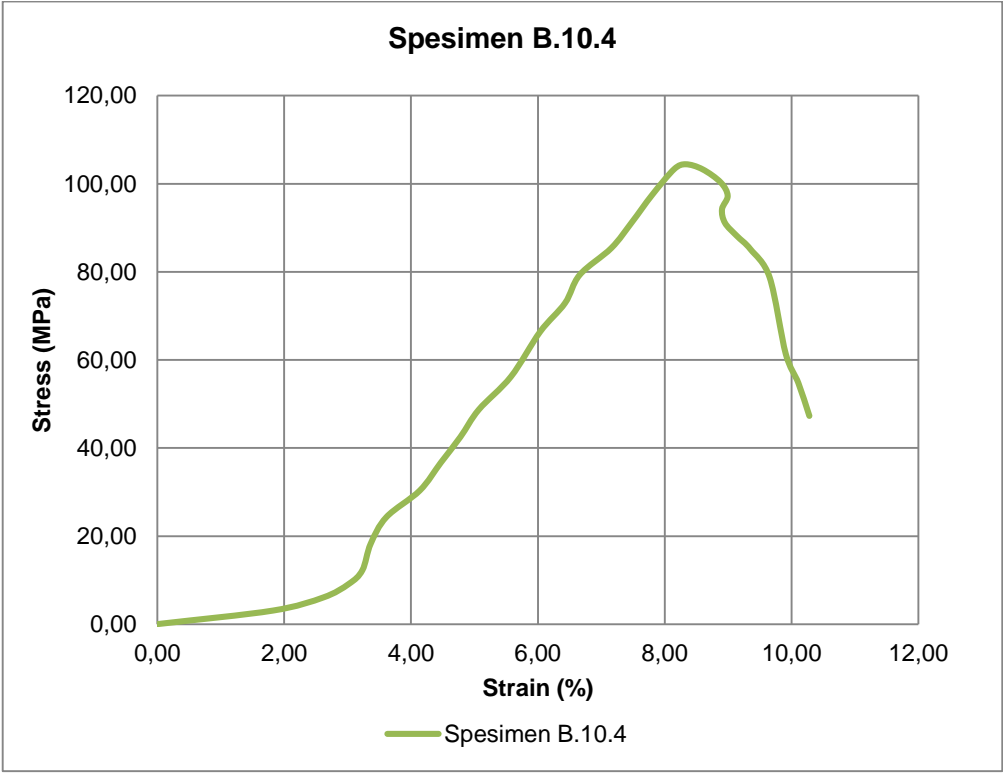












LAMPIRAN C
ANALISA HASIL PENGUJIAN TARIK

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
A.8.1	60	19.15	10.96	209.88	26	6	123.878	12.3878
A.8.2	60	19.33	11.58	223.84	24	4	107.2188	7.147918
A.8.3	60	20.35	11.87	241.55	26	5	107.6362	8.96968
A.8.4	60	20.25	11.9	240.98	28	5	116.1946	9.682885
A.8.5	60	20.86	11.8	246.15	28	5	113.7527	9.479392
Rata-rata						5	113.736	9.533534

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
A.10.1	60	20.01	12.36	247.32	24	6	97.03886	9.703886
A.10.2	60	19.24	12.42	238.96	25	5	104.6197	8.718306
A.10.3	60	19.65	12.43	244.25	25	5	102.3544	8.52953
A.10.4	60	19.79	12.83	253.91	29	5	114.2156	9.517969
A.10.5	60	19.73	12.78	252.15	26	5	103.1135	8.592789
Rata-rata						5.2	104.2684	9.012496

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
B.8.1	60	19.28	13.04	251.41	26	5	103.4162	8.61802
B.8.2	60	19.62	13.32	261.34	28	6	107.1408	10.71408
B.8.3	60	20.13	13.19	265.51	26	5	97.92302	8.160251
B.8.4	60	20.18	12.81	258.51	25	4	96.70963	6.447309
B.8.4	60	19.17	13.14	251.89	26	4	103.2181	6.881207
Rata-rata						4.8	101.6816	8.164173

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
B.10.1	60	19.98	14.8	295.7	29	5	98.07104	8.172587
B.10.2	60	19.89	13.96	277.66	29	6	104.4426	10.44426
B.10.3	60	20.18	14.37	289.99	28	5	96.55619	8.046349
B.10.4	60	19.34	14.35	277.53	29	5	104.4936	8.707799
B.10.5	60	19.36	14.91	288.66	28	4	97.00074	6.466716
Rata-rata						5	100.1128	8.367543

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(MPa)	(GPa)
C.8.1	60	19.46	13.95	271.47	29	5	106.827	8.902248
C.8.2	60	19.24	13.56	260.89	30	5	114.9891	9.582421
C.8.3	60	19.98	13.31	265.93	28	5	105.2894	8.774113
C.8.4	60	19.3	13.31	256.88	29	4	112.8919	7.526124
C.8.5	60	19.22	13.99	268.89	28	5	104.1327	8.677721
Rata-rata						4.8	108.826	8.692526

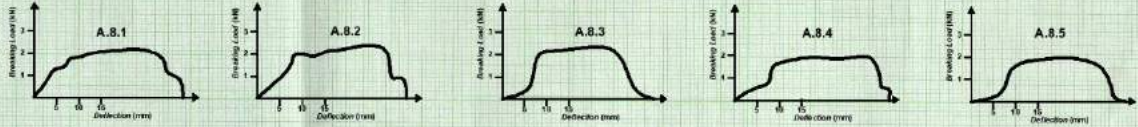
Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(Mpa)	(GPa)
C.10.1	60	19.19	14.84	284.78	30	5	105.3446	8.778719
C.10.2	60	19.16	14.37	275.33	28	6	101.6964	10.16964
C.10.3	60	19.27	14.95	288.09	29	5	100.6642	8.388684
C.10.4	60	19.77	14.65	289.63	30	5	103.5803	8.631688
C.10.5	60	19.43	14.57	283.1	31	4	109.5038	7.300256
Rata-rata						5	104.1579	8.653798

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(Mpa)	(GPa)
D.8.1	60	19.43	15.27	296.7	32	5	107.8545	8.987872
D.8.2	60	19.55	15.45	302.05	30	5	99.32213	8.276844
D.8.3	60	19.75	15.25	301.19	31	5	102.9259	8.57716
D.8.4	60	19.08	15.27	291.35	29	4	99.53609	6.63574
D.8.5	60	19.25	15.08	290.29	30	4	103.3449	6.889662
Rata-rata						4.6	102.5967	7.873456

Material Code	Length	Width	Thick	CSA	Breaking Load	Elongation	Tensile Strength	MOE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	KN	(mm)	(Mpa)	(GPa)
D.10.1	60	19.37	16.28	315.34	30	6	95.13432	9.513432
D.10.2	60	19.65	16.31	320.49	33	4	102.9668	6.864457
D.10.3	60	19.83	16.33	323.82	31	6	95.73104	9.573104
D.10.4	60	19.23	16	307.68	33	3	107.2543	5.362715
D.10.5	60	19.52	16.55	323.06	33	6	102.1495	10.21495
Rata-rata						5	100.6472	8.305731

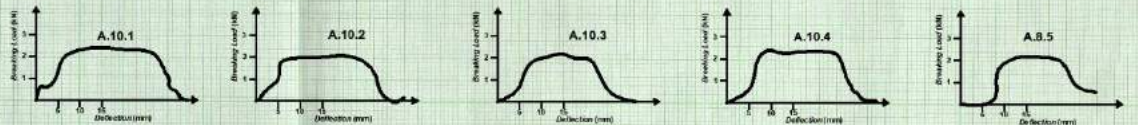
LAMPIRAN D
GRAFIK & HASIL PENGUJIAN TEKUK

**Bending Test
Specimen Code A.8**

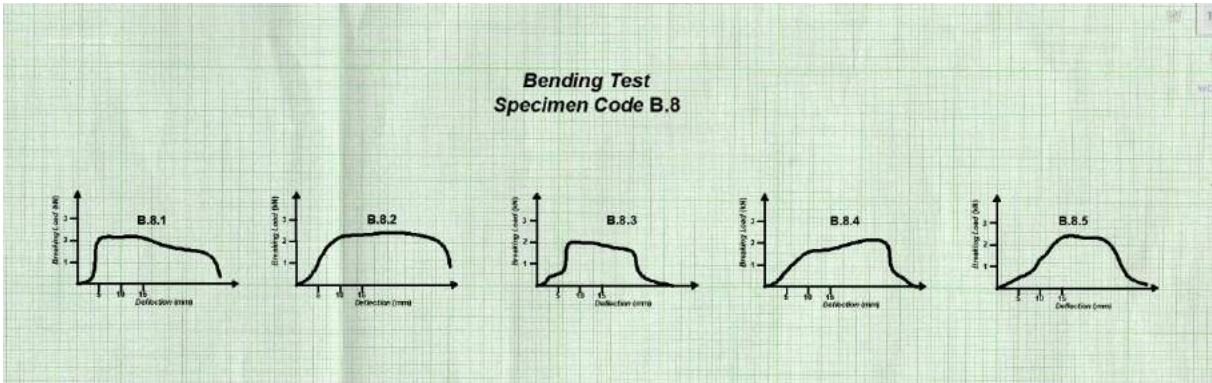


Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
A.8.1	30	10.96	328.8	263.04	210	2.2	6
A.8.2	30	11.58	347.4	277.92	210	2.4	7
A.8.3	30	11.87	356.1	284.88	210	2.4	7
A.8.4	30	11.9	357	285.6	210	2	7
A.8.5	30	11.8	354	283.2	210	2	6
Rata-rata						2.2	6.6

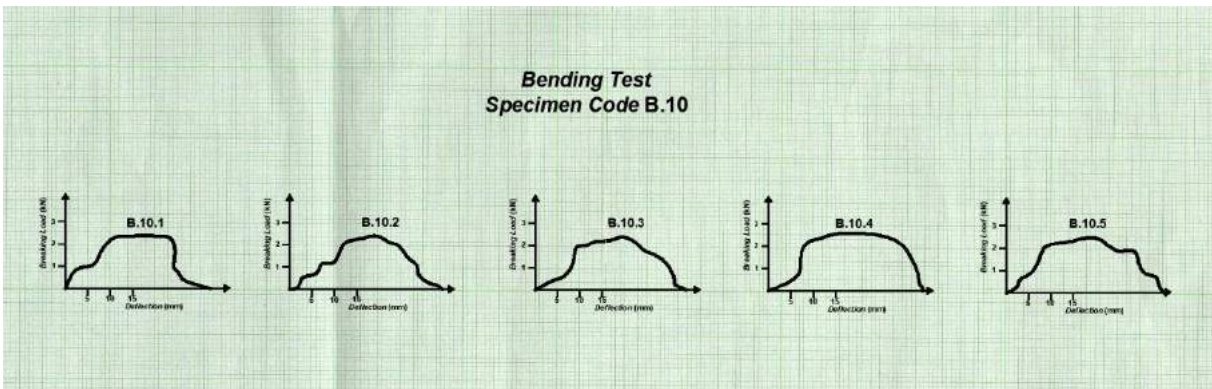
**Bending Test
Specimen Code A.10**



Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
A.10.1	30	12.36	370.8	296.64	230	2.4	8
A.10.2	30	12.42	372.6	298.08	230	2	10
A.10.3	30	12.43	372.9	298.32	230	2.2	9
A.10.4	30	12.83	384.9	307.92	230	2.4	4
A.10.5	30	12.78	383.4	306.72	230	2.2	7
Rata-rata						2.24	7.6

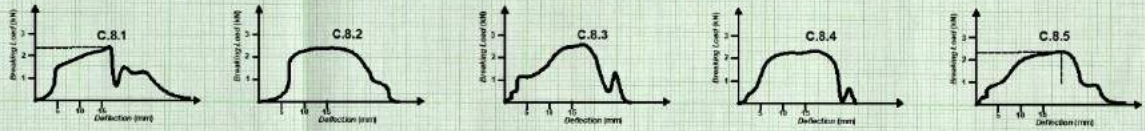


Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
B.8.1	30	13.04	391.2	312.96	240	2.2	10
B.8.2	30	13.32	399.6	319.68	240	2.4	8
B.8.3	30	13.19	395.7	316.56	240	2	8
B.8.4	30	12.81	384.3	307.44	240	2.2	9
B.8.5	30	13.14	394.2	315.36	240	2.4	9
Rata-rata						2.24	8.8



