

**PROSES PEMBUATAN *BODY* KAPAL PERMUKAAN TAK
BERAWAK TIPE *TRIMARAN* MENGGUNAKAN MATERIAL
POLYLACTIC ACID PRODUK 3D *PRINTED* YANG DILAPISI
KOMPOSIT SERAT CARBON**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Rifqi Syaifudin Zuhri

No. Mahasiswa : 19525107

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PROSES PEMBUATAN *BODY* KAPAL PERMUKAAN TAK
BERAWAK TIPE *TRIMARAN* MENGGUNAKAN MATERIAL
POLYLACTIC ACID PRODUK *3D PRINTED* YANG DILAPISI
KOMPOSIT SERAT CARBON**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

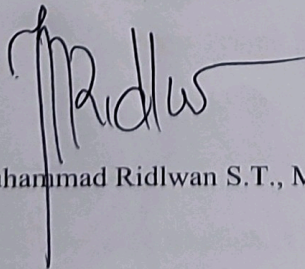
Nama : Rifqi Syaifudin Zuhri

No. Mahasiswa : 19525107

NIRM :

Yogyakarta, Mei 2024

Pembimbing



Ir. Muhammad Ridlwan S.T., M.T., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PROSES PEMBUATAN *BODY* KAPAL PERMUKAAN TAK BERAWAK TIPE *TRIMARAN* MENGGUNAKAN MATERIAL *POLYLACTIC ACID* PRODUK *3D PRINTED* YANG DILAPISI KOMPOSIT SERAT CARBON

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Rifqi Syaifudin Zuhri
No. Mahasiswa : 19525107
NIRM :

Tim Penguji

Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP

Ketua

Tanggal 30/05/2024

Ir. Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng., IPP

Anggota I

Tanggal : 29/5/2024

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP

Anggota II

Tanggal : 27 Mei 2024 .

Mengetahui

Dekan Jurusan Teknik Mesin



Dr. H. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai refensi. Apabila kemudian hari terbukti tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Mei 2024



Rifqi Syaifudin Zuhri

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan menjadikan hamba orang yang berilmu, beriman dan berakal sehat sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan telah terselesaikannya tugas akhir ini saya dedikasikan kepada :

1. Abah Suratno, S.Pd., M.Pd. dan ibu Isy sa'diyah S.Pd.I. yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan baik secara moril maupun secara material yang tiada hentinya. Semoga Allah mempermudah setiap langkah ini untuk mewujudkan keinginan abah dan ibu, sehingga dapat membalas semua ciri payah abah dan ibu selama ini dan semoga abah dan ibu selalu diberikan kesehatan serta umur panjang oleh ALLAH SWT.
2. Adek-Adek saya, Royhan dan Rafi'u yang sudah mendukung dan selalu menghibur
3. Terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen pembimbing dan pengajar yang telah meluangkan waktunya untuk mendidik, memberi ilmu, bimbingan, dan pengalaman yang sangat berarti bagi saya.
4. Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2019 atas segala dukungan, semangat, kritik dan saran yang positif.

HALAMAN MOTTO

“Engkau merdeka dari apa yang tak kau ketahui. Engkau budak dari apa yang kau serakahi.”

(Ibnu Athaillah)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan Syukur kita panjatkan kepada ALLAH SWT, karena Rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Proses Pembuatan *Body* Kapal Tak Berawak Tipe *Trimaran* Menggunakan Material *Polyatic Acid* Produk *3D Printed* Yang Dilapisi Komposit Serat Carbon.

Tugas akhir ini dibuat untuk memperoleh gelas Sarjana strata-1 pada jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia. Selain itu tugas akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang bertujuan untuk mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman ilmu yang telah didapatkan dalam bangku perkuliahan.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak menemukan hambatan serta kendala, dan mendapatkan banyak sekali bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas ridho dan Rahmat-Nya sehingga penulis masih diberikan kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan kuliah hingga selesai
2. Abah Suratno, S.Pd., M.Pd. dan ibu Isy sa'diyah S.Pd.I. serta adek Royhan dan Rafi'u atas kasih sayang, dukungan dan doanya sehingga bisa menyelesaikan kuliah sampai selesai
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Industri, Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Ir. Muhammad Ridlwan, S.T., M.T., IPP selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis, serta terima kasih untuk kritik, saran dan nasihat yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini
5. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran selama masa perkuliahan

6. Kepada Raka Era Viyo Maulana sebagai partner dalam pengerjaan tugas akhir
7. Kepada Sibro, Rega dan Gede yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini
8. Kepada teman-teman Balakosa yang telah menemani selama masa perkuliahan
9. Kepada Keluarga Rembang Yogyakarta yang telah memberikan dukungan
10. Seluruh mahasiswa S1 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Angkatan 2019 yang telah mendukung saya dalam pengerjaan tugas akhir

Dengan ini penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Wassalamua'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Mei 2024



Rifqi Syaifudin Zuhri

ABSTRAK

Body kapal permukaan tak berawak memiliki peranan sangat penting dalam kinerja dan kemampuan keseluruhan kapal. Dalam pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak ini memakai metode baru, menggunakan material *core* 3d print dengan komposit yang dilapisi serat carbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses *hand lay up* dengan *core 3D print* dapat diaplikasikan dalam pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak, menentukan strategi metode *puzzling* dalam pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak dan memahami karakteristik proses penggabungan hasil 3D *print* dengan komposit serat carbon dibandingkan menggunakan master dan cetakan. Hasil akhir dari penelitian ini adalah produk *body* kapal permukaan tak berawak yang terbuat dari bahan *polylactic acid* dan komposit serat carbon. Dimana produk ini memiliki keunggulan dalam hal mempersingkat proses pengerjaan

Kata Kunci: *Body* Kapal Permukaan Tak Berawak, 3d print, Komposit

ABSTRACT

The hull of an unmanned surface vessel plays a crucial role in the overall performance and capabilities of the vessel. This research employs a new method for manufacturing the hull using a 3D printed core material with a composite coating of carbon fiber. The objectives of this study are to determine the applicability of the hand lay-up process with a 3D printed core in the construction of the hull, to establish the strategy of the puzzling method in building the hull, and to understand the characteristics of integrating 3D printed components with carbon fiber composite compared to using traditional molds and masters. The final result of this study is an unmanned surface vessel hull made from polylactic acid and carbon fiber composite, which offers the advantage of shortening the production process.

Keywords: *Unmanned Surface Vessel Hull, 3D Print, Composite*

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	i
Lembar Pesahan Dosen Penguji	ii
Pernyataan Keaslian	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar Atau Ucapan Terimakasih Kasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	4
2.2.1 Komposit	4
2.2.2 3D Printing	5
2.2.3 Fiber Carbon	6
2.2.4 Software Cura	7
2.2.5 Trimaran	7
2.2.6 Hand Lay Up	8
Bab 3 Metode Penelitian	10
3.1 Alur Pembuatan	10
3.2 Peralatan dan Bahan	11
3.2.1 Perangkat Keras	11
3.2.2 Perangkat Lunak	11
3.2.3 Alat dan Bahan Penelitian	11
3.3 Perancangan	17
3.3.1 Proses CAD Menjadi G-code <i>File</i>	17

3.3.2	Proses Pembuatan Dengan <i>Software</i> Ultimaker Cura	17
3.3.3	Proses Pembuatan dengan mesin 3D <i>print</i>	17
3.3.4	Proses <i>Assembly</i>	18
3.3.5	Proses Pelapisan Komposit.....	18
Bab 4 Hasil Dan Pembahasan		20
4.1	Hasil Perancangan.....	20
4.1.1	Komposit.....	20
4.1.2	<i>Finishing</i>	20
4.2	Analisis dan Pembahasan	21
4.2.1	Strategi Pembuatan.....	21
4.2.2	Karakteristik Proses.....	27
4.2.3	Sistem Elektrik	31
4.2.4	Spesifikasi Produk Akhir.....	33
Bab 5 Penutup		35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
Daftar Pustaka		36
Lampiran		38

