



**STUDI KELAIKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE
MANUFAKTUR KOMPOSIT *HYBRID* LAMINA SERAT
RAMI-SERABUT KELAPA-*FIBERGLASS* SEBAGAI
ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF MATERIAL
STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE***

SKRIPSI

ARIF RAHMAN HAKIM

1610311027

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2020**



**STUDI KELAIKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE
MANUFAKTUR KOMPOSIT *HYBRID* LAMINA SERAT
RAMI-SERABUT KELAPA-*FIBERGLASS* SEBAGAI
ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF MATERIAL
STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

ARIF RAHMAN HAKIM

1610311027

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Arif Rahman Hakim

NIM : 1610311027

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Judul Skripsi : STUDI KELAIKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE
MANUFAKTUR KOMPOSIT *HYBRID* LAMINA SERAT
RAMI-SERABUT KELAPA-*FIBERGLASS* SEBAGAI
ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF MATERIAL
STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



(Ir. M Rusdy Hatuwe, M.T.)

Penguji Utama



(Budhi Martana, S.T., M.M.)

Penguji Lembaga



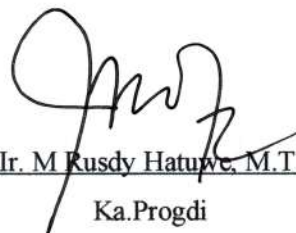
(Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si.)

Dekan Fakultas Teknik



(Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T.)

Penguji Pembimbing



(Ir. M Rusdy Hatuwe, M.T.)

Ka.Progdi

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 24 Juni 2020

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

STUDI KELAIKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE MANUFAKTUR
KOMPOSIT *HYBRID* LAMINA SERAT RAMI-SERABUT KELAPA-
FIBERGLASS SEBAGAI ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF MATERIAL*
STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE

Disusun oleh :

ARIF RAHMAN HAKIM

161.0311.027

Menyetujui,



Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T.

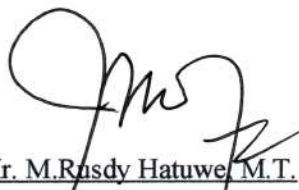
Pembimbing I



Ir. Amir Marasabessy, M.T.

Pembimbing II

Mengetahui,



Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arif Rahman Hakim

NIM : 1610311027

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi yang saya kerjakan ini merupakan hasil karya sendiri, serta semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Jakarta, 24 Juni 2020

Yang menyatakan,



Arif Rahman Hakim

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Arif Rahman Hakim
NIM : 1610311027
Fakultas : Teknik
Program Studi : S1 Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**STUDI KELAIKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE MANUFAKTUR
KOMPOSIT *HYBRID* LAMINA SERAT RAMI-SERABUT KELAPA-
FIBERGLASS SEBAGAI ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF*
*MATERIAL STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai peneliti/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 24 Juni 2020

Yang menyatakan,



(Arif Rahman Hakim)

**STUDI KELAIKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE MANUFAKTUR
KOMPOSIT *HYBRID* LAMINA SERAT RAMI-SERABUT KELAPA-
FIBERGLASS SEBAGAI ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF
MATERIAL STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE***

Arif Rahman Hakim

Abstrak

Penggunaan logam pada komponen kapal laut semakin direduksi, hal ini dikarenakan logam memiliki bobot yang berat, proses manufaktur yang sulit, dan mudah korosi. Sehingga komponen kapal laut mulai menggunakan material *non*-logam, seperti komposit. Komposit yang umum digunakan pada konstruksi lambung kapal adalah komposit *fiberglass*, pemilihan bahan ini dikarenakan material ini memiliki sifat kuat, ringan, tahan karat dan proses manufaktur yang mudah. tetapi *fiberglass* merupakan *non renewable material*, sehingga perlu dilakukan pengembangan, salah satunya dengan memanfaatkan serat alam. Serat alam yang dipilih adalah serat rami dan serabut kelapa, pemilihan bahan ini berdasarkan ketersediaan bahan yang melimpah dan sifat mekanis yang baik. Kemudian dilakukan pembuatan spesimen menggunakan metode manufaktur *hand lay-up* dengan komposisi layer G-SSK-SR 90° dan G 90° bermatrik polyester BTQN 157, yang selanjutnya dilakukan pengujian tarik. Dari hasil pengujian diketahui kuat tarik maksimum komposit G 90° lebih optimal dibandingkan komposit layer G-SSK-SR 90°. Kemudian hasil dari simulasi *static* berdasarkan rekayasa ketebalan dengan metode manufaktur dari kedua variasi komposit ini dapat dinyatakan laik berdasarkan standar mekanis BKI dan nilai *safety factor*.