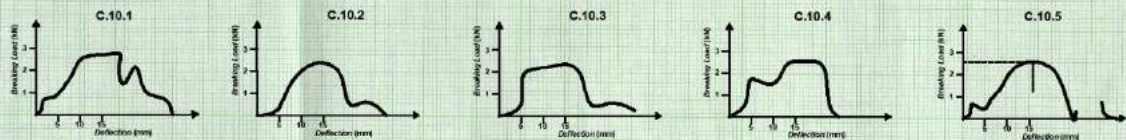
Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
B.10.1	30	14.8	444	355.2	260	2.4	8
B.10.2	30	13.96	418.8	335.04	260	2.4	8
B.10.3	30	14.37	431.1	344.88	260	2.4	8
B.10.4	30	14.35	430.5	344.4	260	2.6	8
B.10.5	30	14.91	447.3	357.84	260	2.5	8
Rata-rata						2.46	8

**Bending Test
Specimen Code C.8**



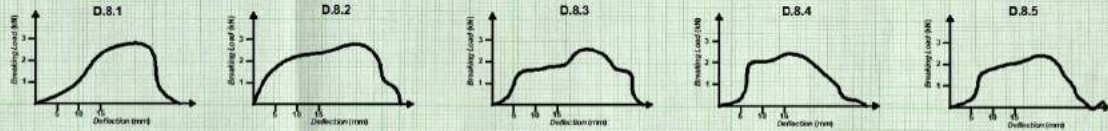
Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
C.8.1	30	13.95	418.5	334.8	250	2.4	8
C.8.2	30	13.56	406.8	325.44	250	2.4	7
C.8.3	30	13.31	399.3	319.44	250	2.6	7
C.8.4	30	13.31	399.3	319.44	250	2.4	7
C.8.5	30	13.99	419.7	335.76	250	2.4	7
Rata-rata						2.44	7.2

**Bending Test
Specimen Code C.10**



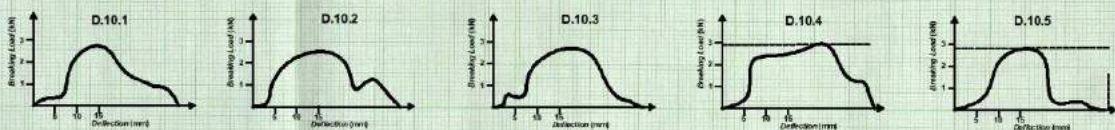
Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
C.10.1	30	14.84	445.2	356.16	260	2.8	6
C.10.2	30	14.37	431.1	344.88	260	2.4	8
C.10.3	30	14.95	448.5	358.8	260	2.4	6
C.10.4	30	14.65	439.5	351.6	260	2.6	7
C.10.5	30	14.57	437.1	349.68	260	2.6	7
Rata-rata						2.56	6.8

**Bending Test
Specimen Code D.8**



Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
D.8.1	30	15.27	458.1	366.48	280	2.8	7
D.8.2	30	15.45	463.5	370.8	280	2.8	8
D.8.3	30	15.25	457.5	366	280	2.6	8
D.8.4	30	15.27	458.1	366.48	280	2.4	6
D.8.5	30	15.08	452.4	361.92	280	2.4	9
Rata-rata						2.6	7.6

**Bending Test
Specimen Code D.10**



Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)
D.10.1	30	16.28	488.4	390.72	290	2.8	10
D.10.2	30	16.31	489.3	391.44	290	2.6	11
D.10.3	30	16.33	489.9	391.92	290	2.8	10
D.10.4	30	16	480	384	290	3	8
D.10.5	30	16.55	496.5	397.2	290	2.8	9
Rata-rata						2.8	9.6

LAMPIRAN E
ANALISA HASIL PENGUJIAN TEKUK

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
A.8.1	30	10.96	328.8	263.04	210	2.2	6	192.3051	21.49396
A.8.2	30	11.58	347.4	277.92	210	2.4	7	187.9245	17.03979
A.8.3	30	11.87	356.1	284.88	210	2.4	7	178.8542	15.82114
A.8.4	30	11.9	357	285.6	210	2	7	148.2946	13.08482
A.8.5	30	11.8	354	283.2	210	2	6	150.8187	15.65703
Rata-rata						2.2	6.6	171.6394	16.61935

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
A.10.1	30	12.36	370.8	296.64	230	2.4	8	180.6642	16.10898
A.10.2	30	12.42	372.6	298.08	230	2	10	149.1024	10.58443
A.10.3	30	12.43	372.9	298.32	230	2.2	9	163.7489	12.90533
A.10.4	30	12.83	384.9	307.92	230	2.4	4	167.6702	28.80538
A.10.5	30	12.78	383.4	306.72	230	2.2	7	154.9026	15.26632
Rata-rata						2.24	7.6	163.2177	16.73409

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
B.8.1	30	13.04	391.2	312.96	240	2.2	10	155.1009	11.39564
B.8.2	30	13.32	399.6	319.68	240	2.4	8	162.3245	14.62383
B.8.3	30	13.19	395.7	316.56	240	2	8	137.95	12.55042
B.8.4	30	12.81	384.3	307.44	240	2.2	9	160.8813	13.39631
B.8.5	30	13.14	394.2	315.36	240	2.4	9	166.8022	13.54051
Rata-rata						2.24	8.8	156.6118	13.10134

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	Mpa	GPa
B.10.1	30	14.8	444	355.2	260	2.4	8	142.4397	13.55423
B.10.2	30	13.96	418.8	335.04	260	2.4	8	160.0972	16.15116
B.10.3	30	14.37	431.1	344.88	260	2.4	8	151.0919	14.80777
B.10.4	30	14.35	430.5	344.4	260	2.6	8	164.1394	16.10892
B.10.5	30	14.91	447.3	357.84	260	2.5	8	146.1935	13.8088
Rata-rata						2.46	8	152.7923	14.88618

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	Mpa	GPa
C.8.1	30	13.95	418.5	334.8	250	2.4	8	154.1604	14.38923
C.8.2	30	13.56	406.8	325.44	250	2.4	7	163.1556	17.90494
C.8.3	30	13.31	399.3	319.44	250	2.6	7	183.454	20.51067
C.8.4	30	13.31	399.3	319.44	250	2.4	7	169.3422	18.93293
C.8.5	30	13.99	419.7	335.76	250	2.4	7	153.2801	16.30418
Rata-rata						2.44	7.2	164.6785	17.60839

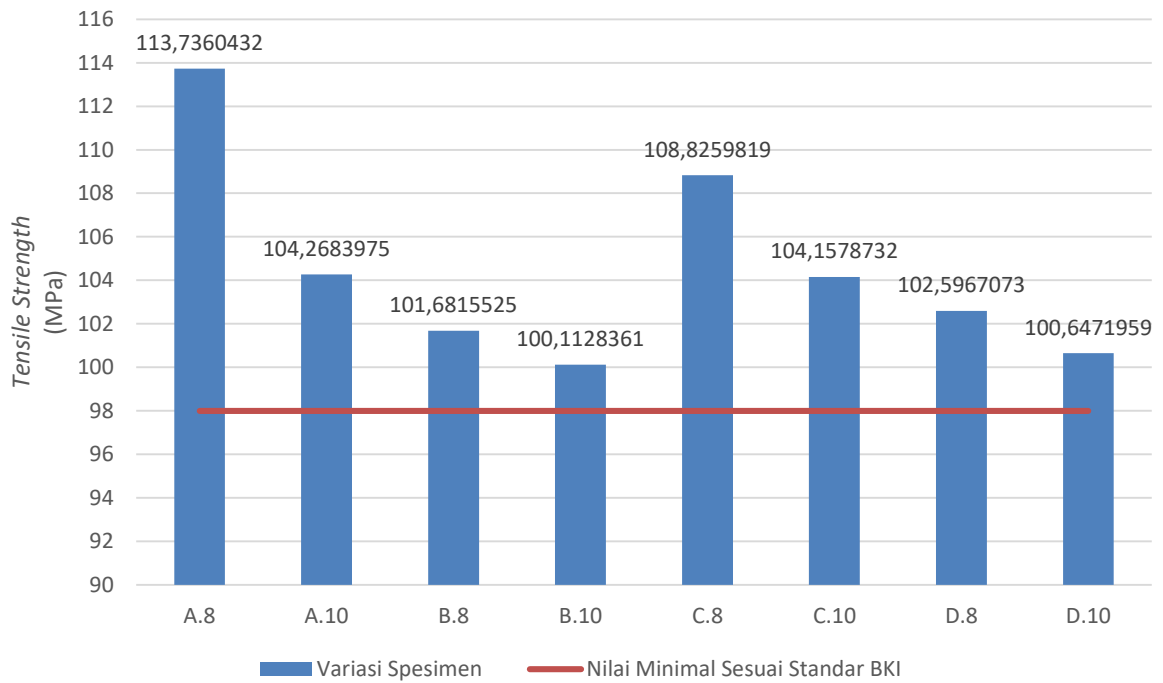
Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
C.10.1	30	14.84	445.2	356.16	260	2.8	6	165.2851	20.91433
C.10.2	30	14.37	431.1	344.88	260	2.4	8	151.0919	14.80777
C.10.3	30	14.95	448.5	358.8	260	2.4	6	139.5958	17.53377
C.10.4	30	14.65	439.5	351.6	260	2.6	7	157.4858	17.3022
C.10.5	30	14.57	437.1	349.68	260	2.6	7	159.22	17.58877
Rata-rata						2.56	6.8	154.5357	17.62937

Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
D.8.1	30	15.27	458.1	366.48	280	2.8	7	168.1156	20.55113
D.8.2	30	15.45	463.5	370.8	280	2.8	8	164.2212	17.36103
D.8.3	30	15.25	457.5	366	280	2.6	8	156.5171	16.76358
D.8.4	30	15.27	458.1	366.48	280	2.4	6	144.0991	20.55113
D.8.5	30	15.08	452.4	361.92	280	2.4	9	147.7531	14.22517
Rata-rata						2.6	7.6	156.1412	17.89041

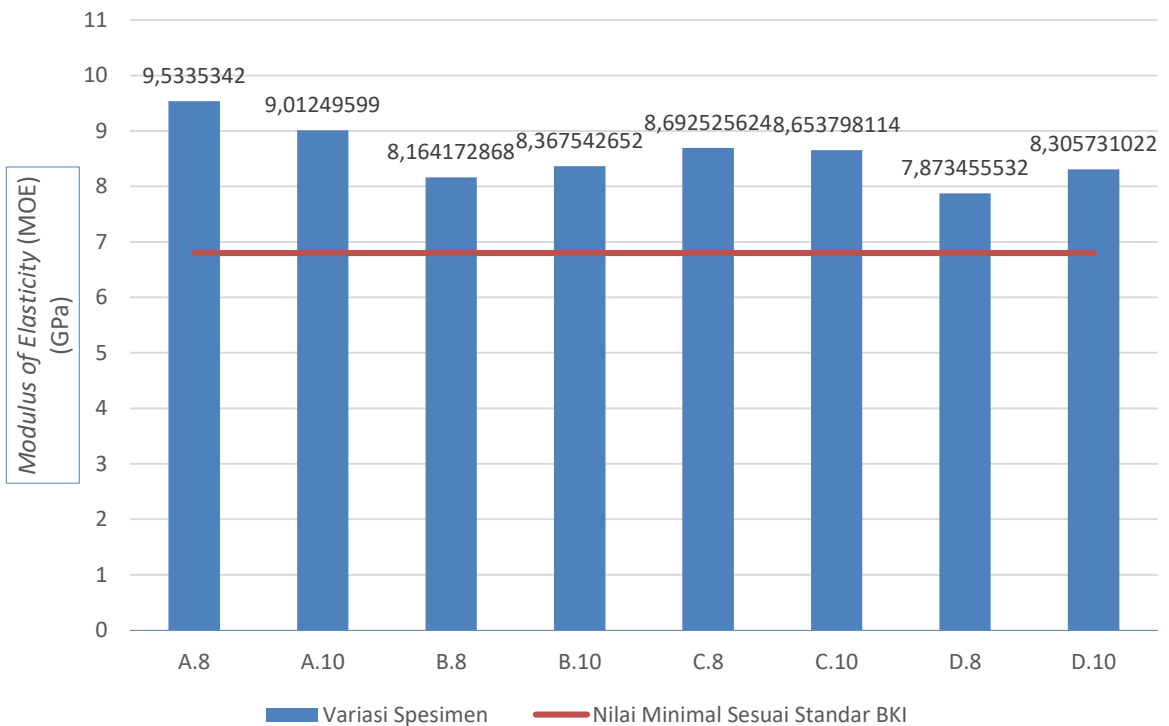
Material Code	Width	Thick	CSA	L	L Span	Breaking Load	Deflection	MOR	MOE
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	KN	(mm)	MPa	GPa
D.10.1	30	16.28	488.4	390.72	290	2.8	10	153.1853	13.18887
D.10.2	30	16.31	489.3	391.44	290	2.6	11	141.7207	11.07214
D.10.3	30	16.33	489.9	391.92	290	2.8	10	152.2487	13.06809
D.10.4	30	16	480	384	290	3	8	169.9219	18.60733
D.10.5	30	16.55	496.5	397.2	290	2.8	9	148.2279	13.94872
Rata-rata						2.8	9.6	153.0609	13.97703