DAFTAR TABEL

Tabel 4- 1 Bagian potongan	22
----------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 <i>Creality ender 6</i>	6
Gambar 2- 2 Bentuk lambung trimaran	8
Gambar 2- 3 Proses <i>hand lay up</i>	9
Gambar 3- 1 Diagram alur pembuatan.....	10
Gambar 3- 2 <i>Fiber carbon</i>	11
Gambar 3- 3 Resin epoxy.....	12
Gambar 3- 4 <i>Hardener</i>	12
Gambar 3- 5 <i>Polyacid acid</i>	13
Gambar 3- 6 Lem dextone.....	13
Gambar 3- 7 Lem alf.....	13
Gambar 3- 8 Pylox	14
Gambar 3- 9 Thinner impala.....	14
Gambar 3- 10 Nippe 2000.....	15
Gambar 3- 11 Gunting	15
Gambar 3- 12 <i>Cutter</i>	15
Gambar 3- 13 Kuas	16
Gambar 3- 14 Timbangan	16
Gambar 3- 15 Hasil <i>assembly</i>	18
Gambar 3- 16 Proses penempelan <i>fiber carbon</i>	19
Gambar 3- 17 Proses pengolesan resin	19
Gambar 4- 1 Struktur komposit.....	20
Gambar 4- 2 Proses <i>finishing</i>	20
Gambar 4- 3 Desain body kapal permukaan tak berawak.....	21
Gambar 4- 4 Sambungan L	23
Gambar 4- 5 Bagian 1 kapal.....	24
Gambar 4- 6 Bagian 2 kapal.....	24
Gambar 4- 7 Bagian 3 kapal.....	25
Gambar 4- 8 Bagian 4 kapal.....	25
Gambar 4- 9 Bagian 5 kapal.....	26
Gambar 4- 10 Bagian 6 kapal	26

Gambar 4- 11 Bagian 7 kapal	27
Gambar 4- 12 Rangkaian elektrik kapal permukaan tak berawak	31
Gambar 4- 13 Komponen elektrik pada <i>body</i> kapal permukaan tak berawak	33
Gambar 4- 14 Berat total kapal	33
Gambar 4- 15 Hasil final.....	34

DAFTAR NOTASI

g : Gram
V : Volt
mm : Milimeter
m : Meter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini teknologi yang terus berkembang pesat, kapal permukaan tak berawak telah menjadi fokus dalam industri kelautan. Kapal permukaan tak berawak menawarkan potensi revolusioner dalam berbagai hal, mulai dari pemantauan lingkungan, pengawasan perairan dan layanan logistik. Keunggulan yang dimiliki oleh kapal tak berawak ini termasuk pengurangan risiko bagi awak kapal karena dikendalikan dari jarak jauh, kemampuan untuk beroperasi dalam kondisi berbahaya. Selain itu perkembangan material komposit yang kuat dan ringan telah memungkinkan untuk membuat kapal permukaan tak berawak

Banyak metode yang digunakan dalam pembuatan produk komposit. Sehingga tugas akhir ini mengangkat topik pembuatan *body* kapal tak berawak menggunakan inovasi baru dengan menggunakan gabungan dari material hasil 3D *print polylactic acid* dan material komposit, Dimana hasil 3D *print* digunakan juga sebagai cetakan sekaligus hasil produk. Metode tersebut dilakukan karena lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan menggunakan master dan cetakan. Alasan lain menggunakan metode ini adalah karena 3D *print* dan komposit mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing. Kelebihan 3D *print* terletak pada kemampuannya yang mencetak geometri yang kompleks, namun kelemahannya adalah hasil cetakan yang cenderung kecil, kurang kuat *structural*, dan membutuhkan waktu produksi yang *relative* lama. Disisi lain, material komposit memiliki kelebihan berupa kekuatan, kekakuan, ringan, serta ketahanan tinggi terhadap beban dinamis namun kelemahannya terletak pada keterbatasan dalam hal kompleksitas geometri yang dapat dicapai.

Berdasarkan kelebihan dan kelemahan kedua metode, maka penggabungan keduanya dapat mengatasi kelemahan masing-masing dan menjadi kelebihan tersendiri. Kombinasi antara 3D *print* dan komposit sehingga kekurangan yang ada dalam pengerjaan komposit yaitu mengenai bentuk bentuk kompleks yang sulit dapat teratasi. Dengan adanya 3D *print* memungkinkan produksi produk yang

memiliki bentuk unik atau *custom*. Untuk produk berukuran besar strategi 3D *print* dilakukan dalam beberapa bagian (*puzzling*) yang kemudian disatukan. Dengan demikian penggabungan kedua metode ini tidak hanya mengatasi kelemahan masing-masing tetapi juga membuka potensi baru dalam pembuatan produk-produk dengan kompleksitas dan ukuran beragam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengaplikasikan material *komposit serat carbon* dan teknologi 3D *print* pada *body* kapal tak berawak dengan menggabungkan kedua teknologi tersebut?
2. Bagaimana cara melakukan proses *hand lay up* yang tepat pada *body* kapal permukaan tak berawak?
3. Bagaimana strategi pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak dengan metode *puzzling* melalui teknologi 3D *print*?
4. Apakah metode penggabungan hasil 3D *print* dengan komposit serat carbon lebih efektif jika dibandingkan menggunakan master dan cetakan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini, batasan permasalahan diberikan untuk memandu pembahasan agar tetap fokus pada permasalahan yang diteliti. Beberapa batasan yang diberikan antara lain :

1. Filamen 3D *print* yang digunakan adalah *polylactic acid*
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode
3. *Hand lay up*
4. Tidak membahas desain
5. Tidak membahas sifat mekanik

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membuat produk *body* kapal permukaan tak berawak menggunakan hasil

3D *print* yang digabungkan dengan komposit lapisan serat carbon dengan metode *hand lay up*

2. Menentukan strategi pembuatan *body* kapal tak berawak dengan metode *puzzling* menggunakan 3D *print* agar efisien
3. Memahami karakteristik proses penggabungan hasil 3D *print* dengan komposit serat carbon dibandingkan menggunakan master dan cetakan

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai alternatif baru dalam pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak
2. Meningkatkan produktivitas dalam proses pengerjaan komposit

1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar laporan ini terdiri dari 5 bab, yang mana dari 5 bab tersebut dibagi lagi menjadi beberapa subbab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. Bab 1 yaitu pendahuluan, bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan
2. Bab 2 membahas tentang tinjauan pustaka yang terdiri dari landasan teori sistim dan program yang digunakan dalam membuat tugas akhir .
3. Bab 3 membahas tentang metode penelitian yang mana meliputi alur perancangan, alat dan bahan yang digunakan serta proses perancangan.
4. Bab 4 membahas mengenai hasil dari perancangan yang telah dilakukan dan analisis tentang data-data pengujian yang sudah dilakukan.
5. Bab 5 yaitu penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka pertama yang digunakan sebagai dasar penelitian ini berjudul “ *Unmanned Surface Vehicles, 15 Years of Development*” dimana dalam makalah ini membahas mengenai teknologi pendukung yang memungkinkan USV muncul sebagai platform yang layak untuk operasi kelautan serta bidang penerapannya yang bisa menawarkan nilai tambah (E.Manley, 2008).