Kata Kunci : *fiberglass*, serat rami, serat serabut kelapa, *hand lay-up*, uji tarik

**THE FEASIBILITY STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES AND
MANUFACTURING METHOD IN LAMINA HYBRID COMPOSITE
RAMIE FIBER-COCONUT FIBER- FIBERGLASS AS AN
ALTERNATIVE HULL SUBSTITUTION OF MATERIAL STRUCTURE
UNDER 25M-V TYPE**

Arif Rahman Hakim

Abstract

The use of metals in ship components is increasingly reduced, this is because the metal has a heavy weight, a difficult manufacturing process, and easy to corrode. So the ship components began to use non-metallic materials, such as composites. Composites commonly used in ship hull construction are fiberglass composites, this material is chosen because this material has strong, lightweight, rustproof and easy manufacturing processes. but fiberglass is a non-renewable material, so development needs to be done, one of them by utilizing natural fibers. The selected natural fibers are ramie fiber and coconut fiber, the choice of this material is based on the availability of abundant material and good mechanical properties. Then the specimen was made using a hand lay-up manufacturing method with a composition of the G-SSK-SR 90° and G 90° layer with BTQN 157 printed polyester, which was then subjected to tensile testing. From the test results it is known that the maximum tensile strength of the G 90° composite is more optimal than the G-SSK-SR 90° layer composite. Then the results of static simulation based on engineering thickness with the manufacturing method of these two composite variations can be declared feasible based on BKI mechanical standards and safety factor values.

Keywords: fiberglass, ramie fiber, coconut fiber, hand lay-up, tensile test

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI KELAYAKAN SIFAT MEKANIS DAN METODE MANUFAKTUR KOMPOSIT HYBRID LAMINA SERAT RAMI-SERABUT KELAPA-FIBERGLASS SEBAGAI ALTERNATIF *HULL SUBSTITUTION OF MATERIAL STRUCTURE UNDER 25M-V TYPE*”. Dalam penyusunannya penulis mendapatkan banyak inspirasi, bimbingan, dan motivasi penuh oleh banyak kolega, dosen fakultas teknik dan orang-orang tersayang. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang setulus tulusnya kepada :

1. Allah SWT, Karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orangtua penulis, Ibu Agustina dan Bapak Abdul Rahman yang tak henti-hentinya memberikan dukungan baik moril ataupun materil supaya penulis segera menyelesaikan skripsi ditengah pandemi covid-19 ini.
3. Kakak ku tersayang, Yuliana Gusman dan Irvan Dadi Iskandar, serta keponakanku yang menggemaskan, Raffan Dhiafakhri Iskandar yang selalu memberikan memotivasi penulis dalam setiap proses penyusunan skripsi ini
4. Bapak Dr. Reda Rizal, M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik UPN Veteran Jakarta.
5. Bapak Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T. selaku kepala program studi S-1 Teknik Mesin, terimakasih sudah menjadi pengayom yang baik untuk mahasiswa didiknya.
6. Bapak Ir. M. Galbi Bethalembah, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang tak henti-hentinya memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis mengenai materi yang dibawakan oleh penulis walaupun seluruh bimbingan hanya melalui sosial media, terimakasih pak.
7. Bapak Ir. Amir Marasabessy, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang tak henti-hentinya memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis mengenai materi yang dibawakan oleh penulis walaupun seluruh bimbingan hanya melalui sosial media, terimakasih pak.