LAMPIRAN F
PERBANDINGAN SIFAT MEKANIK SETIAP VARIASI

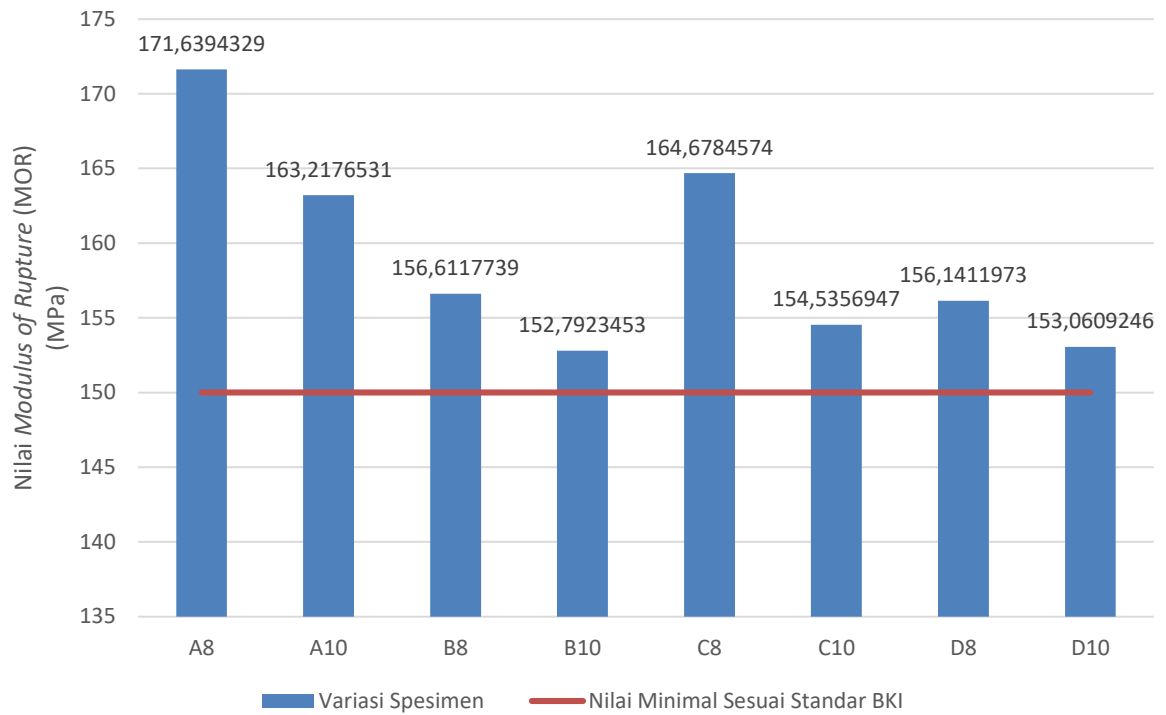
Grafik Rata-Rata Nilai *Tensile Strength*



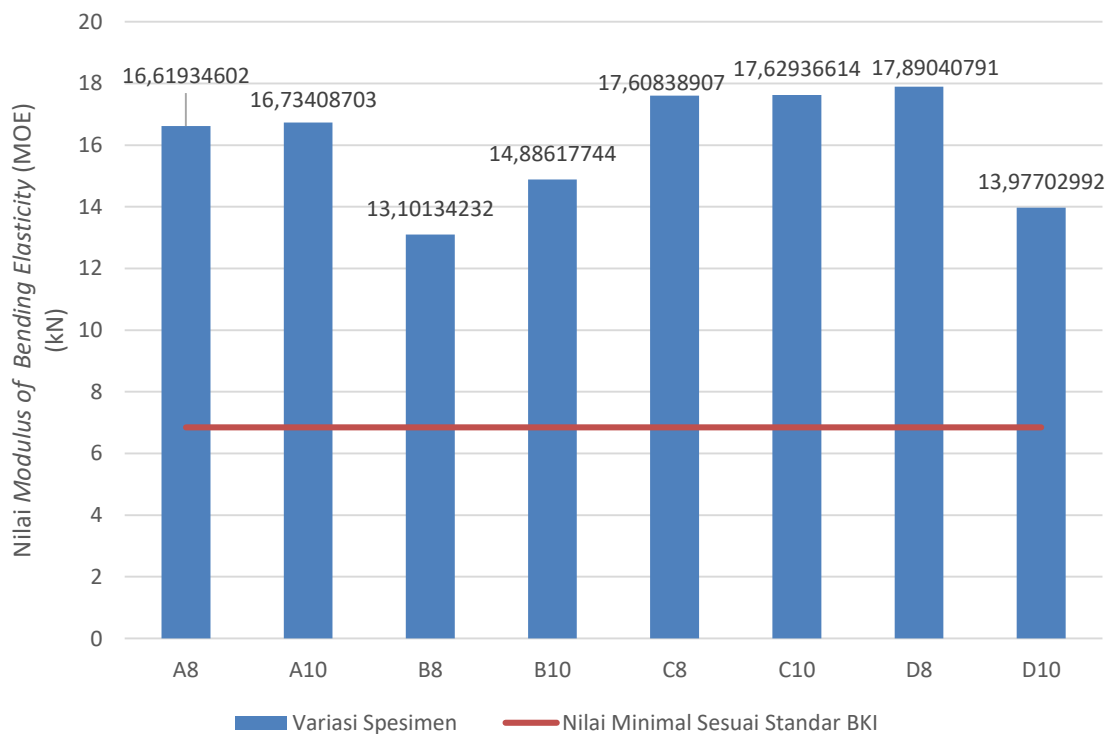
Grafik Rata-Rata Nilai *Modulus of Elasticity (MOE)*



Grafik Rata-Rata Nilai *Modulus of Rupture* (MOR)



Grafik Rata-Rata Nilai *Modulus of Bending Elasticity* (MOE)



LAMPIRAN G
GAMBAR *LINES PLAN* KAPAL IKAN FRP 10 GT



PEMERINTAH KABUPATEN NUNUKAN
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN
Kantor Dinas Kelautan dan Perikanan
Jl. Yos Sudarso No. 100, Nunukan, Kalimantan Utara
Telp. (0531) 21001, 21002, 21003

NAMA KEGIATAN

PERBAHASAN DAN PENGEMBANGAN KAPAL
PERKAWAN ALAT PENGGOLONG KAU DAN
PENGAWAKAN KAPAL PERIKANAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN KAPAL
PENYANGKAP IKAN 10 - 30 GT

LOKAS

KABUPATEN NUNUKAN

MENYETUJUI

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

N. ANWAR, S.Pi
197011200501008

MENYETUJUI / MENGESEHAKAN

KUASA PENGUNJUKAN ANGGARAN

V. SUPRIANTO, H.P., M.Si
196102271967031002

NAMA GAMBAR

SKALA

RENCANA GARIS

1 : 30

TYPE

KAPAL BANGUNAN FIBERGLASS
REINFORCE PLASTIC

KONSULTAN PERENCANA

CV. GEMAH PATRIA UTAMA
KONSULTAN TEKNIK PERENCANAAN
Jalan Jember 11, Kalimantan Utara, Kalimantan Utara

UKURAN UTAMA KAPAL

Panjang Selatannya (Loa) : 13,8 Meter
Lebar Intek (Bread) : 2,80 Meter
Tinggi Geladak (Heikichig) : 1,30 Meter
Sarat Air (Draft) : 0,50 Meter
Mesin Utama (Mesin Diesel) : 50 HP
Konsepitan jangkah : 5 - 8'00"cm
Kru : 5 - 8 Orang
Alat Tangkap : Gill Net

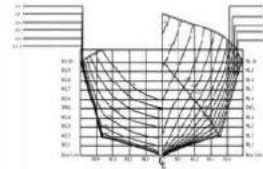
NAMA

TTD

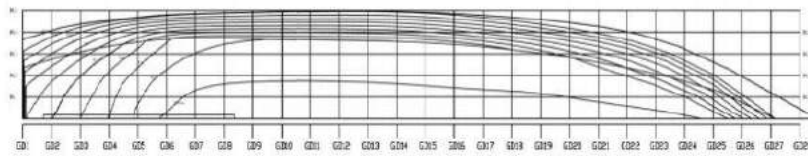
DISETUIJI EPRE WICHO

CAHYONO ST

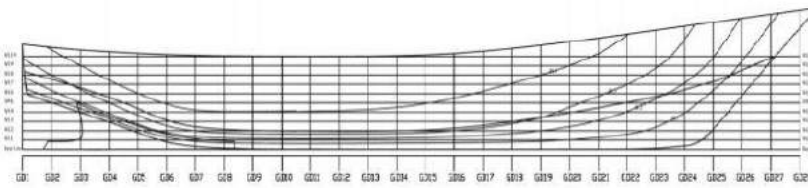
DISAMBURI GERDI AGUS CAHYADI



BODY PLAN



HALF BREADTH LAN



SHEER PLAN

LAMPIRAN H
GAMBAR *GENERAL ARRANGEMENT* KAPAL IKAN FRP 10
GT



PEMERINTAH KABUPATEN NUNUKAN
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN
Kantor Dinas Kelautan dan Perikanan
Nunukan, 2020 (1/4/2020)

NAMA KEGIATAN

PEMBINAAN DAN PENGIMBANGAN KAPAL PERIKANAN ALAT PENANGKAP IKAN DAN PENGAWAKAN KAPAL PERIKANAN

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN KAPAL PENANGKAP IKAN 10 - 30 GT

LOKAS

KABUPATEN NUNUKAN

SENYETULUJ

REJABAT PEMBUAT KOMITMEN

M. DAMAS, S.Pi
197001200301008

SENYETULUJ / MENGESEKANKAN

KUASA PENGOJUKAN ANGGARAN

K. SUPRIANTO, H. M.Si
1981022756701002

NAMA GAMBAR

SKALA

RENCANA SISTEM PENERANGAN

1 : 50

TYPE

KAPAL IKAN FRP (FIBERGLASS REINFORCE PLASTIC)

KONSULTAN PERENCANA

CN. GEMAH PATRIA UTAMA
INDONESIA PERENCANAAN KAPAL

LOKUSAN LITAMA KAPAL

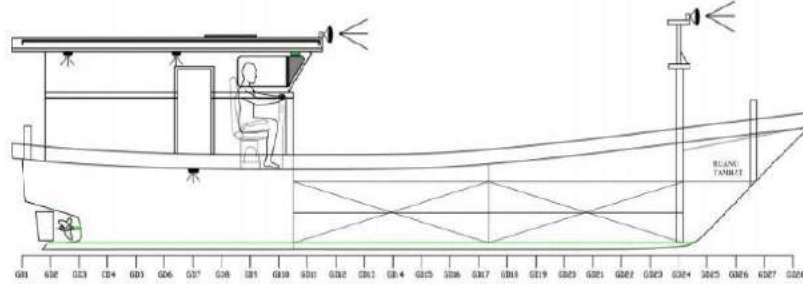
Panjang Selatannya (Loa) : 13,8 Meter
Lebar (Beam) : 2,50 Meter
Tinggi Geladak (Hrsking) : 1,20 Meter
Bau (Draft) : 0,60 Meter
Mandi Utama (Maine Class) : 03 HP
Kapasitas jajah : 5 - 6 Orang
Kiri : 5 - 6 Orang
Alat Tangkap : Gill Net