Kajian pustaka yang kedua yaitu berjudul “Pembuatan produk komposit Sandwich tanpa cetakan menggunakan inti *core* dari hasil 3D *printing* dengan studi kasus *Aquatic Caravan* “ pada penelitian tersebut produk berhasil dicetak dalam bentuk *puzzle* yang kemudian disusun sehingga membentuk *aquatic caravan* dan dilakukan proses komposit *sandwich* dengan metode *hand lay up*. Hasil *prototype aquatic caravan* tergolong berhasil setelah diletakan diatas air tidak mengalami kebocoran (Aulia, 2019)

Kajian pustaka yang ketiga yaitu berjudul “Penggabungan metode 3D *printing* dan *hand lay up* untuk pembuatan komposit pada produk *cover* velg mobil mikro” dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggabungkan 3D *print* dan komposit dapat mempersingkat waktu dalam pembuatan produk karena dalam prosesnya tidak memerlukan master cetakan dalam pembuatan produk digantikan produk dari 3d *printing* (Sandi, 2019)

Kajian pustaka yang keempat itu pembuatan *frame drone* dilakukan oleh (Mukhlis, 2021) dengan penggabungan hasil 3D dengan *komposit sandwich*. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa *frame drone* yang telah dilapisi *komposit sandwich* memiliki ke lendutan lebih kecil dari pada *frame drone* yang tidak dilakukan pelapisan komposit *sandwich*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu material yang terdiri dari dua material atau

lebih yang berbeda. Pengembangan komposit sudah meningkatkan sistim material modern, komposit yang baik adalah komposit yang bahannya dapat meningkatkan kinerja dari pada bahan penyusunnya. Komposit dianggap sebagai hasil dari desain struktural dan optimasi dimensi dari level yang berbeda (YI & Du, 2018)

Komposit serat mempunyai kekuatan lebih tinggi dibandingkan komposit yang diperkuat partikel, komposit serat dimana serat yang digunakan sebagai pengisi dan pada umumnya resin sebagai pengikat. Pengikat ini bisa difungsikan sebagai pengisi curah dan pelindung serat (Schwartz, 1984).

Komposit adalah sistem yang terbentuk melalui pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, dalam bentuk dan komposisi material yang tidak larut satu sama lain. Pada umumnya bahan komposit adalah bahan yang memiliki beberapa sifat yang tidak mungkin dimiliki masing-masing komponen. Oleh sebab itu dapat diartikan bahwa kombinasi tersebut tidak terbatas pada bahan matrixnya (Saito & Surdia, 1985)

Kata komposit berasal dari “ to compose” yang mempunyai arti menyusun atau menggabung. Secara sederhana komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda. Jadi komposit merupakan suatu bahan gabungan atau campuran dari beberapa material pada skala makroskopis untuk membentuk material ketiga yang bermanfaat (Fajri, Tarkono, & Sugianto, 2013)

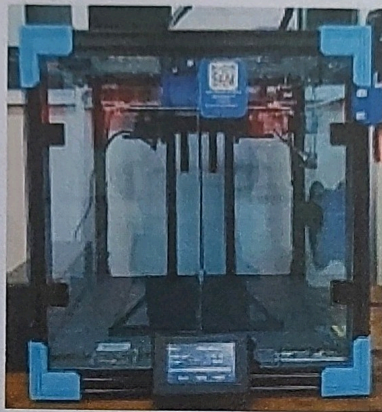
Karakteristik komposit ditentukan oleh:

1. Material yang menjadi penyusun komposit
2. Bentuk dan penyusun struktural dari komposit
3. Interaksi antar penyusun .

2.2.2 3D Printing

Menurut (Excell, 2013) *3D printing* adalah proses membentuk sebuah objek pada tiga dimensi. Cara kerjanya hampir sama dengan printer laser dengan teknik membuat objek dari sejumlah lapisan yang masing-masing dicetak diatas setiap

lapisan lainya. Teknologi ini sendiri sebenarnya sudah berkembang sejak tahun 1980-an namun belum terlalu dikenal hingga 2010. 3D *print* memiliki banyak kelebihan salah satunya verifikasi cepat dalam pengembangan *prototype* dan bagian volume produksi yang rendah, namun 3D *print* juga memiliki kelemahan salah satunya ialah ketidakmampuan untuk menghasilkan bagian dengan sifat material yang setara dengan dibuat (Redwood, 2013), berikut tampilan mesin creality ender 6 pada Gambar 2-1.



Gambar 2- 1 *Creality ender 6*

2.2.3 *Fiber Carbon*

Fiber carbon untuk komposit matriks polimer sudah digunakan untuk produksi komersial pada tahun 1960. Karena banyak aplikasi potensial termasuk teknik mesin dan industri otomotif, fiber carbon lebih diminati untuk komposit karena kualitasnya yang baik, seperti penggunaan material yang spesifik dan sangat tahan lama, rasio berat terhadap berat yang tinggi dan ketahanan udara. (Mallick, 2008),

Sifat *fiber carbon* dipengaruhi oleh beberapa faktor. Satu faktor yang paling utama adalah arah atau alur *fiber carbon*. Berbeda dengan material logam, fiber carbon khususnya disebut sebagai material anisotropik, yang artinya sifat properti material ini dipengaruhi oleh bentuk dan arah serat penyusunya (Pulungan, 2017) *Carbon fiber* mengandung 90 bentuk *fiber carbon* terdiri atas searah, bersilang, berkaitan atau tidak tentu. Kualitas *fiber carbon* adalah distribusi serat yang merata, tidak ada celah (Ahmad Fauzan Suryono, 2020)

2.2.4 *Software Cura*

Software cura adalah *software* yang digunakan untuk mendesain dengan metode desain membuat lapisan pelapisan (*slicing*) sehingga dapat menghasilkan geode yang akan digunakan untuk membuat menggunakan mesin *3D print* (Ultimaker, 2015). Pengaturan yang digunakan dalam *software* ultimaker cura diantaranya sebagai berikut :

1. *Support*
2. *Print Speed*
3. *Infill Density*
4. *Infill Patern*
5. *Printing Temperatur*
6. *Buid Temperatur*
7. *Buid Plate Adhesion*

2.2.5 *Trimaran*

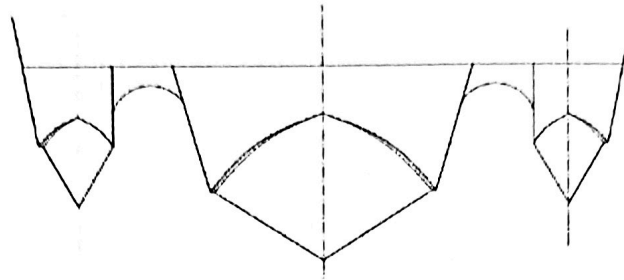
Trimaran merupakan kapal dengan tiga lambung disebut juga *trihull*. Lambungnya terdiri dari lambung utama (*mainhull*) dan lambung kedua sisinya (*sidehull*) atau disebut juga *demihull*. Dimaan ketiga lambung tersebut dihubungkan langsung oleh dek kapal sehingga mempunyai *water plane area* masing-masing. Dengan adanya ketiga lambung yang dimilikinya sehingga kapal *trimaran* mempunyai gerakan stabilitas tinggi dan tahanan yang baik. *Trimaran* lebih stabil dan cepat karena dengan tiga lambungnya dapat mengurangi gerakan dan tahanan yang ditimbulkan. (Fathon & Sulisetyono, 2012)

Secara umum *trimaran* adalah sama dengan lambung lainnya. Hanya saja *trimaran* ini lebih efektif dan efisien dari lambung kapal lainnya. Adapun beberapa kelebihan yang dimiliki atau diberikan pada kapal yang memiliki bentuk lambung *trimaran* adalah :

1. Mempunyai geladak yang lebih lebar dan luas sehingga dapat lebih mudah dalam penempatan muatan yang membutuhkan *space* lebar.
2. Bentuk *trimaran* sangat berperan penting untuk mengurangi WSA sehingga hambatan pada kapal semakin berkurang dan mampu menghasilkan kecepatan yang tinggi dan mengurangi konsumsi bahan

bakar.

3. Peningkatan kecepatan tercapai dengan daya mesin rendah.
4. Kenyamanan dan kestabilan yang dihasilkan lebih baik sehingga apabila digunakan sebagai alat transportasi pun sesuai.



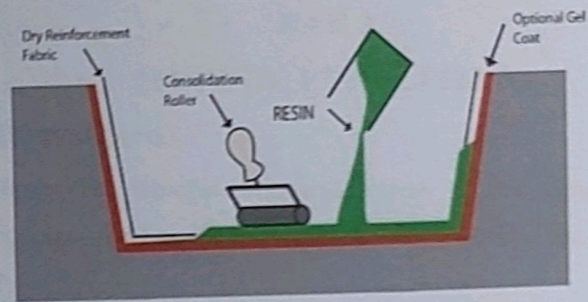
Gambar 2- 2 Bentuk lambung trimaran

2.2.6 *Hand Lay Up*

Proses pengerjaan komposit dengan *hand lay up* dilakukan dengan lapis demi lapis yang berisi resin dan bahan penguat hingga ketebalan yang diinginkan, setelah didapatkan ketebalan yang diinginkan maka proses berikutnya meratakan dan menghilangkan udara yang ada di permukaan, metode ini biasanya digunakan pada *body* kendaraan, kapal, dan bilah turbin.