8. Bapak Bambang, Bapak Ardi, Wahyu beserta staff laboratorium mekanis PT. Biro Klasifikasi Indonesia yang sudah mengizinkan dan membantu penulis dalam melakukan pengujian dan penelitian.
9. Seluruh penghuni Bengkel Patriot Team yang sudah mengizinkan penulis melakukan penelitian, terimakasih atas pinjaman tools yang menunjang penelitian ini, semoga saya dapat membalas kebaikan tim ini dikemudian hari, aamiin.
10. Estiqomah Anis, yang sudah mendukung dengan penuh kasih sayang dan memberikan dorongan kepada penulis, agar penulis menyelesaikan studi tepat waktu, terimakasih.
11. Muhammad Rafif, kawan setia yang selalu membantu dan mengajari penulis dalam menyelesaikan tugas mata kuliah dari semester 1 – semester 8 dengan sabar.
12. Tamam M18, Elmir M18, Padang M17 yang sudah membantu penulis dalam melakukan penelitian.
13. Mahathir Muthahhari, Nanda Bayu Pamungkas, Bayu Bagaskara, Imam Maulana, Chrisnandy Ramadhan teman PKL basis Desa Wanaherang yang sudah penulis anggap sebagai saudara, terimakasih untuk supportnya, see you on top bro.
14. M. Daffa Aly, Dimas Dwi Atmaja, Michael F, Irfan Maulana, Reza Mahendra, M. Rayhan Azward, Nauval Alfian, Mursal Setyawan, Iqbal Fahreza, terimakasih telah memberi izin penulis untuk beristirahat dan menginap di kosan sekaligus basecamp, banyak cerita di kosan ini, see you on top bro.
15. Teman-teman kabinet Abhinaya Gantari, Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin kepengurusan 2019, terimakasih sudah menjadi bagian dari sekecil perjuangan diwaktu yang singkat itu, kalian luar biasa, I really miss that moment, Solidarity Forever.
16. Seluruh staff BTA 8 Fatmawati, Dityan Zahra, Maulana Mahesa, Dwi Rizky, Akhmad Khudzaifi, M. Rafiian A, Ade Febriansyah, Heredita, yang selalu memberikan dorongan kepada penulis.

17. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2016, sudah menjadi keluarga tanpa ikatan darah. Terimakasih banyak sudah membantu sampai penulis ada dititik ini.
18. Adik-adik OPTIMIS 2017 dan OPTIMIS 2018, yang sudah mendukung penulis dalam banyak hal.
19. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah berperan dalam membantu menyukseskan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka kritik dan saran sangat diperlukan untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap di masa yang akan datang skripsi ini berguna dan bermanfaat sehingga nantinya ada sebuah pengembangan inovasi baru terhadap topik atau metode yang diangkat pada penelitian (skripsi) ini.

Jakarta, 24 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pengertian Komposit	10
2.3 Klasifikasi Komposit.....	11
2.4 Polimer	13
2.4.1 <i>Unsaturated Polyester Resin (UPR)</i>	14
2.4.2 Katalis	15
2.5 <i>Fiberglass</i>	16
2.6 Serat Rami	17
2.7 Serabut Kelapa	18
2.8 Metode Manufaktur Komposit.....	19
2.8.1 Metode <i>Hand Lay-Up</i>	19

2.8.2 Metode <i>Vacuum Bagging</i>	20
2.9 Perlakuan Alkali.....	21
2.10 Pengujian Kuat Tarik	21
2.10.1 Kurva Tegangan Regangan.....	22
2.11 Nilai <i>Safety Factor</i>	25
2.12 <i>Hull Loading</i>	25
2.13 <i>Scanding Determination</i>	26
2.14 <i>Max Load</i>	27
2.15 <i>Design Preassure</i>	28
2.15.1 <i>Dynamic Load Factor</i>	28
2.15.2 <i>Longitudinal Distribution Factor</i>	29
2.15.3 <i>Design Area Reduction Factor</i>	29
2.15.4 <i>Bottom Impact Pressure</i>	30
2.16 Standar Mekanis BKI.....	30
2.17 Desain Rancangan.....	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Flowchart Pelaksanaan Penelitian	33
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.3 Desain Specimen Pengujian.....	36
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	36
3.4.1 Alat Penelitian.....	37
3.4.2 Bahan Penelitian	39
3.5 Perencanaan Komposisi dan Laminasi.....	42
3.5.1 Komposisi Komposit	42
3.5.2 Perencanaan Layer	43
3.6 Proses Pelaksanaan	43
3.6.1 Proses Pembuatan Anyaman Serat Rami	43
3.6.2 Proses Pembuatan Layer Acak Serat Serabut Kelapa	46
3.6.3 Proses Pembuatan Spesimen.....	48
3.7 Bentuk Spesimen Pengujian.....	52
3.8 Tahapan Simulasi <i>Static Stress Analysis</i>	54