NAMA

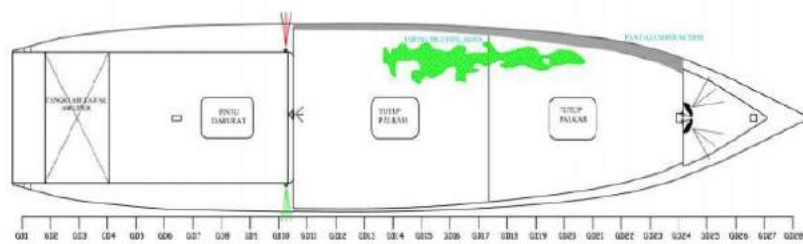
TTD

DISEYUJUKAN EPIRE YIKHO
DINYOVO ST

DIGAMBIH GERDI AGUS CHARYADI

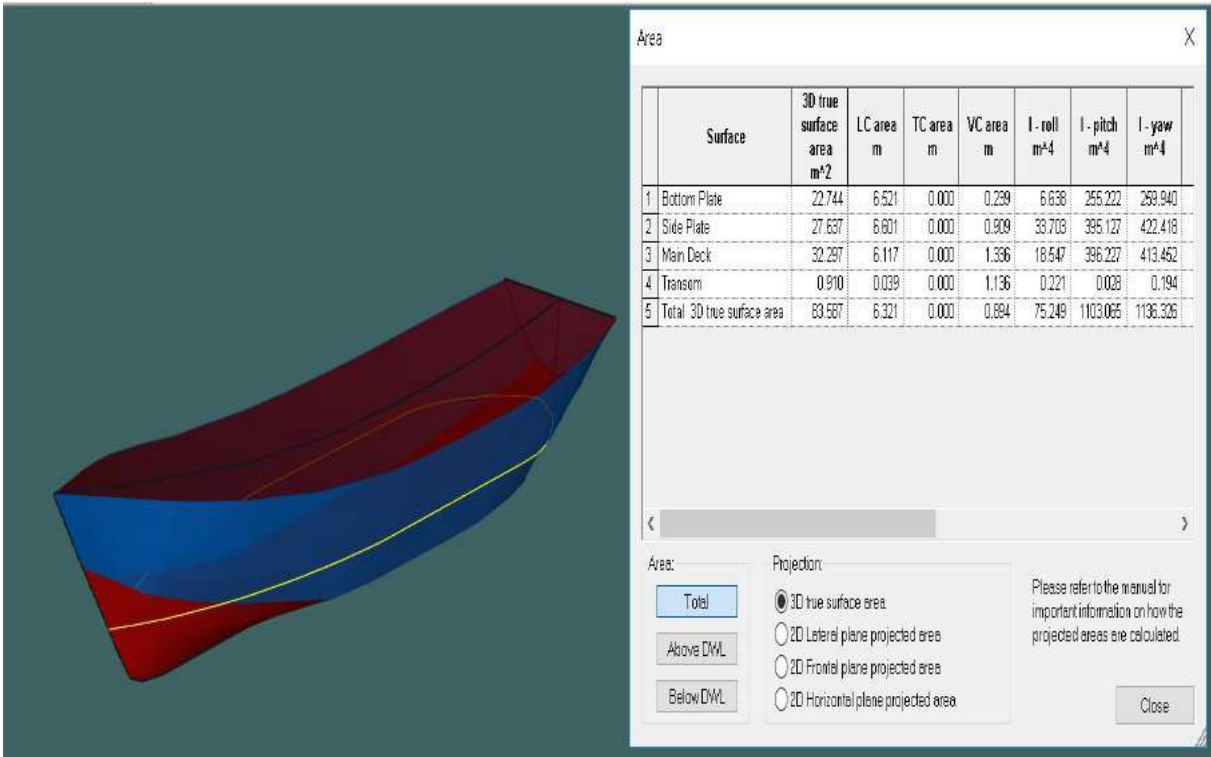


SIDE VIEW



MAIN DECK

LAMPIRAN I
DATA LUASAN KAPAL IKAN 10 GT



No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)
1	Alas	22.744
2	Sisi	27.637
3	Geladak	32.297
4	Transom	0.91
Total		83.588

LAMPIRAN J
PERHITUNGAN KONSTRUKSI KAPAL IKAN FRP 10 GT
SESUAI *RULES* BKI



KAPAL IKAN KONSTRUKSI FRP 10 GT

Main Dimension


Nama kapal :
 Type kapal : KAPAL IKAN FRP
 Sistem konstruksi : Melintang

L = 13.80 m
 H = 1.20 m
 B = 2.80 m
 T = 0.60 m

Perhitungan Konstruksi Kapal Fiber dari BKI *Fiberglass Reinforced Plastic*

Bagian	DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA		Halaman : 2
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian


7	B	1	Perhitungan Konstruksi Lunas, Alas dan Sisi																					
			<p>Lunas Lebar dari lunas : $b = 530 + 14.6 L$ $b = 530 + 14.6 * 11 = 731.48 \text{ mm}$ Lebar dari lunas tidak boleh lebih dari : $b = 0.2 B$ $b = 0.2 * 2.6 = 0.56 = 520 \text{ mm}$ jadi lebar lunas yang diambil adalah 520 mm</p> <p>Tebal Lunas Tebal lunas tidak boleh kurang dari : $t_k = 9 + 0.4 L$ $t_k = 9 + 0.4 * 11 = 14.52 \text{ mm}$ jadi tebal lunas yang diambil adalah 14.52 mm</p> <p>Susunan Laminasi Metode <i>Hand Lay Up</i></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>Gelcoat</td> <td>0.50 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>0.50 mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0.998 mm</td> <td>9 Lapisan</td> <td>8.98 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429 mm</td> <td>4 Lapisan</td> <td>5.72 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>14 Lapisan</td> <td>14.70 mm</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	0.998 mm	9 Lapisan	8.98 mm	WR 600	1.429 mm	4 Lapisan	5.72 mm	Total		14 Lapisan	14.70 mm
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																					
Gelcoat	0.50 mm	1 Lapisan	0.50 mm																					
CSM 300	0.998 mm	9 Lapisan	8.98 mm																					
WR 600	1.429 mm	4 Lapisan	5.72 mm																					
Total		14 Lapisan	14.70 mm																					
7	C	1	<p>Tebal Sisi Tebal laminasi sisi tidak boleh kurang dari : $t_s = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0.026 \cdot L}$ $t_s = 15 \cdot 0.5 \sqrt{(0.6 + 0.026 \cdot 12)}$ $t_s = 7.3 \text{ mm}$ jadi tebal sisi yang diambil adalah 8.35 mm</p> <p>di mana : a : Frame spacing</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>Gelcoat</td> <td>0.50 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>0.50 mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0.998 mm</td> <td>5 Lapisan</td> <td>4.99 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429 mm</td> <td>2 Lapisan</td> <td>2.86 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>8 Lapisan</td> <td>8.35 mm</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	0.998 mm	5 Lapisan	4.99 mm	WR 600	1.429 mm	2 Lapisan	2.86 mm	Total		8 Lapisan	8.35 mm	<p>ts = 7.3 mm</p>
			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																		
Gelcoat	0.50 mm	1 Lapisan	0.50 mm																					
CSM 300	0.998 mm	5 Lapisan	4.99 mm																					
WR 600	1.429 mm	2 Lapisan	2.86 mm																					
Total		8 Lapisan	8.35 mm																					
7	C	2	<p>Tebal Alas Tebal laminasi alas untuk single skin construction tidak boleh kurang dari : $t_B = 15.8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0.026 \cdot L}$ $t_B = 15.8 * 0.5 * \sqrt{(0.6 + 0.026 * 12)}$ $t_B = 7.74 \text{ mm}$ jadi tebal alas adalah 8.35 mm</p> <p>di mana : a : Frame spacing</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>Gelcoat</td> <td>0.50 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>0.50 mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0.998 mm</td> <td>5 Lapisan</td> <td>4.99 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429 mm</td> <td>2 Lapisan</td> <td>2.86 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>8 Lapisan</td> <td>8.35 mm</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	0.998 mm	5 Lapisan	4.99 mm	WR 600	1.429 mm	2 Lapisan	2.86 mm	Total		8 Lapisan	8.35 mm	<p>t_B = 7.74 mm</p>
			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																		
Gelcoat	0.50 mm	1 Lapisan	0.50 mm																					
CSM 300	0.998 mm	5 Lapisan	4.99 mm																					
WR 600	1.429 mm	2 Lapisan	2.86 mm																					
Total		8 Lapisan	8.35 mm																					

			KAPAL IKAN KONSTRUKSI FRP 10 GT				Main Dimension																																				
			Nama kapal :				L = 13.80 m																																				
			Type kapal :		KAPAL IKAN FRP		H = 1.20 m																																				
			Sistem konstruksi :		Melintang		B = 2.80 m																																				
			Perhitungan Konstruksi Kapal Fiber dari BKI <i>Fiberglass Reinforced Plastic</i>				T = 0.60 m																																				
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				Halaman : 3																																				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian				Hasil																																				
Perhitungan Konstruksi Geladak																																											
8	B	1	Tebal Geladak Tebal laminasi geladak tidak boleh kurang dari :				$t_n = 7.63 \text{ mm}$																																				
			$t_D = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p}$		di mana : a : Frame spacing																																						
			$p = 0,5 \cdot L + 4,6$ $p = 0,5 \cdot 12 + 4,6$ $p = 11.50$																																								
			$t_D = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{10,1}$ $t_D = 7.63 \text{ mm}$																																								
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th colspan="2">Tebal Tiap Lapis</th> <th colspan="2">Banyak Lapisan</th> <th colspan="2">Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelcoat</td> <td>0.50</td> <td>mm</td> <td>1</td> <td>Lapisan</td> <td>0.50</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0.998</td> <td>mm</td> <td>5</td> <td>Lapisan</td> <td>4.99</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429</td> <td>mm</td> <td>2</td> <td>Lapisan</td> <td>2.86</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>8</td> <td>Lapisan</td> <td>8.35</td> <td>mm</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	0.998	mm	5	Lapisan	4.99	mm	WR 600	1.429	mm	2	Lapisan	2.86	mm	Total			8	Lapisan	8.35	mm	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis		Banyak Lapisan		Total Tebal Tiap Lapis																																						
Gelcoat	0.50	mm	1	Lapisan	0.50	mm																																					
CSM 300	0.998	mm	5	Lapisan	4.99	mm																																					
WR 600	1.429	mm	2	Lapisan	2.86	mm																																					
Total			8	Lapisan	8.35	mm																																					
Perhitungan Konstruksi Gading, Balok dan Pembujur																																											
I	C	5	Tebal Gading Tebal Web dan Face tidak boleh kurang dari :				$t_G = 4 \text{ mm}$																																				
			Tebal Web = $0.034 \cdot h \cdot k$		$h = \text{Tinggi Web} = 60 \text{ mm}$																																						
			Tebal Face = $0.034 \cdot b \cdot k$		$b = \text{Lebar Web} = 80 \text{ mm}$																																						
					$k = 1$																																						
			Tebal Web = $0.034 \cdot h \cdot k$ Tebal Web = 2.04 mm																																								
			Tebal Face = $0.05 \cdot b \cdot k$ Tebal Face = 4 mm																																								
			Jadi tebal gading diambil yang terbesar yaitu 4 mm																																								
			Susunan Laminasi																																								
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th colspan="2">Tebal Tiap Lapis</th> <th colspan="2">Banyak Lapisan</th> <th colspan="2">Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0.998</td> <td>mm</td> <td>3</td> <td>Lapisan</td> <td>2.99</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429</td> <td>mm</td> <td>1</td> <td>Lapisan</td> <td>1.43</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>4</td> <td>Lapisan</td> <td>4.42</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>					Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis		Banyak Lapisan		Total Tebal Tiap Lapis		CSM 300	0.998	mm	3	Lapisan	2.99	mm	WR 600	1.429	mm	1	Lapisan	1.43	mm	Total			4	Lapisan	4.42	mm								
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis		Banyak Lapisan		Total Tebal Tiap Lapis																																						
CSM 300	0.998	mm	3	Lapisan	2.99	mm																																					
WR 600	1.429	mm	1	Lapisan	1.43	mm																																					
Total			4	Lapisan	4.42	mm																																					
Tebal Balok Geladak																																											
			Tebal Web dan Face tidak boleh kurang dari :				$t = 4 \text{ mm}$																																				
			Tebal Web = $0.034 \cdot h \cdot k$		$h = \text{Tinggi Web} = 60 \text{ mm}$																																						
			Tebal Face = $0.034 \cdot b \cdot k$		$b = \text{Lebar Web} = 80 \text{ mm}$																																						
					$k = 1$																																						
			Tebal Web = $0.034 \cdot h \cdot k$ Tebal Web = 2.04 mm																																								
			Tebal Face = $0.05 \cdot b \cdot k$ Tebal Face = 4 mm																																								
			Jadi tebal balok geladak diambil yang terbesar yaitu 4 mm																																								
			Susunan Laminasi																																								
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th colspan="2">Tebal Tiap Lapis</th> <th colspan="2">Banyak Lapisan</th> <th colspan="2">Total Tebal Tiap Lapis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSM 300</td> <td>0.998</td> <td>mm</td> <td>3</td> <td>Lapisan</td> <td>2.99</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429</td> <td>mm</td> <td>1</td> <td>Lapisan</td> <td>1.43</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Total</td> <td>4</td> <td>Lapisan</td> <td>4.42</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>					Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis		Banyak Lapisan		Total Tebal Tiap Lapis		CSM 300	0.998	mm	3	Lapisan	2.99	mm	WR 600	1.429	mm	1	Lapisan	1.43	mm	Total			4	Lapisan	4.42	mm								
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis		Banyak Lapisan		Total Tebal Tiap Lapis																																						
CSM 300	0.998	mm	3	Lapisan	2.99	mm																																					
WR 600	1.429	mm	1	Lapisan	1.43	mm																																					
Total			4	Lapisan	4.42	mm																																					