Pada saat proses pelapisan menjadi bentuk dengan tangan dan kemudian menempel kuat pada lapisan sebelumnya atau permukaan cetakan tanpa meninggalkan kantong udara diantara lapisan. Hal ini dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi, memiliki biaya relatif rendah dan sangat mudah untuk diaplikasikan pada komponen baru dan perubahan desain. Metode *hand lay up* lebih ditekankan untuk pembuatan produk sederhana serta hanya menuntut satu sisi yang memiliki permukaan halus (Gibson, 2016)

Metode pembuatan komposit dengan *hand lay up* dilakukan dengan menempatkan resin dan bahan penguat seperti carbon fiber, serat alam dan fiber glass secara berlapis-lapis sesuai dengan yang diinginkan tercapai, langkah selanjutnya menggunakan roller untuk meratakan lapisan dan menghilangkan gelembung udara dari permukaan hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2-3.

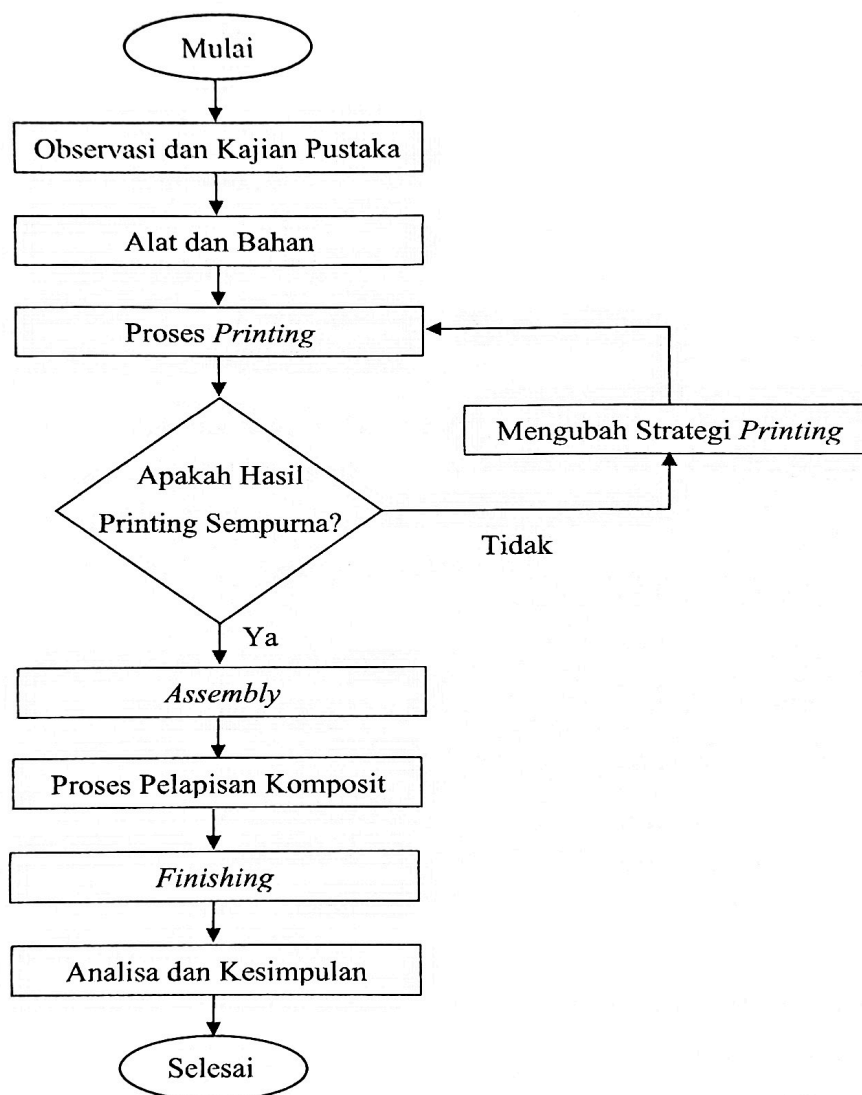


Gambar 2- 3 Proses *hand lay up*

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Pembuatan

Alur pembuatan berupa tahapan-tahapan proses yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Alur pembuatan berupa diagram alir yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3- 1 Diagram alur pembuatan

3.2 Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan untuk membuat kapal tak berawak menggunakan metode *hand lay up* dengan core 3D *print*. Adapun macam-macam alat yang digunakan oleh penulis yaitu :

3.2.1 Perangkat Keras

1. Laptop Lenovo Legion Y540
2. Mesin 3d *Print* Creality Ender 6 Bed 250 x 250 x 400mm

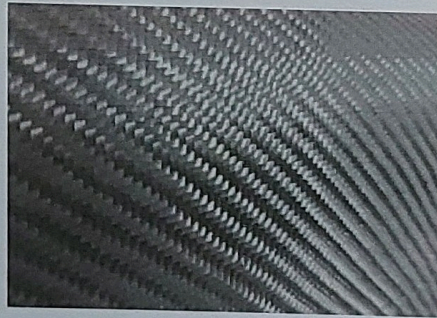
3.2.2 Perangkat Lunak

1. *Software* Solidwork 2021
2. Ultimaker Cura 5.1

3.2.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. *Fiber Carbon*

Fiber carbon berfungsi sebagai *skin* pada komposit, *fiber carbon* yang digunakan twill 3K 200gsm ukuran 150 x 50 cm. Bentuk *fiber carbon* dapat dilihat pada Gambar 3-2.



Gambar 3- 2 *Fiber carbon*

2. Resin Epoxy

Resin epoxy merupakan senyawa dari hasil *polimerisasi eposida*, resin ini berfungsi merekatkan *fiber carbon* dan spesimen menjadi satu material dengan komposit dengan menggunakan metode *hand lay up*. Bentuk resin epoxy dapat dilihat pada Gambar 3-3.



Gambar 3- 3 Resin epoxy

3. *Hardener*

Hardener berfungsi untuk mempercepat pengerasan resin pada proses *hand lay up* dengan dicampurkan dengan resin epoxy. Bentuk *hardener* dapat dilihat pada gambar 3-4.



Gambar 3- 4 *Hardener*

4. *Polylactic Acid*

Polylactic acid ini digunakan sebagai dasar atau *core* pada *body* kapal tak berawak yang dicetak menggunakan *3d print*. ini mempunyai ukuran 1.75 mm dengan *standart* dipasaran yang mudah didapatkan. Bentuk *polylactic acid* dapat dilihat pada Gambar 3-5.



Gambar 3- 5 Polyacid acid

5. Lem Dextone

Lem dextone digunakan sebagai bahan untuk menyambungkan antara 1 *puzzle* dengan beberapa *puzzle* yang lain supaya menjadi satu produk *body* kapal permukaan tak berawak. Bentuk lem dextone dapat dilihat pada Gambar 3-6.



Gambar 3- 6 Lem dextone

6. Lem Alf

Lem alf ini digunakan untuk menempelkan carbon fiber dengan *core*. Bentuk lem alf dapat dilihat pada gambar 3-7.



Gambar 3- 7 Lem alf



Gambar 3- 10 Nippe 2000

10. Gunting

Gunting merupakan alat potong yang digunakan untuk memotong carbon fiber yang berlebih dari penempelan carbon fiber. Bentuk gunting dapat dilihat pada Gambar 3-11.



Gambar 3- 11 Gunting

11. Cutter

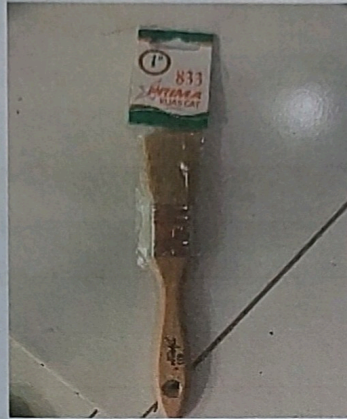
Cutter adalah sebuah alat potong yang digunakan untuk merapikan sisa-sisa hasil potongan carbon fiber pada produk. Bentuk dapat cutter dilihat pada gambar 3-12.