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Bentuk Morfologi Sampel Spesimen Setelah Pengujian Tarik	55
4.1.1	Bentuk Luar dari Seluruh Sampel Spesimen Pengujian	55
4.1.2	Analisa Makroskopis Hasil Uji Tarik Patahan Sampel Spesimen	57
4.2	Data Hasil Pengukuran Spesimen	60
4.2.1	Hasil Pengukuran Spesimen Komposit Serat Gelas-Serat Sabut Kelapa-Serat Rami 90° (G-SSK-SR 90°)	61
4.2.2	Hasil Pengukuran Spesimen Komposit Serat Gelas 90° (G 90°).....	62
4.3	Data Hasil Pengujian Tarik	63
4.3.1	Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Gelas-Serat Sabut Kelapa-Serat Rami 90° (G-SSK-SR 90°)	63
4.3.2	Hasil Pengujian Tarik Komposit Serat Gelas 90° (G 90°).....	65
4.4	Perbandingan Rata-Rata Tegangan Tarik, Regangan, dan Modulus Elastisitas Setiap Sampel Uji	67
4.4.1	Perbandingan Rata-Rata Hasil Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas Komposit G-SSK-SR 90°	67
4.4.2	Perbandingan Rata-Rata Hasil Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas Komposit G 90°	69
4.5	Analisis Sampel Spesimen Uji Pada Komposit yang Optimal Digunakan...	71
4.6	Perencanaan Optimalisasi Kekuatan Tarik Berdasarkan Ketebalan Komposit.....	72
4.7	Perhitungan <i>Design Pressure</i>	74
4.7.1	<i>Dynamic Load Factor</i>	75
4.7.2	<i>Longitudinal Distribution Factor</i>	76
4.7.3	<i>Design Area Reduction Factor</i>	76
4.7.4	<i>Bottom Impact Pressure</i>	78
4.8	Perhitungan Beban Maksimum pada Lambung Kapal	79
4.8.1	<i>Light Weight Tonnase(LWT)</i>	79
4.8.2	<i>Dead Weight Tonnase(DWT)</i>	80
4.9	Analisis dan Hasil Simulasi <i>Static</i> pada <i>Software Solidwork</i>	81
4.9.1	Parameter Material yang di Input pada <i>Software Solidwork</i>	81
4.9.2	Perencanaan Simulasi Berdasarkan Ketebalan <i>Hull</i>	84
4.9.3	Analisis <i>Static</i> pada <i>Hull</i> dengan variasi Pembebanan	86
4.10	Analisis <i>Safety Factor</i> pada tiap Variasi Pembebanan	93
4.11	Metode Manufaktur Komposit.....	95

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 98

5.2 Saran..... 99

DAFTAR PUSTAKA.....100

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 102

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Resin Yukalac 157 [®] <i>BQTN-EX</i>	15
Tabel 2.2 Spesifikasi Serat <i>Glass</i>	17
Tabel 2.3 Spesifikasi Serat Rami	18
Tabel 2.4 Spesifikasi Serabut Kelapa.....	19
Tabel 2.5 Tabel <i>Hull Loading</i>	25
Tabel 2.6 Faktor Reduksi Laminasi	26
Tabel 2.7 Kategori Operasi Kapal	28
Tabel 2.8 Nilai faktor berdasarkan tingkat kategori.....	29
Tabel 2.9 Standar Mekanis BKI.....	31
Tabel 2.10 Spesifikasi Teknik Kapal tipe V Lintas Nusantara	31
Tabel 3.1 Dimensi Pengujian Tarik.....	36
Tabel 3.2 Alat Penelitian.....	37
Tabel 3.3 Bahan Penelitian.....	39
Tabel 3.4 Perbandingan Komposisi Komposit.....	42
Tabel 3.5 Perencanaan Layer	43
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Spesimen Komposit G-SSK-SR 90 ⁰	61
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Spesimen Komposit G ⁰ 90	62
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Spesimen Komposit G-SSK-SR 90 ⁰	63
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Spesimen Komposit G 90 ⁰	65
Tabel 4.5 Data Pengujian tarik Komposit G-SSK-SR 90 ⁰ Beserta nilai rata-rata dan standar deviasi.....	68
Tabel 4.6 Data Pengujian Tarik Komposit G 90 ⁰ beserta nilai rata-rata dan standar deviasi.....	69
Tabel 4.7 Data perbandingan <i>Ultimate Tensile Strenght, Strain</i> dan Modulus Elastisitas dari hasil pengujian 2 variasi sampel spesimen.....	71
Tabel 4.8 Standar yang ditetapkan BKI	71