			KAPAL IKAN KONSTRUKSI FRP 10 GT				Main Dimension																																	
			Nama kapal :				L = 13.80 m																																	
Type kapal :		KAPAL IKAN FRP		H = 1.20 m																																				
Sistem konstruksi :		Melintang		B = 2.80 m																																				
				T = 0.60 m																																				
Bagian			DEFINISI-DEFINISI & UKURAN UTAMA				Halaman : 6																																	
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan / Uraian				Hasil																																	
10	B	2	<p><u>Tebal Center Girder</u></p> <p>Tebal Web Side Girder tidak boleh kurang dari :</p> $t = 0.4.L + 5$ $t = 0.4 \times 12 + 5$ $t = 9.8 \text{ mm}$ <p>Tebal Face Side Girder tidak boleh kurang dari :</p> $t = 0.4.L + 5$ $t = 0.4 \times 12 + 5$ $t = 9.8 \text{ mm}$ <p>Jadi tebal side girder adalah 9.8 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>0.998 mm</td> <td>6 Lapisan</td> <td>5.99 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429 mm</td> <td>3 Lapisan</td> <td>4.29 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>9 Lapisan</td> <td>10.27 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Tebal Floor</u></p> $t = 0.4 \times L$ $t = 0.4 \times 12$ $t = 4.8 \text{ mm}$ <p>Jadi tebal floor adalah 4.8 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>0.998 mm</td> <td>4 Lapisan</td> <td>3.99 mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>1.429 mm</td> <td>1 Lapisan</td> <td>1.43 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Total</td> <td>5 Lapisan</td> <td>5.42 mm</td> </tr> </tbody> </table>				Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	CSM 300	0.998 mm	6 Lapisan	5.99 mm	WR 600	1.429 mm	3 Lapisan	4.29 mm	Total		9 Lapisan	10.27 mm	Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis	CSM 300	0.998 mm	4 Lapisan	3.99 mm	WR 600	1.429 mm	1 Lapisan	1.43 mm	Total		5 Lapisan	5.42 mm	<p>$t_f = 9.80 \text{ mm}$</p> <p>$t_f = 4.80 \text{ mm}$</p>	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																																					
CSM 300	0.998 mm	6 Lapisan	5.99 mm																																					
WR 600	1.429 mm	3 Lapisan	4.29 mm																																					
Total		9 Lapisan	10.27 mm																																					
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis	Banyak Lapisan	Total Tebal Tiap Lapis																																					
CSM 300	0.998 mm	4 Lapisan	3.99 mm																																					
WR 600	1.429 mm	1 Lapisan	1.43 mm																																					
Total		5 Lapisan	5.42 mm																																					

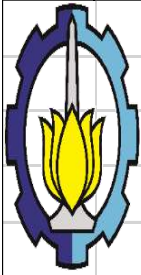
LAMPIRAN K
PERHITUNGAN KONSTRUKSI KAPAL IKAN OFRP
BERBAHAN SERAT KULIT POHON WARU 10 GT SESUAI
RULES BKI

- Perhitungan konstruksi tebal laminasi A

			KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions																	
							L =	13.8 m																
							H =	1.2 m																
							B =	2.6 m																
							T =	0.6 m																
			Perhitungan Konstruksi Kapal FRP BKI																					
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA				Halaman : 1																	
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil																	
I	C	7	Tebal Setiap Lapisan Laminasi $t = \frac{W_G}{10 \cdot \gamma_R \cdot G} + \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_G} - \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_R} \text{ (mm)}$																					
			Dimana : WG = Berat yang didesain per unit area dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving (gr/m2) G = Glass Content dari Laminasi (rasio dalam berat) (%) yR = Berat jenis dari Cured Resin yG = Berat jenis dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving																					
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Jenis Material</th> <th>Glass Content</th> <th>Berat Jenis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Chopped Strand Matt</td> <td>30%</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Woven Roving</td> <td>45%</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Resin Yukalac 157</td> <td>-</td> <td>1.10</td> </tr> </tbody> </table>				No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis	1	Chopped Strand Matt	30%	0.55	2	Woven Roving	45%	0.25	3	Resin Yukalac 157	-	1.10		
No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis																					
1	Chopped Strand Matt	30%	0.55																					
2	Woven Roving	45%	0.25																					
3	Resin Yukalac 157	-	1.10																					
			<u>Chopped Strand Matt 300</u> WG = 300 gr/m2 t = = 1.18182				t = 1.18182 mm																	
			Jadi, tebal tiap lapisan Chopped Strand Mat 300 tiap laminasi adalah 1.18182 mm																					
			<u>Woven Roving 600</u> WG = 600 gr/m2 t = = 3.06667																					
			Jadi, tebal tiap lapisan Woven Roving 600 tiap laminasi adalah 3.06667 mm				t = 3.06667 mm																	
V	A	8	Gelcoat Standart dari tebal Gelcoat adalah 0,5 mm				t = 0.5 mm																	




Bagian			KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions			
							L =	13.8 m		
							H =	1.2 m		
							B =	2.6 m		
							T =	0.6 m		
DEFINISI DAN UKURAN UTAMA			Perhitungan Konstruksi Kapal OFRP BKI				Halaman : 2			
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil			
Perencanaan Tebal Lambung										
VII	C	1	Tebal Laminasi Alas							
			Tebal Lami Lambung konstruksi FRP:							
			kurang dari :							
			$t_B = 15,8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$							
			$= 15,8 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 0,026 \cdot 11}$							
			$= 7,73555 \text{ mm}$							
			Jadi tebal minimal laminasi:				7.73555 mm			
			tb = 7.74 mm							
			Susunan Laminasi							
			Jenis Serat		Tebal Tiap Lapis (mm)		Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)	
			Gelcoat		0.5 mm		1 Lapis		0.5 mm	
			CSM 300		1.18182 mm		4 Lapis		4.727273 mm	
			WR 600		3.06667 mm		1 Lapis		3.066667 mm	
			Total				6 Lapis		8.293939 mm	
			Status						n = 6 lapis	
									tb = 8.293939 mm	
VII	C	1	Tebal Laminasi Sisi							
			Tebal Laminasi Sisi dari konstruksi single skin tidak boleh							
			kurang dari :							
			$t_s = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$							
			$= 15 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{1,2 + 0,026 \cdot 15} \cdot 0,5$							
			$= 7,34387 \text{ mm}$							
			Jadi tebal laminasi alas =				7.34387 mm			
			ts = 7.34 mm							
			Susunan Laminasi							
			Jenis Serat		Tebal Tiap Lapis (mm)		Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)	
			Gelcoat		0.5 mm		1 Lapis		0.5 mm	
			CSM 300		1.18182 mm		4 Lapis		4.727273 mm	
			WR 600		3.06667 mm		1 Lapis		3.066667 mm	
			Total				6 Lapis		8.293939 mm	
			Status						n = 6 lapis	
									tb = 8.293939 mm	
VIII	B	1	Tebal Geladak							
			Tebal geladak tidak boleh kurang dari:							
			$t_D = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p} \quad (\text{mm})$							
			$p = 0,5 \cdot L + 4,6$							
			$= 0,5 \cdot 15 + 4,6$							
			$= 11,5$							



			KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions		
							L =	13.8 m	
							H =	1.2 m	
							B =	2.6 m	
							T =	0.6 m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal OFRP BKI						
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA				Halaman :	3	
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			$td = 4,8 \cdot 0,5 \cdot (12,1)^{0,5}$ $= 8.138796$						
			Jadi tebal laminasi geladak =	8.138796 mm			td =	8.14 mm	
			Susunan Laminasi						
			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)		Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)	
			Gelcoat	0.5	mm	1	Lapis	0.5	mm
			CSM 300	1.18182	mm	4	Lapis	4.727273	mm
			WR 600	3.06667	mm	1	Lapis	3.066667	mm
			Total			6	Lapis	8.293939	mm
			Status					n =	6 lapis
								tb =	8.293939 mm


• Perhitungan konstruksi tebal laminasi B

			KAPAL IKAN 10 GT	Main Dimensions																
				L = 13.8 m																
				H = 1.2 m																
				B = 2.6 m																
				T = 0.6 m																
			Perhitungan Konstruksi Kapal OFRP BKI																	
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA	Halama 1																
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian	Hasil																
			Tebal Setiap Lapisan Laminasi $t = \frac{W_G}{10 \cdot \gamma_R \cdot G} + \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_G} - \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_R} \text{ (mm)}$																	
			Dimana : WG = Berat yang didesain per unit area dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving (gr/m ²) G = Glass Content dari Laminasi (rasio dalam berat) (%) yR = Berat jenis dari Cured Resin yG = Berat jenis dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Jenis Material</th> <th>Glass Content</th> <th>Berat Jenis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Chopped Strand Matt</td> <td>30%</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Woven Roving</td> <td>45%</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Resin Yukalac 157</td> <td>-</td> <td>1.10</td> </tr> </tbody> </table>	No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis	1	Chopped Strand Matt	30%	0.55	2	Woven Roving	45%	0.25	3	Resin Yukalac 157	-	1.10	
No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis																	
1	Chopped Strand Matt	30%	0.55																	
2	Woven Roving	45%	0.25																	
3	Resin Yukalac 157	-	1.10																	
			Chopped Strand Matt 450 WG = 450 gr/m ² t = = 1.77273	t = 1.77273 mm																
			Jadi, tebal tiap lapisan Chopped Strand Mat 300 tiap laminasi adalah 1.77273 mm																	
			Woven Roving 600 WG = 600 gr/m ² t = = 3.06667																	
			Jadi, tebal tiap lapisan Woven Roving 600 tiap laminasi adalah 3.06667 mm	t = 3.06667 mm																
V	A	8	Gelcoat Standart dari tebal Gelcoat adalah 0,5 mm	t = 0.5 mm																



			KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions																																					
							L =	13.8 m																																				
							H =	1.2 m																																				
							B =	2.6 m																																				
							T =	0.6 m																																				
			Perhitungan Konstruksi Kapal OFRP BKI																																									
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA				Halaman : 2																																					
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil																																					
			<u>Perencanaan Tebal Lambung</u>																																									
VII	C	1	<u>Tebal Laminasi Alas</u>																																									
			Tebal Lami Lambung konstruksi FRP:																																									
			kurang dari :																																									
			$tb = 15,8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$																																									
			$= 15,8 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 0,026 \cdot 11}$																																									
			$= 7,73555 \text{ mm}$																																									
			Jadi tebal minimal laminasi = 7.73555 mm				tb = 7.74 mm																																					
			Susunan Laminasi																																									
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis (mm)</th> <th colspan="2">Banyak Lapisan</th> <th colspan="2">Total Tebal (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelcoat</td> <td>0.5 mm</td> <td>1</td> <td>Lapis</td> <td>0.5</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 450</td> <td>1.77273 mm</td> <td>4</td> <td>Lapis</td> <td>7.090909</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>3.06667 mm</td> <td>1</td> <td>Lapis</td> <td>3.066667</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Total</td> <td>6</td> <td>Lapis</td> <td>10.65758</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Status</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>				Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)		Gelcoat	0.5 mm	1	Lapis	0.5	mm	CSM 450	1.77273 mm	4	Lapis	7.090909	mm	WR 600	3.06667 mm	1	Lapis	3.066667	mm	Total		6	Lapis	10.65758	mm	Status						n = 6 lapis	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)																																								
Gelcoat	0.5 mm	1	Lapis	0.5	mm																																							
CSM 450	1.77273 mm	4	Lapis	7.090909	mm																																							
WR 600	3.06667 mm	1	Lapis	3.066667	mm																																							
Total		6	Lapis	10.65758	mm																																							
Status																																												
							tb = 10.65758 mm																																					
VII	C	1	<u>Tebal Laminasi Sisi</u>																																									
			Tebal Laminasi Sisi dari konstruksi single skin tidak boleh																																									
			kurang dari :																																									
			$ts = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$																																									
			$= 15 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{(1,2 + 0,026 \cdot 15)^{0,5}}$																																									
			$= 7,34387 \text{ mm}$																																									
			Jadi tebal laminasi alas = 7.34387 mm				ts = 7.34 mm																																					
			Susunan Laminasi																																									
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Jenis Serat</th> <th>Tebal Tiap Lapis (mm)</th> <th colspan="2">Banyak Lapisan</th> <th colspan="2">Total Tebal (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gelcoat</td> <td>0.5 mm</td> <td>1</td> <td>Lapis</td> <td>0.5</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>CSM 450</td> <td>1.77273 mm</td> <td>4</td> <td>Lapis</td> <td>7.090909</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>WR 600</td> <td>3.06667 mm</td> <td>1</td> <td>Lapis</td> <td>3.066667</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Total</td> <td>6</td> <td>Lapis</td> <td>10.65758</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Status</td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>				Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)		Gelcoat	0.5 mm	1	Lapis	0.5	mm	CSM 450	1.77273 mm	4	Lapis	7.090909	mm	WR 600	3.06667 mm	1	Lapis	3.066667	mm	Total		6	Lapis	10.65758	mm	Status						n = 6 lapis	
Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)																																								
Gelcoat	0.5 mm	1	Lapis	0.5	mm																																							
CSM 450	1.77273 mm	4	Lapis	7.090909	mm																																							
WR 600	3.06667 mm	1	Lapis	3.066667	mm																																							
Total		6	Lapis	10.65758	mm																																							
Status																																												
							tb = 10.65758 mm																																					
VIII	B	1	<u>Tebal Geladak</u>																																									
			Tebal geladak tidak boleh kurang dari:																																									
			$td = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p} \quad (\text{mm})$																																									
			$p = 0,5 \cdot L + 4,6$																																									
			$= 0,5 \cdot 15 + 4,6$																																									
			$= 11,5$																																									