Gambar 3- 12 *Cutter*

12. Kuas

Kuas digunakan untuk meratakan campuran resin dan *hardener* ke *carbon fiber* yang sudah menempel pada core. Bentuk kuas dapat dilihat pada Gambar 3-13.



Gambar 3- 13 Kuas

13. Timbangan

Timbangan berfungsi untuk mengukur berat kapal tak berawak, resin epoxy dan *hardener*, lem alf dan *hardener*. Hal ini dilakukan untuk menentukan data yang akan digunakan. Bentuk timbangan dapat dilihat pada Gambar 3-14.



Gambar 3- 14 Timbangan

3.3 Perancangan

Proses Pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak

3.3.1 Proses CAD Menjadi G-code File

Pada proses ini akan melakukan penyimpanan *file* yang sudah tersimpan dalam bentuk SLDprt dari solidwork di import ke STL (*Streo Lithography*) agar bisa terbuka di *software* ultimaker cura untuk bisa selanjutnya dibuat produk.

3.3.2 Proses Pembuatan Dengan *Software* Ultimaker Cura

Proses ini menerjemahkan objek 3D ke dalam perintah (G-Code) ke mesin 3D *print* untuk mencetak sesuai setting yang sudah dibuat. Setelah itu proses slicing juga memiliki 3 langkah :

1. *Add Object*

Menambahkan *object* 3D dari solidwork yang sudah diubah ke .stl ke *software* ultimaker cura. Tata bagaimana posisi *object* yang akan dicetak dengan mengatur posisi, rotasi benda dengan memaksimalkan dimensi 3D *print* agar *printing proses* optimal,

2. *Print Setting*

Pada bagian ini yang diatur adalah ;

- a. *Material*

- b. *Speed*

- c. *Support*

- d. *Build Plate Adhesion*

3. *Slice*

Secara otomatis menerjemahkan benda 3D menjadi perintah G-code yang dikenali oleh mesin 3D *print*

4. Simpan ke *SD Card*

Setelah mengatur posisi dan strategi maka *save* G-code. Perintah ini lah yang akan dikenali oleh mesin printer, sehingga mencetak sesuai dengan yang diatur.

3.3.3 Proses Pembuatan dengan mesin 3D *print*

Adapun mesin 3D *print* yang digunakan adalah tipe Creality Ender.

Setelah mesin siap dilanjutkan ke beberapa langkah berikut :

1. Masukkan Sd card ke tempat disediakan di mesin 3D *print*.
2. Mengatur posisi bet dan *nozzle* ke titik awal (*home*).
3. Pilih *file* yang akan dieksekusi.
4. Mulai mengeprint.
5. Tunggu dan sesekali dicek untuk memastikan bahwa proses proses *print*.

3.3.4 Proses *Assembly*

Pada saat proses *print* ada total 7 *part* yang akan dicetak dengan total berat 1.5 28 Kg. Dari total *part* yang terdiri dari 5 *part* bagian bawah dan 3 *part* bagian atas. Untuk proses menghubungkan per *part* dan di perkuat oleh lem dextone.



Gambar 3- 15 Hasil *assembly*

3.3.5 Proses Pelapisan Komposit

Pengerjaan pelapisan komposit yang dilakukan menggunakan metode *hand lay up*, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan, pada tahap ini dilakukan pembersihan permukaan hasil 3D *print* yang akan di lapisi komposit harus diampelas dahulu.
2. Membuat campuran lem alf dengan *hardener* dengan perbandingan 1:1 beratnya lalu diaduk dan dioleskan pada bagian permukaan hasil 3D *print* yang akan di komposit.
3. Susun carbon fiber sesuai dengan bentuk 3D *print*.



Gambar 3- 16 Proses penempelan *fiber carbon*

4. Membuat campuran resin epoxy dan *hardener* dengan perbandingan 4:1 beratnya lalu diaduk rata.
5. Oleskan secara merata dikit demi sedikit pada bagian carbon fiber yang sudah menempel, hindari terlalu banyak memberi resin sekaligus, tetapi tambahkan secara bertahap karena metode *hand lay up* cenderung menghasilkan ketebalan yang tidak konsisten dan distribusi resin yang tidak merata.



Gambar 3- 17 Proses pengolesan resin

6. Jemur di bawah sinar matahari dan biarkan hingga mengering sepenuhnya.
7. Selanjutnya merapikan *carbon fiber* yang berlebih.

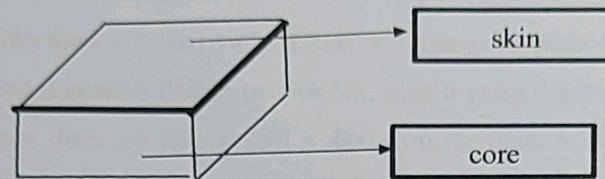
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Komposit

Struktur komposit serat carbon ini terdiri dari satu lapis yaitu :



Gambar 4- 1 Struktur komposit

Susunan struktur komposit serat carbon tersebut dibuat dengan metode *hand lay up* . lamina struktur komposit tersusun dari 1 lamina serat carbon yang terletak pada bagian luar dan inti *core* terletak pada bagian dalam.

4.1.2 *Finishing*

Body kapal permukaan tak berawak yang telah selesai *diassembly* dan dilapisi serat carbon, kemudian dilakukan *finishing* untuk tampilan yang lebih menarik. Proses *finishing* melibatkan pelapisan *clear coat*. Pelapisan ini diulang beberapa kali untuk menonjolkan motif dari *carbon* itu sendiri. Proses finising dapat dilihat pada Gambar 4-2 .



Gambar 4- 2 Proses *finishing*

4.2 Analisis dan Pembahasan

4.2.1 Strategi Pembuatan

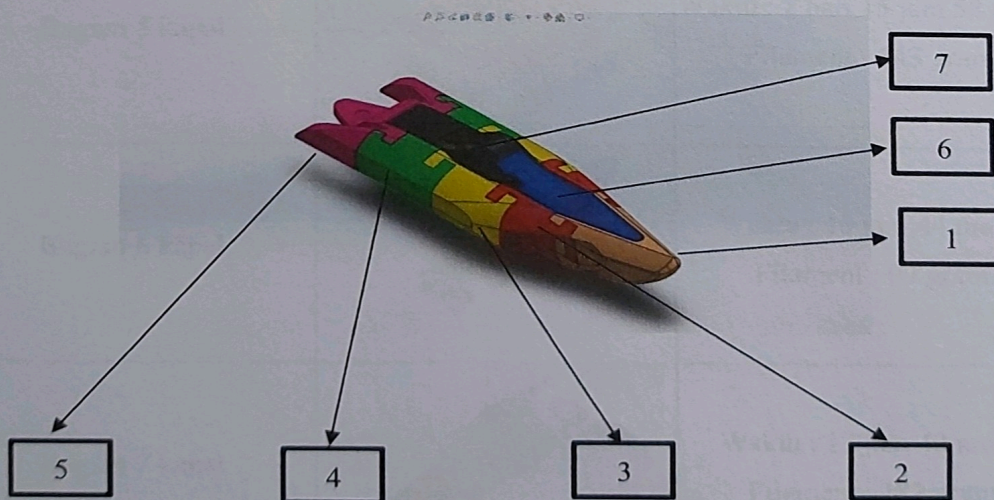
Adanya beberapa kendala yang timbul saat menggunakan *3D print* sebagai inti *core*. Kendala-kendala tersebut meliputi ukuran atau dimensi yang tidak sesuai serta efektivitas pada saat proses *print* produk menggunakan mesin *3D print*.