Tabel 4.9 Data Hasil Rekayasa Ketebalan	74
Tabel 4.10 Data Perlengkapan Kapal Nusantara UPN Veteran Jakarta	79
Tabel 4.11 Data Kapasitas Kapal Nusantara UPN Veteran Jakarta	80
Tabel 4.12 Data rata-rata massa jenis serat rami serabut kelapa <i>fiberglass</i>	82
Tabel 4.13 Data rata-rata massa jenis <i>fiberglass</i>	83
Tabel 4.14 Tabel <i>Safety factor</i> komposit variasi G-SSK-SR 90°	94
Tabel 4.15 Tabel <i>Safety factor</i> komposit variasi G 90°	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian Komposit Berdasarkan Penguatnya.....	11
Gambar 2.2	Komposit Partikel	12
Gambar 2.3	Komposit Fiber	12
Gambar 2.4	Komposit Lapis	13
Gambar 2.5	Resin Yukalac 157 [®] BQTN-EX	14
Gambar 2.6	Katalis (<i>Metyl Keton Peroksida</i>).....	15
Gambar 2.7	Serat Gelas	16
Gambar 2.8	Serat Rami	17
Gambar 2.9	Serabut Kelapa	18
Gambar 2.10	Proses <i>Hand Lay Up</i>	20
Gambar 2.11	Proses <i>Vacuum Bagging</i>	20
Gambar 2.12	Kurva Tegangan Regangan	22
Gambar 2.13	Desain Kapal tipe V Lintas Nusantara	31
Gambar 3.1	Flowchart Pelaksanaan Penelitian	33
Gambar 3.2	Desain Spesimen ISO 527-4	36
Gambar 3.3	Timbangan Digital	37
Gambar 3.4	Gelas Ukur 1000ml	37
Gambar 3.5	Gelas Ukur 250ml	37
Gambar 3.6	Kotak Plastik	38
Gambar 3.7	Gayung	38
Gambar 3.8	Kuas 3inch	38
Gambar 3.9	Batang Pengaduk	38
Gambar 3.10	Papan Melamin	39
Gambar 3.11	Serat Rami	39
Gambar 3.12	Sabut Kelapa	39

Gambar 3.13 Serat WR	40
Gambar 3.14 Serat CSM	40
Gambar 3.15 NaOH Serbuk	40
Gambar 3.16 Resin Yulkalac 157	40
Gambar 3.17 Aerosil.....	41
Gambar 3.18 Kobalt 50cc	41
Gambar 3.19 Katalis	41
Gambar 3.20 Pigmen Warna	41
Gambar 3.21 <i>Mirror Glaze</i>	42
Gambar 3.22 Perlakuan Alkali Serat rami	44
Gambar 3.23 Perendaman serat rami pada larutan aquades	44
Gambar 3.24 Penjemuran Serat Rami	45
Gambar 3.25 Proses Penganyaman Serat Rami	45
Gambar 3.26 Hasil Anyaman Serat Rami	45
Gambar 3.27 Proses Alkali Sabut Kelapa	46
Gambar 3.28 Perendaman Sabut Kelapa pada aquades	46
Gambar 3.29 Proses Penjemuran Serat Sabut Kelapa	47
Gambar 3.30 Proses Pembuatan Layer Acak serat sabut kelapa	47
Gambar 3.31 Hasil Layer Acak sabut kelapa	47
Gambar 3.32 Cetakan Papan Melamin	48
Gambar 3.33 Proses Pemolesan	48
Gambar 3.34 Pengadukan <i>Gelcoat</i>	49
Gambar 3.35 Lapisan <i>Gelcoat</i>	49
Gambar 3.36 Lapisan 1 <i>Hybrid</i>	50
Gambar 3.37 Lapisan 1 <i>Laminate</i>	50
Gambar 3.38 Lapisan 2 <i>Hybrid</i>	50