• Perhitungan konstruksi tebal laminasi C

			KAPAL IKAN 10 GT	Main Dimensions																
				L = 13.8 m																
				H = 1.2 m																
				B = 2.6 m																
				T = 0.6 m																
			Perhitungan Konstruksi Kapal FRP BKI																	
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA	Halaman : 1																
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian	Hasil																
I	C	7	<p>Tebal Setiap Lapisan Laminasi</p> $t = \frac{W_G}{10 \cdot \gamma_R \cdot G} + \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_G} - \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_R} \text{ (mm)}$ <p>Dimana :</p> <p>WG = Berat yang didesain per unit area dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving (gr/m2)</p> <p>G = Glass Content dari Laminasi (rasio dalam berat) (%)</p> <p>yR = Berat jenis dari Cured Resin</p> <p>yG = Berat jenis dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Jenis Material</th> <th>Glass Content</th> <th>Berat Jenis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Chopped Strand Matt</td> <td>30%</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Woven Roving</td> <td>45%</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Resin Yukalac 157</td> <td>-</td> <td>1.10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Chopped Strand Matt 300</p> <p>WG = 300 gr/m2</p> <p>t =</p> <p>= 1.18182</p> <p>Jadi, tebal tiap lapisan Chopped Strand Mat 300 tiap laminasi adalah 1.18182 mm</p> <p>Woven Roving 600</p> <p>WG = 600 gr/m2</p> <p>t =</p> <p>= 3.06667</p> <p>Jadi, tebal tiap lapisan Woven Roving 600 tiap laminasi adalah 3.06667 mm</p>	No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis	1	Chopped Strand Matt	30%	0.55	2	Woven Roving	45%	0.25	3	Resin Yukalac 157	-	1.10	t = 1.18182 mm
No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis																	
1	Chopped Strand Matt	30%	0.55																	
2	Woven Roving	45%	0.25																	
3	Resin Yukalac 157	-	1.10																	
V	A	8	<p>Gelcoat</p> <p>Standart dari tebal Gelcoat adalah 0,5 mm</p>	t = 0.5 mm																




			KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions		
							L =	13.8 m	
							H =	1.2 m	
							B =	2.6 m	
							T =	0.6 m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal FRP BKI						
Bagian			DEFINISIDAN UKURAN UTAMA				Halaman : 2		
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			Perencanaan Tebal Lambung						
VII	C	1	Tebal Laminasi Alas Tebal Lami Lambung konstruksi FRP: kurang dari : $tb = 15,8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$ $= 15,8 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 0,026 \cdot 11}$ $= 7,73555 \text{ mm}$ Jadi tebal minimal laminas = 7.73555 mm				tb =	7.74 mm	
			Susunan Laminasi						
			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan	Total Tebal (mm)			
			Gelcoat	0.5 mm	1 Lapis	0.5 mm			
			CSM 300	1.18182 mm	2 Lapis	2.363636 mm			
			WR 600	3.06667 mm	2 Lapis	6.133333 mm			
			Total		5 Lapis	8.99697 mm	n =	5 lapis	
			Status				tb =	8.99697 mm	
VII	C	1	Tebal Laminasi Sisi Tebal Laminasi Sisi dari konstruksi single skin tidak boleh kurang dari : $ts = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$ $= 15 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{(1,2 + 0,026 \cdot 15) \cdot 0,5}$ $= 7,34387 \text{ mm}$ Jadi tebal laminasi alas = 7.34387 mm				ts =	7.34 mm	
			Susunan Laminasi						
			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan	Total Tebal (mm)			
			Gelcoat	0.5 mm	1 Lapis	0.5 mm			
			CSM 300	1.18182 mm	2 Lapis	2.363636 mm			
			WR 600	3.06667 mm	2 Lapis	6.133333 mm			
			Total		5 Lapis	8.99697 mm	n =	5 lapis	
			Status				tb =	8.99697 mm	
VIII	B	1	Tebal Geladak Tebal geladak tidak boleh kurang dari: $td = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p} \quad (\text{mm})$ $p = 0,5 \cdot L + 4,6$ $= 0,5 \cdot 15 + 4,6$ $= 11,5$						



			KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions		
							L =	13.8 m	
							H =	1.2 m	
							B =	2.6 m	
							T =	0.6 m	
			Perhitungan Konstruksi Kapal FRP BKI						
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA				Halaman :	3	
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil		
			$td = 4,8 \cdot 0,5 \cdot (12,1)^{0,5}$ $= 8.138796$						
			Jadi tebal laminasi geladak =		8.138796	mm	td =	8.14 mm	
			Susunan Laminasi						
			Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)		Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)	
			Gelcoat	0.5	mm	1	Lapis	0.5	mm
			CSM 300	1.18182	mm	2	Lapis	2.363636	mm
			WR 600	3.06667	mm	2	Lapis	6.133333	mm
			Total			5	Lapis	8.99697	mm
			Status					n =	5 lapis
							tb =	8.99697 mm	

• Perhitungan konstruksi tebal laminasi D

			KAPAL IKAN 10 GT	Main Dimensions																
				L = 13.8 m																
				H = 1.2 m																
				B = 2.6 m																
				T = 0.6 m																
			Perhitungan Konstruksi Kapal FRP BKI																	
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA	Halaman : 1																
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian	Hasil																
I	C	7	<p>Tebal Setiap Lapisan Laminasi</p> $t = \frac{W_G}{10 \cdot \gamma_R \cdot G} + \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_G} - \frac{W_G}{1000 \cdot \gamma_R} \text{ (mm)}$ <p>Dimana :</p> <p>WG = Berat yang didesain per unit area dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving (gr/m²)</p> <p>G = Glass Content dari Laminasi (rasio dalam berat) (%)</p> <p>yR = Berat jenis dari Cured Resin</p> <p>yG = Berat jenis dari fiber Chopped Strand Mat atau Woven Roving</p> <table border="1" data-bbox="430 828 1053 952"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Jenis Material</th> <th>Glass Content</th> <th>Berat Jenis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Chopped Strand Matt</td> <td>30%</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Woven Roving</td> <td>45%</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Resin Yukalac 157</td> <td>-</td> <td>1.10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Chopped Strand Matt 300</p> <p>WG = 450 gr/m²</p> <p>t =</p> <p>= 1.77273</p> <p>Jadi, tebal tiap lapisan Chopped Strand Mat 300 tiap laminasi adalah 1.77273 mm</p> <p>Woven Roving 600</p> <p>WG = 600 gr/m²</p> <p>t =</p> <p>= 3.06667</p> <p>Jadi, tebal tiap lapisan Woven Roving 600 tiap laminasi adalah 3.06667 mm</p>	No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis	1	Chopped Strand Matt	30%	0.55	2	Woven Roving	45%	0.25	3	Resin Yukalac 157	-	1.10	t = 1.77273 mm
No	Jenis Material	Glass Content	Berat Jenis																	
1	Chopped Strand Matt	30%	0.55																	
2	Woven Roving	45%	0.25																	
3	Resin Yukalac 157	-	1.10																	
V	A	8	<p>Gelcoat</p> <p>Standart dari tebal Gelcoat adalah 0,5 mm</p>	t = 0.5 mm																



KAPAL IKAN 10 GT			Main Dimensions				
			L =	13.8 m			
			H =	1.2 m			
			B =	2.6 m			
			T =	0.6 m			
Perhitungan Konstruksi Kapal FRP BKI							
DEFINISIDAN UKURAN UTAMA			Halaman : 2				
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil
Perencanaan Tebal Lambung							
VII	C	1	Tebal Laminasi Alas Tebal Lami Lambung konstruksi FRP: kurang dari : $tb = 15,8 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$ $= 15,8 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,5 + 0,026 \cdot 11}$ $= 7,73555 \text{ mm}$ jadi tebal minimal laminas = 7.73555 mm				tb = 7.74 mm
Susunan Laminasi							
		Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)	
		Gelcoat	0.5 mm	1	Lapis	0.5 mm	
		CSM 450	1.77273 mm	2	Lapis	3.545455 mm	
		WR 600	3.06667 mm	2	Lapis	6.133333 mm	
		Total		5	Lapis	10.17879 mm	
		Status					
VII	C	1	Tebal Laminasi Sisi Tebal Laminasi Sisi dari konstruksi single skin tidak boleh kurang dari : $ts = 15 \cdot a \cdot \sqrt{T + 0,026 \cdot L} \quad (\text{mm})$ $= 15 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{(1,2 + 0,026 \cdot 15) \cdot 0,5}$ $= 7,34387 \text{ mm}$ Jadi tebal laminasi alas = 7.34387 mm				ts = 7.34 mm
Susunan Laminasi							
		Jenis Serat	Tebal Tiap Lapis (mm)	Banyak Lapisan		Total Tebal (mm)	
		Gelcoat	0.5 mm	1	Lapis	0.5 mm	
		CSM 450	1.77273 mm	2	Lapis	3.545455 mm	
		WR 600	3.06667 mm	2	Lapis	6.133333 mm	
		Total		5	Lapis	10.17879 mm	
		Status					
VIII	B	1	Tebal Geladak Tebal geladak tidak boleh kurang dari: $td = 4,8 \cdot a \cdot \sqrt{p} \quad (\text{mm})$ $p = 0,5 \cdot L + 4,6$ $= 0,5 \cdot 15 + 4,6$ $= 11,5$				

LAMPIRAN L
PERHITUNGAN EKONOMIS



			KAPAL IKAN 10 GT					Main Dimensions
							L = 13.8 m	
							H = 1.2 m	
							B = 2.6 m	
							T = 0.6 m	
Bagian			DEFINISI DAN UKURAN UTAMA					Hal : 1
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian					Hasil
			Perhitungan Penggunaan Serat					
			Item	Berat Serat kg/m ²	Berat 1 Roll Kg		Luas 1 roll m ²	
			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 ²)			
			1	Alas	22.744			
			2	Sisi	27.637			
			3	Geladak	32.297			
			4	Transom	0.91			
				Total	83.588			
			Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=		83.588	m ²		
			Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600					
				Berat Serat (kg/m ²)	Berat 1 roll	Luas 1 roll (m ²)	Luas	
							Banyak Laminasi	
							Luas Total(m ²)	
							Total yang dibutuhkan	
			CSM 300	0.3	30	100	83.588	5
			WR 600	0.6	30	66.667		2
								417.94
								167.176
								2.507627462
			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 ²					
			No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)		
			1	Alas	22.744	34.116		
			2	Sisi	27.637	41.4555		
			3	Geladak	32.297	48.4455		
			4	Transom	0.91	1.365		
				Total	83.588	125.382		
								Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m
H = 1.2 m
B = 2.6 m
T = 0.6 m

Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal FRP

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	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	415	kg	Rp 35,000.00	Rp 14,525,000.00
Catalyst	MEKP	2	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	4.5	roll	Rp 795,000.00	Rp 3,577,500.00
Woven Roving 600	E-Glass	3	roll	Rp 1,328,000.00	Rp 3,984,000.00
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
Total					Rp 28,099,444.60

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00
4	Roller Aluminium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp 8,841,000.00

KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m
H = 1.2 m
B = 2.6 m
T = 0.6 m

Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal FRP

DEFINISI DAN 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 14,359,500.00

Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT

No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00
2	Material Utama	1	set	Rp 28,102,875
3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500
Total				Rp 73,497,375

Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =

Rp 73,497,375

• Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP A.8

KAPAL IKAN 10 GT		Main Dimensions	
		L =	13.8 m
		H =	1.2 m
		B =	2.6 m
		T =	0.6 m
Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP			
DEFINISI DAN UKURAN UTAMA		Hal :	1
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian
			Hasil
Perhitungan Penggunaan Serat			
Item	Berat Serat kg/m ²		
CSM 300	0.3		
WR 600	0.6		
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT		Harga waru per Kg = Rp 3,000	
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen
1	Alas	22.744	Serat Waru
2	Sisi	27.637	Latex
3	Geladak	32.297	Pengrajin
4	Transom	0.91	Total
Total		83.588	
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=		83.588	m ²
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600			
	Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi
CSM 300	0.3	83.588	4
WR 600	0.6		1
Total			5
			Luas Total(m ²)
			334.352
			83.588
			417.94
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²			
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)
1	Alas	22.744	34.116
2	Sisi	27.637	41.4555
3	Geladak	32.297	48.4455
4	Transom	0.91	1.365
Total		83.588	125.382
Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg			

BAB		Ps	Ayat	KAPAL IKAN 10 GT						Main Dimensions		
										L = 13.8 m		
										H = 1.2 m		
										B = 2.6 m		
										T = 0.6 m		
				Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP						Hal : 2		
				DEFINISI DAN UKURAN UTAMA						Hasil		
				Perhitungan/Uraian								
				Biaya Material Untuk Cetakan								
				No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga			
				1	Triplek Melamine	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000			
				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 31,035,000			
				Biaya Kebutuhan Material Utama								
				Item	Tippe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)			
				Resin yukalac 157	Marine	512	kg	Rp 35,000.00	Rp 14,700,000.00			
				Catalyst	MEKP	3	kg	Rp 65,500.00	Rp 196,500.00			
				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 Waru		334.352	m ²	Rp 2,100.00	Rp 702,139.20			
				Woven Roving 600 Waru		83.588	m ²	Rp 5,600.00	Rp 468,092.80			
				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 25,943,732.00			
				Biaya Kebutuhan Material Penunjang								
				Biaya Material Alat								
				No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total			
				1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00			
				2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00			
				3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00			
				4	Roller Aluminium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00			
				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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00			
				9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00			
				Total					Rp 8,841,000.00			
				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 14,359,500.00		
				Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT								
				No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya				
				1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00				
				2	Material Utama	1	set	Rp 25,943,732				
				3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500				
				Total					Rp 71,338,232			
				Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =						Rp 71,338,232		
				Total Biaya Produksi								
				No	Kebutuhan	Biaya						
				1	Material	Rp 71,338,232						
				2	Tenaga Kerja	Rp 18,649,000						
				Total					Rp 89,987,232			

• Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP A.10

BAB		Ps	Ayat	KAPAL IKAN 10 GT				Main Dimensions	
								L =	13.8 m
								H =	1.2 m
								B =	2.6 m
								T =	0.6 m
				Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP					
Bagian				DEFINISI DAN UKURAN UTAMA				Hal : 1	
Perhitungan/Uraian				Perhitungan/Uraian				Hasil	
				Perhitungan Penggunaan Serat					
				Item	Berat Serat				
					kg/m ²				
				CSM 300	0.3				
				WR 600	0.6				
				Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT		Harga waru per Kg =		Rp 3,000	
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen	Biaya CSM 300 per m ²	Biaya WR 600 per m ²
				1	Alas	22.744	Serat Waru	Rp 300.00	Rp 600.00
				2	Sisi	27.637	Latex	Rp 300.00	
				3	Geladak	32.297	Pengrajin	Rp 1,500.00	Rp 5,000.00
				4	Transom	0.91	Total	Rp 2,100.00	Rp 5,600.00
				Total		83.588			
				Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=		83.588 m ²			
				Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600					
					Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m ²)	
				CSM 300	0.3	83.588	4	334.352	
				WR 600	0.6		1	83.588	
				Total			5	417.94	
				Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²					
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)		
				1	Alas	22.744	34.116		
				2	Sisi	27.637	41.4555		
				3	Geladak	32.297	48.4455	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg	
				4	Transom	0.91	1.365		
				Total		83.588	125.382		



KAPAL IKAN 10 GT							Main Dimensions
							L = 13.8 m
							H = 1.2 m
							B = 2.6 m
							T = 0.6 m

Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP							
DEFINISI DAN UKURAN UTAMA							Hal : 2

Bagian	Perhitungan/Uraian						Hasil
---------------	---------------------------	--	--	--	--	--	--------------

BAB	Ps	Ayat					
------------	-----------	-------------	--	--	--	--	--

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	640	kg	Rp 35,000.00	Rp16,800,000.00
Catalyst	MEKP	3.5	kg	Rp 65,500.00	Rp 229,250.00
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 Waru		334.352	m ²	Rp 2,100.00	Rp 702,139.20
Woven Roving 600 Waru		83.588	m ²	Rp 5,600.00	Rp 468,092.80
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 28,076,482.00

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00
4	Roller Alumunium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp 8,841,000.00



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m
H = 1.2 m
B = 2.6 m
T = 0.6 m

Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian

DEFINISI DAN 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 14,359,500.00

Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT

No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya
1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00
2	Material Utama	1	set	Rp 28,076,482
3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500
Total				Rp 73,470,982

Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT = Rp 73,470,982

Total Biaya Produksi

No	Kebutuhan	Biaya
1	Material	Rp 73,470,982
2	Tenaga Kerja	Rp 18,649,000
Total		Rp 92,119,982

• Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal Ikan OFRP B.8

BAB		Ps	Ayat	KAPAL IKAN 10 GT			Main Dimensions		
									L = 13.8 m
									H = 1.2 m
									B = 2.6 m
									T = 0.6 m
Bagian				DEFINISI DAN UKURAN UTAMA			Hal : 1		
Perhitungan/Uraian				Perhitungan Penggunaan Serat			Hasil		
				Item	Berat Serat kg/m ²				
				CSM 300	0.45				
				WR 600	0.6				
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT				Harga waru per Kg =			Rp 3,000		
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen	Biaya CSM 300 per m ²	Biaya WR 600 per m ²
				1	Alas	22.744	Serat Waru	Rp 500.00	Rp 600.00
				2	Sisi	27.637	Latex	Rp 300.00	
				3	Geladak	32.297	Pengrajin	Rp 1,500.00	Rp 5,000.00
				4	Transom	0.91	Total	Rp 2,300.00	Rp 5,600.00
				Total		83.588			
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=				83.588 m ²					
Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 600									
					Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m ²)	
				CSM 300	0.45	83.588	4	334.352	
				WR 600	0.6		1	83.588	
				Total			5	417.94	
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²									
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)		
				1	Alas	22.744	34.116		
				2	Sisi	27.637	41.4555		
				3	Geladak	32.297	48.4455	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg	
				4	Transom	0.91	1.365		
				Total		83.588	125.382		



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions
 L = 13.8 m
 H = 1.2 m
 B = 2.6 m
 T = 0.6 m

Perhitungan Biaya 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	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	582	kg	Rp 35,000.00	Rp18,200,000.00
Catalyst	MEKP	3	kg	Rp 65,500.00	Rp 196,500.00
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 Waru		334.352	m ²	Rp 2,300.00	Rp 769,009.60
Woven Roving 600 Waru		83.588	m ²	Rp 5,600.00	Rp 468,092.80
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					Rp29,510,602.40

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp1,620,000.00
4	Roller Alumunium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp8,841,000.00



			KAPAL IKAN 10 GT						Main Dimensions		
									L = 13.8 m		
									H = 1.2 m		
									B = 2.6 m		
									T = 0.6 m		
			Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP								
Bagian			DEFINISI DAN 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 14,359,500.00		
			Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT								
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya				
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00				
			2	Material Utama	1	set	Rp 29,510,602				
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500				
			Total						Rp 74,905,102		
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =						Rp 74,905,102		
			Total Biaya Produksi								
			No	Kebutuhan	Biaya						
			1	Material	Rp 74,905,102						
			2	Tenaga Kerja	Rp 18,649,000						
			Total				Rp 93,554,102				

• Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP B.10

		KAPAL IKAN 10 GT			Main Dimensions	
					L = 13.8 m	
					H = 1.2 m	
					B = 2.6 m	
					T = 0.6 m	
		Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP				
Bagian		DEFINISI DAN UKURAN UTAMA			Hal : 1	
BAB	Ps	Perhitungan/Uraian			Hasil	
		Perhitungan Penggunaan Serat				
		Item	Berat Serat kg/m ²			
		CSM 300	0.45			
		WR 600	0.6			
		Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT		Harga waru per Kg =		Rp 3,000
		No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen	Biaya CSM 300 per m ²
		1	Alas	22.744	Serat Waru	Rp 500.00
		2	Sisi	27.637	Latex	Rp 300.00
		3	Geladak	32.297	Pengrajin	Rp 1,500.00
		4	Transom	0.91	Total	Rp 2,300.00
		Total		83.588		Rp 5,600.00
		Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=		83.588	m ²	
		Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 600				
			Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m ²)
		CSM 300	0.45	83.588	4	334.352
		WR 600	0.6		1	83.588
		Total			5	417.94
		Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²				
		No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)	
		1	Alas	22.744	34.116	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg
		2	Sisi	27.637	41.4555	
		3	Geladak	32.297	48.4455	
		4	Transom	0.91	1.365	
		Total		83.588	125.382	



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m
H = 1.2 m
B = 2.6 m
T = 0.6 m

Perhitungan Biaya 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	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	712	kg	Rp 35,000.00	Rp20,580,000.00
Catalyst	MEKP	2.5	kg	Rp 65,500.00	Rp 163,750.00
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 Waru		334.352	m ²	Rp 2,300.00	Rp 769,009.60
Woven Roving 600 Waru		83.588	m ²	Rp 5,600.00	Rp 468,092.80
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					Rp31,857,852.40

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00
4	Roller Alumunium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp8,841,000.00



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m
H = 1.2 m
B = 2.6 m
T = 0.6 m

Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Bagian			DEFINISI DAN 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 14,359,500.00	
			Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT						
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 31,857,852		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500		
			Total					Rp 77,252,352	
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =					Rp 77,252,352	
			Total Biaya Produksi						
			No	Kebutuhan	Biaya				
			1	Material	Rp 77,252,352				
			2	Tenaga Kerja	Rp 18,649,000				
			Total				Rp 95,901,352		

• Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP C.8

BAB		Ps	Ayat	KAPAL IKAN 10 GT			Main Dimensions		
							L =	13.8 m	
							H =	1.2 m	
							B =	2.6 m	
							T =	0.6 m	
				Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP					
Bagian				DEFINISI DAN UKURAN UTAMA					Hal :
BAB				Perhitungan/Uraian					1
				Perhitungan/Uraian					Hasil
				Perhitungan Penggunaan Serat					
				Item	Berat Serat				
					kg/m ²				
				CSM 300	0.3				
				WR 600	0.6				
				Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT			Harga waru per Kg = Rp 3,000		
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen	Biaya CSM 300 per m ²	Biaya WR 600 per m ²
				1	Alas	22.744	Serat Waru	Rp 300.00	Rp 600.00
				2	Sisi	27.637	Latex	Rp 300.00	
				3	Geladak	32.297	Pengrajin	Rp 1,500.00	Rp 5,000.00
				4	Transom	0.91	Total	Rp 2,100.00	Rp 5,600.00
				Total		83.588			
				Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=			83.588 m ²		
				Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600					
					Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m ²)	
				CSM 300	0.3	83.588	2	167.176	
				WR 600	0.6		2	167.176	
				Total			4	334.352	
				Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²					
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)		
				1	Alas	22.744	34.116		
				2	Sisi	27.637	41.4555		
				3	Geladak	32.297	48.4455	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg	
				4	Transom	0.91	1.365		
				Total		83.588	125.382		