4.2.1.1 Ukuran dan Dimensi

Ukuran atau dimensi yang dimaksud mengacu pada keterbatasan dimensi *3D print*. Sebagai contoh dalam proyek ini, mesin yang digunakan adalah *Creality Ender-6* dengan dimensi 250 x 250 x 400 mm, sementara dimensi produk yang dibuat yaitu *body* kapal permukaan tak berawak adalah 770 x 220 x 120 mm. Dengan perbedaan dimensi tersebut, maka mencetak produk menggunakan mesin tersebut sangat tidak mungkin dilakukan.


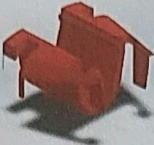
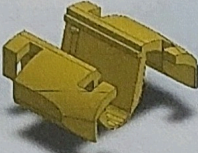
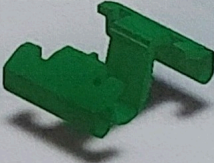

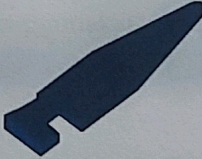
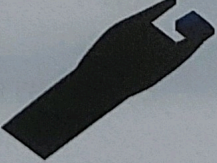
4.2.1.2 *Puzzling*

Setelah menghadapi kendala dari perbedaan ukuran atau dimensi tersebut kami menentukan solusi terbaik untuk mengatasi masalah tersebut. Hasilnya kami mengembangkan sistem atau mode yang dikenal sebagai *puzzling*. Pada proses ini produk yang semula satu kesatuan utuh dibagi menjadi 7 bagian. Bentuk desain dapat dilihat pada Gambar 4-3.



Gambar 4- 3 Desain body kapal permukaan tak berawak

Tabel 4- 1 Bagian potongan

No	Nama Bagian	Gambar Bagian	Efektivitas
1	Depan Kapal		Waktu : 1 hari 5 menit Filament : 338 gram
2	Bagian 2 kapal		Waktu : 1 hari 7 jam 7 menit Filament : 289 gram
3	Bagian 3 kapal		Waktu : 1 hari 21 jam 40 menit Filament : 427 gram
4	Bagian 4 kapal		Waktu : 1 hari 12 jam 42 menit Filament : 346 gram
5	Bagian 5 kapal		Waktu : 2 hari 15 jam 58 menit Filament : 643 gram
6	Bagian 6 kapal		Waktu : 10 jam 44 menit Filament : 99 gram
7	Bagian 7 kapal		Waktu : 17 jam 42 menit Filament : 182 gram

Metode *puzzling* bertujuan supaya mempermudah proses pencetakan menggunakan mesin 3D *print*, mengingat perbedaan dimensi antara produk dan mesin, seperti yang dijelaskan sebelumnya.

Namun muncul lagi masalah baru terkait efektivitas selama proses *print* proses tersebut memakan waktu lama dan memerlukan pengerjaan jika mencetak produk satu bagian per satu bagian. Untuk memperkuat konstruksi dari setiap sambungan pada 7 bagian tersebut, oleh karna itu diberikan bentuk sambungan yang bertujuan untuk meningkatkan setiap sambungan. Bentuk sambungan yang digunakan tipe L. Menurut (Nurkhasan, 2021) sambungan yang L memiliki bentuk sambungan yang proses *puzzeling* mudah dan lebih efisien. Bentuk sambungan L dapat dilihat pada gambar 4-3.

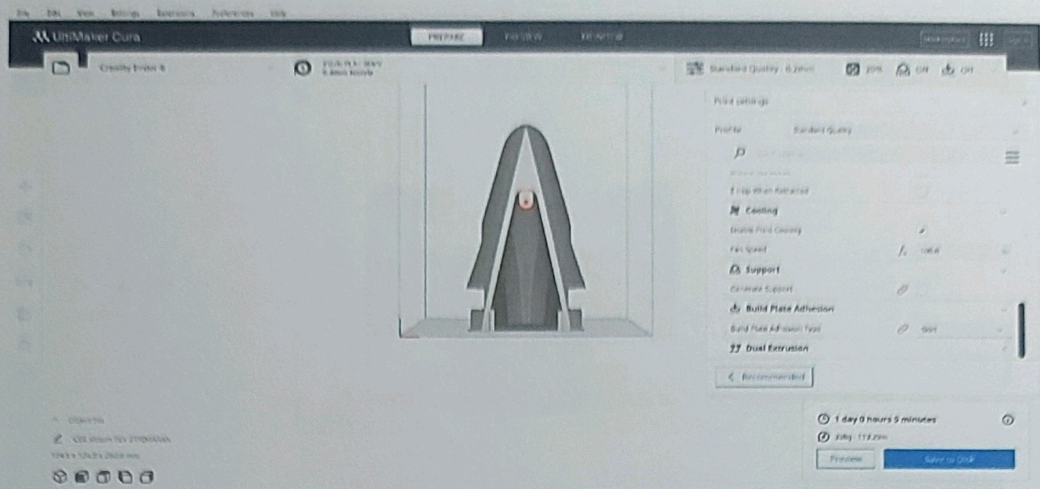


Gambar 4- 4 Sambungan L

4.2.1.3 Efektivitas

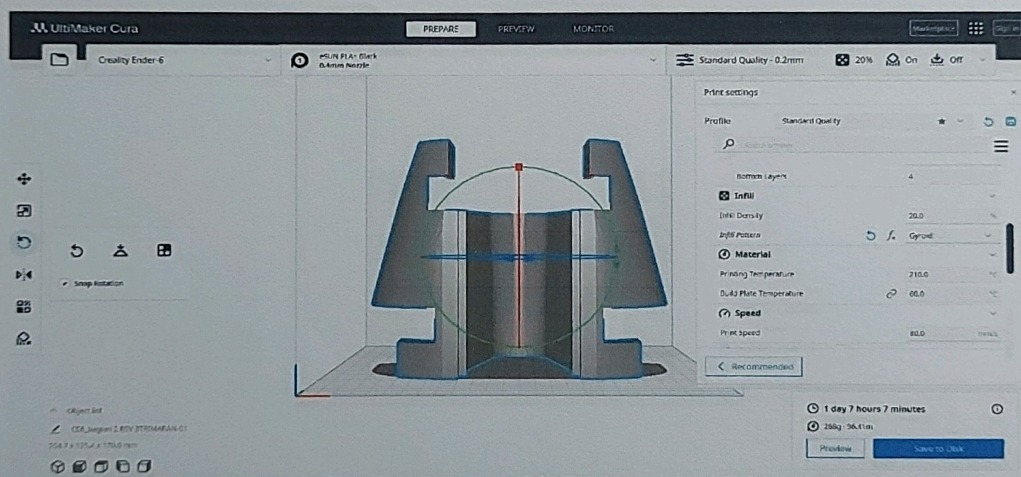
Dalam konteks *efektivitas* mencetak inti *core*, salah satu kendala utamanya adalah menentukan apakah strategi *puzzling* yang digunakan sudah optimal atau masih memerlukan penyesuaian lebih lanjut. Proses ini tidak hanya memakan waktu tetapi juga membutuhkan pengulangan pengerjaan. Setelah melakukan penelitian dengan menggunakan perangkat lunak ultimaker cura, kami berhasil memperoleh :

1. Proses print perbagian
 - a. Bagian yang dicetak : Bagian depan
Waktu : 1 hari 5 menit
Filament : 338 gram
Dapat dilihat padat Gambar 4-5



Gambar 4- 5 Bagian 1 kapal

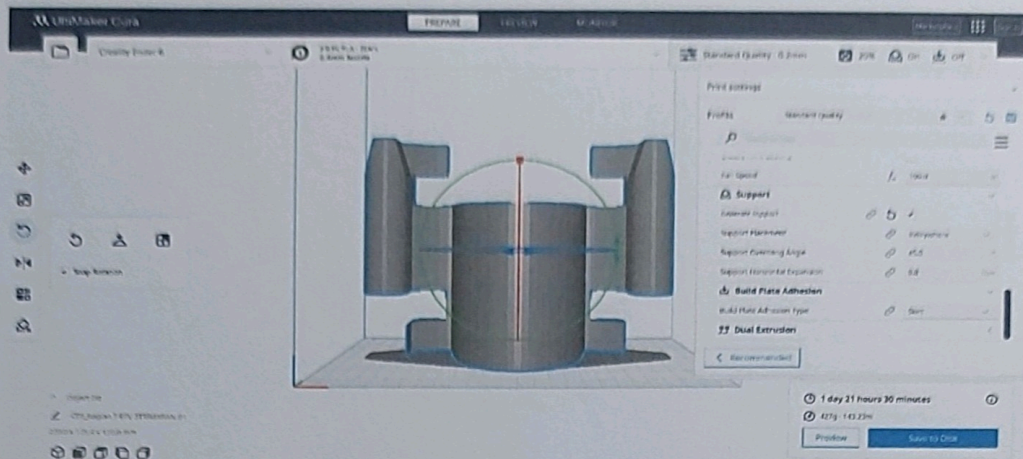
- b. Bagian yang dicetak : Bagian 2 kapal
 Waktu : 1 hari 7 jam 7 menit
 Filament : 289 gram
 Dapat dilihat padat Gambar 4-6