Gambar 3.39 Lapisan 2 <i>Laminate</i>	50
Gambar 3.40 Lapisan 3 <i>Hybrid</i>	50
Gambar 3.41 Lapisan 3 <i>Laminate</i>	50
Gambar 3.42 Lapisan 4 <i>Hybrid</i>	51
Gambar 3.43 Lapisan 4 <i>Laminate</i>	51
Gambar 3.44 Lapisan 5 <i>Hybrid</i>	51
Gambar 3.45 Lapisan 5 <i>Laminate</i>	51
Gambar 3.46 Lapisan 6 <i>Hybrid</i>	51
Gambar 3.47 Lapisan 6 <i>Laminate</i>	51
Gambar 3.48 Lapisan 7 <i>Hybrid</i>	52
Gambar 3.49 Lapisan 7 <i>Laminate</i>	52
Gambar 3.50 Sampel Spesimen G-SSK-SR 90° Sebelum Pengujian	53
Gambar 3.51 Sampel Spesimen G 90° Sebelum Pengujian	53
Gambar 3.52 Tampilan <i>Solidwork 2018</i>	54
Gambar 4.1 Visual 10 sampel spesimen variasi G-SSK-SR 90° Setelah diuji tarik.....	55
Gambar 4.2 Visual 10 sampel spesimen variasi G 90° setelah diuji tarik	56
Gambar 4.3 Visual pola patahan delaminasi dan <i>fiber pull out</i> pada komposit G-SSK-SR 90°	57
Gambar 4.4 Visual pola patahan <i>Brittle Fracture</i> pada komposit G-SSK-SR 90°	57
Gambar 4.5 Visual pola patahan <i>fiber pull out</i> pada komposit G 90°	59
Gambar 4.6 Visual <i>Cracking</i> pada patahan dan <i>void</i> pada sampel spesimen G 90°.....	59
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Regangan Komposit G-SSK-SR 90°	65

Gambar 4.8	Grafik Tegangan Regangan Komposit G 90°	67
Gambar 4.9	Beban Internal dan Impak Eksternal untuk simulasi	86
Gambar 4.10	Visual hasil tegangan komposit G-SSK-SR 90° pada simulasi static pembebanan 0% DWT	86
Gambar 4.11	Visual hasil regangan komposit G-SSK-SR 90° pada simulasi static pembebanan 0% DWT	87
Gambar 4.12	Visual hasil tegangan komposit G-SSK-SR 90° pada simulasi static pembebanan 50% DWT	87
Gambar 4.13	Visual hasil regangan komposit G-SSK-SR 90° pada simulasi static pembebanan 50% DWT	88
Gambar 4.14	Visual hasil tegangan komposit G-SSK-SR 90° pada simulasi static pembebanan 100% DWT	88
Gambar 4.15	Visual hasil regangan komposit G-SSK-SR 90° pada simulasi static pembebanan 100% DWT	89
Gambar 4.16	Visual hasil tegangan komposit G 90° pada simulasi static pembebanan 0% DWT	90
Gambar 4.17	Visual hasil regangan komposit G 90° pada simulasi static pembebanan 0% DWT	90
Gambar 4.18	Visual hasil tegangan komposit G 90° pada simulasi static pembebanan 50% DWT	91
Gambar 4.19	Visual hasil regangan komposit G 90° pada simulasi static pembebanan 50% DWT	91
Gambar 4.20	Visual hasil tegangan komposit G 90° pada simulasi static pembebanan 100% DWT	92
Gambar 4.21	Visual hasil regangan komposit G 90° pada simulasi static pembebanan 100% DWT	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan Spesimen

Lampiran 2. Bukti Hasil Timbangan Digital pada Spesimen Uji

Lampiran 3. Alat Pengujian Tarik PT. Biro Klasifikasi Indonesia

Lampiran 4. Laporan Hasil Pengujian Tarik di PT. Biro Klasifikasi Indonesia

Lampiran 5. Hasil Simulasi *Static* Menggunakan *Software Solidwork 2018*

Lampiran 6. Desain Rancangan 2D Kapal Tipe-V UPN Veteran Jakarta