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m

H = 1.2 m

B = 2.6 m

T = 0.6 m

Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP

Hal : 2

Bagian

DEFINISI DAN UKURAN UTAMA

BAB Ps Ayat

Perhitungan/Uraian

Hasil

Biaya Material Untuk Cetakan

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	464	kg	Rp 35,000.00	Rp15,340,000.00
Catalyst	MEKP	2.5	kg	Rp 65,500.00	Rp 163,750.00
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 Waru		167.176	m ²	Rp 2,100.00	Rp 351,069.60
Woven Roving 600 Waru		167.176	m ²	Rp 5,600.00	Rp 936,185.60
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 26,668,005.20

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00
4	Roller Aluminium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp 8,841,000.00

		KAPAL IKAN 10 GT					Main Dimensions	
							L = 13.8 m	
							H = 1.2 m	
							B = 2.6 m	
							T = 0.6 m	
		Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP						
Bagian		DEFINISI DAN UKURAN UTAMA					Hal : 3	
BAB	Ps	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					Rp5,518,500.00	
		Total biaya material penunjang adalah biaya material alat + material habis pakai =					Rp 14,359,500.00	
		Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT						
		No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
		1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00		
		2	Material Utama	1	set	Rp 26,668,005		
		3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500		
		Total					Rp 72,062,505	
		Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =					Rp 72,062,505	
		Total Biaya Produksi						
		No	Kebutuhan			Biaya		
		1	Material			Rp 72,062,505		
		2	Tenaga Kerja			Rp 18,649,000		
		Total					Rp 90,711,505	

- Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP C.10

KAPAL IKAN 10 GT		Main Dimensions
		L = 13.8 m
		H = 1.2 m
		B = 2.6 m
		T = 0.6 m
Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP		
Bagian	DEFINISI DAN UKURAN UTAMA	Hal : 1
BAB	Ps	Ayat
Perhitungan/Uraian		Hasil
Perhitungan Penggunaan Serat		
Item	Berat Serat kg/m ²	
CSM 300	0.3	
WR 600	0.6	
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT		Harga waru per Kg = Rp 3,000
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)
1	Alas	22.744
2	Sisi	27.637
3	Geladak	32.297
4	Transom	0.91
Total		83.588
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=		83.588 m ²
Perhitungan Kebutuhan CSM 300 & WR 600		
	Berat Serat (kg/m ²)	Luas
CSM 300	0.3	83.588
WR 600	0.6	83.588
Total		167.176
		Banyak Laminasi
		Luas Total(m ²)
		2
		167.176
		2
		167.176
		4
		334.352
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²		
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)
1	Alas	22.744
2	Sisi	27.637
3	Geladak	32.297
4	Transom	0.91
Total		83.588
		Berat (Kg)
		34.116
		41.4555
		48.4455
		1.365
		125.382
Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg		



KAPAL IKAN 10 GT							Main Dimensions	
							L = 13.8 m	
							H = 1.2 m	
							B = 2.6 m	
							T = 0.6 m	
Perhitungan Biaya 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	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
			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 31,035,000
			Biaya Kebutuhan Material Utama					
			Item	Type	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
			Resin yukalac 157	Marine	627	kg	Rp 35,000.00	Rp19,625,000.00
			Catalyst	MEKP	2.5	kg	Rp 65,500.00	Rp 163,750.00
			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 Waru		167.176	m ²	Rp 2,300.00	Rp 384,504.80
			Woven Roving 600 Waru		167.176	m ²	Rp 5,600.00	Rp 936,185.60
			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 30,986,440.40
			Biaya Kebutuhan Material Penunjang					
			Biaya Material Alat					
			No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
			1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
			2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
			3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00
			4	Roller Aluminium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00
			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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
			9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
			Total					Rp 8,841,000.00



KAPAL IKAN 10 GT						Main Dimensions			
						L = 13.8 m			
						H = 1.2 m			
						B = 2.6 m			
						T = 0.6 m			
Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP						Hal : 3			
DEFINISI DAN UKURAN UTAMA									
Bagian	Perhitungan/Uraian					Hasil			
BAB	Ps	Ayat							
			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 14,359,500.00	
			Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT						
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya		
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00		
			2	Material Utama	1	set	Rp 30,986,440		
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500		
			Total						Rp 76,380,940
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =					Rp 76,380,940	
			Total Biaya Produksi						
			No	Kebutuhan	Biaya				
			1	Material	Rp 76,380,940				
			2	Tenaga Kerja	Rp 18,649,000				
			Total					Rp 95,029,940	

• Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP D.8

BAB		Ps	Ayat	KAPAL IKAN 10 GT			Main Dimensions		
							L =	13.8 m	
							H =	1.2 m	
							B =	2.6 m	
							T =	0.6 m	
				Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP					
Bagian				DEFINISI DAN UKURAN UTAMA					Hal :
BAB Ps Ayat				Perhitungan/Uraian					1
				Perhitungan Penggunaan Serat					Hasil
				Perhitungan Penggunaan Serat					
				Item	Berat Serat kg/m ²				
				CSM 300	0.45				
				WR 600	0.6				
				Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT			Harga waru per Kg =	Rp 3,000	
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen	Biaya CSM 300 per m ²	Biaya WR 600 per m ²
				1	Alas	22.744	Serat Waru	Rp 500.00	Rp 600.00
				2	Sisi	27.637	Latex	Rp 300.00	
				3	Geladak	32.297	Pengrajin	Rp 1,500.00	Rp 5,000.00
				4	Transom	0.91	Total	Rp 2,300.00	Rp 5,600.00
				Total		83.588			
				Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT=			83.588 m ²		
				Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 600					
					Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m ²)	
				CSM 300	0.3	83.588	2	167.176	
				WR 600	0.6		2	167.176	
				Total			4	334.352	
				Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²					
				No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)		
				1	Alas	22.744	34.116		
				2	Sisi	27.637	41.4555		
				3	Geladak	32.297	48.4455	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg	
				4	Transom	0.91	1.365		
				Total		83.588	125.382		



KAPAL IKAN 10 GT

Main Dimensions

L = 13.8 m
H = 1.2 m
B = 2.6 m
T = 0.6 m

Perhitungan Biaya 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	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Biaya Kebutuhan Material Utama

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	483	kg	Rp 35,000.00	Rp14,705,000.00
Catalyst	MEKP	2.5	kg	Rp 65,500.00	Rp 163,750.00
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 Waru		167.176	m ²	Rp 2,300.00	Rp 384,504.80
Woven Roving 600 Waru		167.176	m ²	Rp 5,600.00	Rp 936,185.60
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					Rp26,066,440.40

Biaya Kebutuhan Material Penunjang

Biaya Material Alat

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp1,620,000.00
4	Roller Aluminium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp8,841,000.00

		KAPAL IKAN 10 GT					Main Dimensions	
							L = 13.8 m	
							H = 1.2 m	
							B = 2.6 m	
							T = 0.6 m	
		Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP						
Bagian		DEFINISI DAN 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 14,359,500.00
			Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT					
			No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya	
			1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00	
			2	Material Utama	1	set	Rp 26,066,440	
			3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500	
			Total					Rp 71,460,940
			Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =					Rp 71,460,940
			Total Biaya Produksi					
			No	Kebutuhan	Biaya			
			1	Material	Rp 71,460,940			
			2	Tenaga Kerja	Rp 18,649,000			
			Total					Rp 90,109,940

- Biaya Produksi Konstruksi Kulit Kapal OFRP D.10

KAPAL IKAN 10 GT							Main Dimensions
							L = 13.8 m
							H = 1.2 m
							B = 2.6 m
							T = 0.6 m
Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP							
Bagian	DEFINISI DAN UKURAN UTAMA						Hal : 1
BAB	Ps	Ayat	Perhitungan/Uraian				Hasil
Perhitungan Penggunaan Serat							
Item	Berat Serat						
	kg/m ²						
CSM 300	0.45						
WR 600	0.6						
Data Luasan Konstruksi Kulit Kapal Ikan 10 GT					Harga waru per Kg = Rp 3,000		
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Komponen	Biaya CSM 300 per m ²	Biaya WR 600 per m ²		
1	Alas	22.744	Serat Waru	Rp 500.00	Rp 600.00		
2	Sisi	27.637	Latex	Rp 300.00			
3	Geladak	32.297	Pengrajin	Rp 1,500.00	Rp 5,000.00		
4	Transom	0.91	Total	Rp 2,300.00	Rp 5,600.00		
Total		83.588					
Luas Total Konstruksi Kulit Kapal Ikan FRP 10 GT= 83.588 m ²							
Perhitungan Kebutuhan CSM 450 & WR 600							
	Berat Serat (kg/m ²)	Luas	Banyak Laminasi	Luas Total(m ²)			
CSM 300	0.3	83.588	2	167.176			
WR 600	0.6		2	167.176			
Total			4	334.352			
Untuk penggunaan kebutuhan gelcoat berdasarkan hasil wawancara diasumsikan sebanyak 1.5 Kg untuk setiap m ²							
No	Komponen Kulit Kapal	Luas (m ²)	Berat (Kg)				
1	Alas	22.744	34.116				
2	Sisi	27.637	41.4555				
3	Geladak	32.297	48.4455	Kebutuhan Gelcoat adalah sebanyak 125.38 Kg			
4	Transom	0.91	1.365				
Total		83.588	125.382				



KAPAL IKAN 10 GT					
Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP					

Main Dimensions	
L =	13.8 m
H =	1.2 m
B =	2.6 m
T =	0.6 m

Bagian	DEFINISI DAN UKURAN UTAMA	
--------	---------------------------	--

Perhitungan/Uraian					
--------------------	--	--	--	--	--

Hal :	2
-------	---

BAB	Ps	Ayat					Hasil
-----	----	------	--	--	--	--	-------

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Triplek Melamine	50	lembar	Rp 120,000	Rp 6,000,000
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 31,035,000

Item	Tipe	Jumlah	Unit	Harga satuan	Harga(Rp)
Resin yukalac 157	Marine	744	kg	Rp 35,000.00	Rp21,240,000.00
Catalyst	MEKP	2.5	kg	Rp 65,500.00	Rp 163,750.00
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 Waru		167.176	m ²	Rp 2,300.00	Rp 384,504.80
Woven Roving 600 Waru		167.176	m ²	Rp 5,600.00	Rp 936,185.60
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 32,601,440.40

No	Jenis Material	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Kuas 2"	50	Buah	Rp 8,000.00	Rp 400,000.00
2	Kuas 3"	60	Buah	Rp 12,000.00	Rp 720,000.00
3	Kuas Roll	90	Buah	Rp 18,000.00	Rp 1,620,000.00
4	Roller Aluminium	24	Buah	Rp 175,000.00	Rp 4,200,000.00
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	166	Buah	Rp 5,000.00	Rp 830,000.00
9	Gayung	9	Buah	Rp 5,000.00	Rp 45,000.00
Total					Rp 8,841,000.00

Hasil	
-------	--



KAPAL IKAN 10 GT							Main Dimensions	
							L = 13.8 m	
							H = 1.2 m	
							B = 2.6 m	
							T = 0.6 m	
Perhitungan Biaya Konstruksi Kulit Kapal OFRP								
Bagian							DEFINISI DAN UKURAN UTAMA	
BAB							Hal : 3	
Ps	Perhitungan/Uraian						Hasil	
Ayat								
	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 14,359,500.00	
	Rekapitulasi biaya material pembuatan konstruksi kulit kapal ikan OFRP 10 GT							
	No	Jenis Material	Jumlah	satuan	Biaya			
	1	Material untuk cetakan	1	set	Rp 31,035,000.00			
	2	Material Utama	1	set	Rp 32,601,440			
	3	Material Penunjang	1	set	Rp 14,359,500			
	Total				Rp 77,995,940			
	Total biaya material untuk pembuatan konstruksi kulit kapal ikan FRP 10 GT =						Rp 77,995,940	
	Total Biaya Produksi							
	No	Kebutuhan	Biaya					
	1	Material	Rp77,995,940					
	2	Tenaga Kerja	Rp18,649,000					
	Total		Rp 96,644,940					

BIODATA PENULIS



Novando Afdhol, itulah nama lengkap penulis. Sehari-hari biasa dipanggil Vando. Dilahirkan di Padang, 27 November 1996 silam. Penulis merupakan anak satu-satunya dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Baiturrahmah, kemudian melanjutkan ke SDS Baiturrahmah, SMPN 1 Padang dan SMAN 1 Padang. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2014 melalui jalur SNMPTN. Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Dewan Perwakilan Mahasiswa BEM FTK ITS 2015/2016 serta menjadi Kepala Divisi Pemetaan dan Pemantauan Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa 2016/2017. Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Teknologi Material Mekanik.

Email: vando904@gmail.com