Gambar 4- 6 Bagian 2 kapal

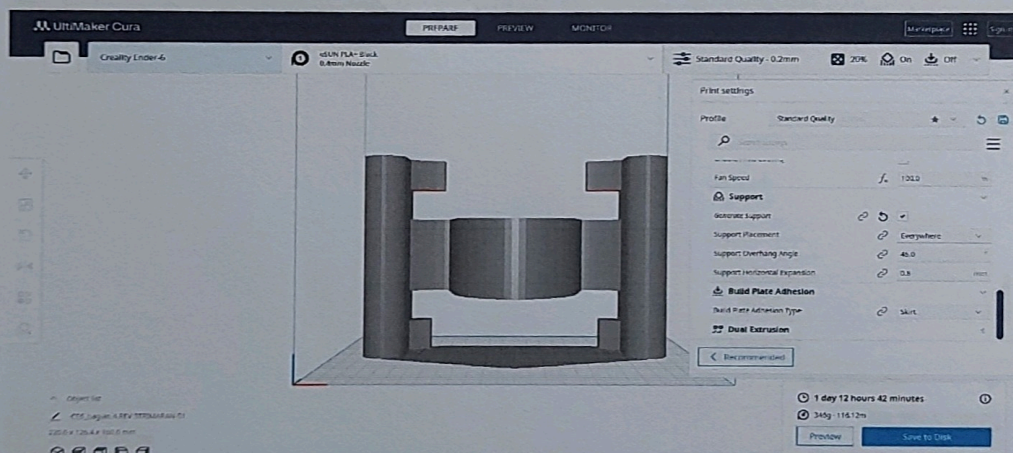
- c. Bagian yang dicetak : Bagian 3 kapal
 Waktu : 1 hari 21 jam 40 menit
 Filament : 427 gram

Dapat dilihat padat gambar 4-7



Gambar 4- 7 Bagian 3 kapal

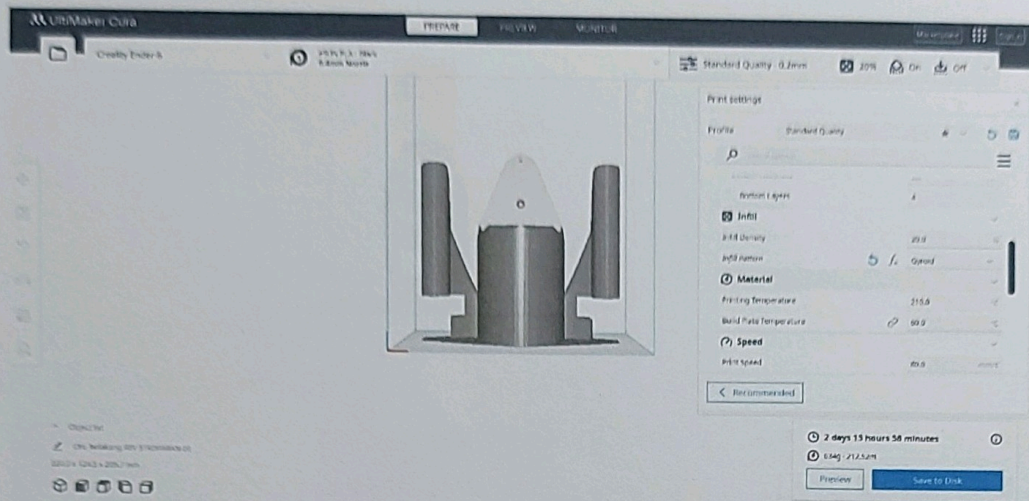
- d. Bagian yang dicetak : Bagian 4 kapal
- Waktu : 1 hari 12 jam 42 menit
- Filament : 346 gram
- Dapat dilihat padat Gambar 4-8



Gambar 4- 8 Bagian 4 kapal

- e. Bagian yang dicetak : Bagian belakang kapal
- Waktu : 2 hari 15 jam 58 menit
- Filament : 643 gram

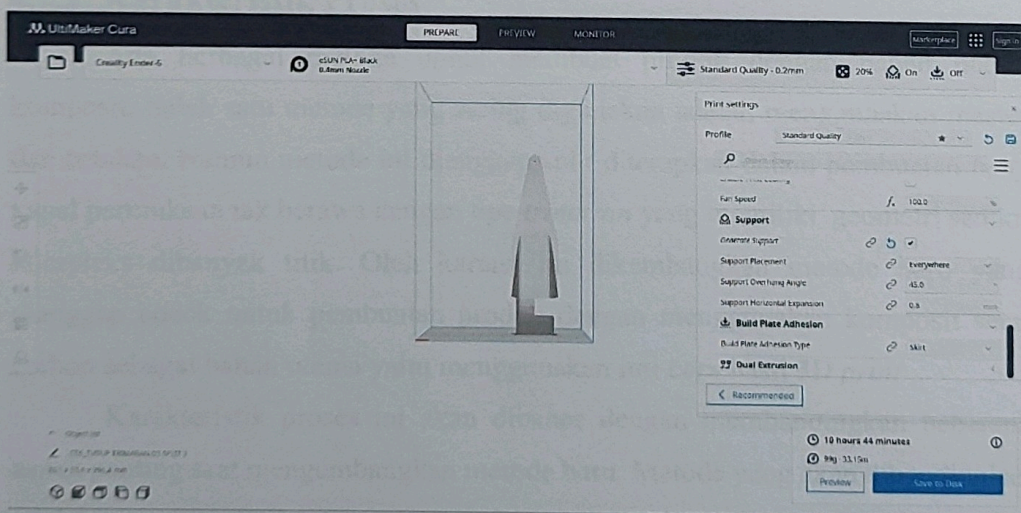
Dapat dilihat padat Gambar 4-9



Gambar 4- 9 Bagian 5 kapal

- f. Bagian yang dicetak : Bagian tutup 1
- Waktu : 10 jam 44 menit
- Filament : 99 gram

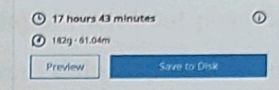
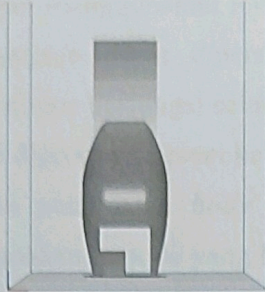
Dapat dilihat padat Gambar 4-10



Gambar 4- 10 Bagian 6 kapal

- g. Bagian yang dicetak : Bagian tutup 2
- Waktu : 17 jam 42 menit
- Filament : 182 gram

Dapat dilihat padat Gambar 4-11



Gambar 4- 11 Bagian 7 kapal

Total filament yang digunakan : 2314 gram
Total waktu yang digunakan : 231 jam 29 menit / 9 hari 15 jam

4.2.2 Karakteristik Proses

Ada berbagai metode untuk membuat produk dengan bahan utama komposit. Salah satu metode yang sering digunakan adalah menggunakan master dan cetakan. Namun metode ini dianggap sulit diterapkan dalam pembuatan *body* kapal permukaan tak berawa dengan tipe *trimaran* yang memiliki geometri sedikit kompleks dibanyak titik. Oleh karena itu dikembangkan metode baru yang dianggap cocok untuk pembuatan produk dengan menggunakan komposit serat carbon sebagai bahan utama yaitu menggunakan inti *core* hasil 3D *print*

Karakteristik proses ini akan dibahas dengan membandingkan beberapa aspek penting saat mengembangkan metode baru. Metode yang akan dibandingkan adalah metode tradisional yang sering dijumpai dan digunakan yaitu menggunakan master dan cetakan.

4.2.2.1 Produk yang Dikerjakan

Produk yang dikerjakan merupakan aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan suatu produk, khususnya dari sisi bentuk dan geometrinya. Dalam pembahasan ini produk yang akan dibuat yaitu *body* kapal

permukaan tak berawak dengan tipe *trimaran* yang memiliki bentuk dan geometri sedikit kompleks. Dengan menggunakan metode komposit dengan inti *core* hasil 3D *print* proses pengerjaan dapat dipersingkat. Metode ini memungkinkan pembuatan inti *core* sekaligus berfungsi sebagai master dan cetakan menggunakan tenaga mesin yang telah diprogram sesuai kebutuhan.

Sebaliknya jika pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak tipe *trimaran* masih menggunakan metode yang biasa dijumpai yaitu harus melakukan pembuatan master terlebih dahulu yang kemudian dilanjutkan membuat cetakan, proses ini memerlukan keahlian khusus dan ketelitian yang tinggi sehingga sangat sulit untuk dikerjakan. Dengan metode baru ini siapa pun dapat membuat produk dengan berbagai bentuk tanpa perlu menghadapi kesulitan dalam pembuatan master dan cetakan terlebih dahulu.

4.2.2.2 Jumlah Produk

Setiap metode tentunya memiliki kelebihan dan kelemahan, pada metode yang akan dikembangkan ini, kelemahannya terletak pada jumlah produksi atau pembuatan yang memerlukan waktu lama jika diproduksi secara massal, tentunya akan lebih efektif jika menggunakan metode yang biasa dijumpai dengan menggunakan master dan cetakan karena dengan satu master dan cetakan dapat digunakan berkali-kali untuk membuat suatu produk. Namun tujuan dari metode baru ini bukan untuk produksi massal melainkan untuk pembuatan produk yang bisa di kostumisasi, metode ini memungkinkan fleksibilitas desain tinggi sehingga lebih cocok untuk pembuatan produk dengan spesifikasi khusus.

4.2.2.3 Proses Pembuatan

Alur dari proses pembuatan produk dengan metode master dan cetakan dengan inti *core* hasil 3D *print*. Berikut prosesnya :

1. Pembuatan produk menggunakan master dan cetakan
 - a. Pembuatan Master
 - 1) Desain keseluruhan *body*
 - 2) Layering atau dari *body* yang sudah didesain tadi diberi layer-layer
 - 3) Simpan layering yang telah dibuat dengan format .dxf untuk

dieksekusi dimesin laser cutting

- 4) Laser *cutting*
- 5) Susun atau rangkai hasil laser cutting tadi sesuai dengan bentuk desain *body*
- 6) Berikan foam untuk menutupi sela-sela dari hasil laser cutting yang telah disusun
- 7) Ratakan foam hingga terbentuk *body* sesuai desain
- 8) Dempul hingga rata

b. Pembuatan Cetakan

- 1) Oleskan wax agar tidak lengket
- 2) Oleskan pfa untuk memperhalus permukaan
- 3) Oleskan resin
- 4) Susun fiber carbon
- 5) Lakukan proses dari a-e sesuai dengan lapisan yang diinginkan sesuai
- 6) Bor setiap pembatas dan berikan baut untuk menyatukan setiap bagian

c. Pembuatan Produk

- 1) Oleskan wax agar tidak lengket
- 2) Oleskan pfa untuk memperhalus permukaan
- 3) Oleskan resin
- 4) Susun fiber carbon
- 5) Ulangi sesuai dengan lapisan yang diinginkan

2. Pembuatan produk menggunakan inti *core* hasil 3D *print*

a. Pembuatan produk

- 1) Desain *body*
- 2) *Puzzling body* menjadi beberapa bagian untuk dicetak dimesin 3D *print*
- 3) Simpan *puzzling* yang telah dibuat dengan format .stl untuk disusun dan dicari strategi terbaik untuk proses *print* dimesin 3D *print*
- 4) Proses *print*

- 5) Proses *assembly*
- 6) Oleskan lem alf
- 7) Susun fiber carbon
- 8) Oleskan resin
- 9) Ulangi proses pengolesan resin 3-5 kali

Bisa dilihat bahwa proses yang dilakukan untuk membuat sebuah produk, metode yang lebih singkat yaitu dengan inti *core* hasil *3D print* yang digunakan menjadi master dan cetakan.

4.2.2.4 Biaya Produksi Pembuatan Inti *Core*

1. Biaya penggunaan bahan
 - a. Biaya 1 kg = 1000gram

$$1 \text{ kg} = \text{Rp } 243.000$$

$$1 \text{ gram} = \text{Rp } 243.000 / 1000$$

$$= \text{Rp } 243 / \text{gram}$$
 - b. Penggunaan bahan

$$= 2314 \times \text{Rp } 243$$

$$= \text{Rp } 562.302$$
 - c. Bahan yang digunakan

$$= 2314 \div 13,877$$

$$= 166.750 \text{ gram/menit}$$
2. Biaya listrik
 - a. Biaya / KWH = Rp 1699
 - b. Listrik mesin = 360Watt
 - c. Total daya mesin yang digunakan

$$= 360 \times 231,29$$

$$= 83266,56$$

$$= 83266,56 \div 1000$$

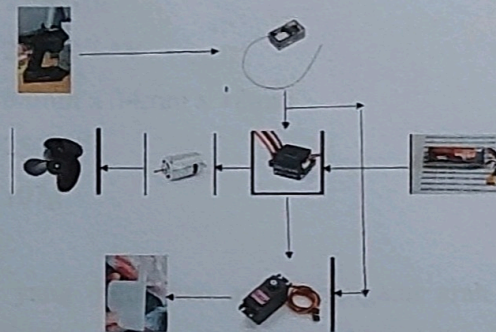
$$= 83,266 \text{ kWh}$$
 - d. Total Biaya Listrik

$$= 83,266 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1699$$

$$= \text{Rp } 141.348$$

4.2.3 Sistem Elektrik

Sistem penggerak pada kapal ini didesain secara elektrik. Sistem penggerak menggunakan *Brushless DC motor*, diketahui *Brushless DC motor* ini memiliki putaran tinggi dan torsi yang cukup baik, efisiensi yang tinggi, biaya perawatan rendah, dan pengaturan yang mudah, sehingga cocok untuk menggerakkan objek dalam hal ini *body* kapal permukaan tak berawak ini. Berikut rangkaian elektrik yang terdapat pada *body* kapal permukaan tak berawak pada dilihat pada Gambar 4-12.



Gambar 4- 12 Rangkaian elektrik kapal permukaan tak berawak

Dalam kapal *trimaran* ini menggunakan *Brushless DC Motor* yang dirancang untuk memberikan dorongan yang kuat. Motor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Model	: RS-540SH
Dimension	: R17.9 x 67mm
Max voltage	: 12V
Shaft diameter	: 3.17
Weight	: 160g

Elektronic Speed Control (ESC) merupakan kontrol motor elektronik yang berfungsi mengatur kecepatan pada motor. Pada kapal ini menggunakan ESC BDESC-S10E-RTR dengan kondisi tegangan antara 2-3S untuk baterai lippo. Untuk spesifikasi ESC sebagai berikut

Model	: BDESC-S10E-RTR
Pwm frequency	: 1.5KHZ

BEC output : 5V
Weight : 45g

Baterai adalah perangkat yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan oleh perangkat elektronik. Pada kapal ini, menggunakan sumber daya listrik yang berasal dari baterai jenis LIPO. Baterai ini memberikan energi spesifik yang lebih tinggi dari pada jenis baterai lithium lainnya. Berikut spesifikasi baterai yang digunakan:

Capacity : 220mAh
Voltage : 2 cell/ 7.4V
Dimensions : 88mm x 34mm x 18mm
Discard : 25 C
Weight : 107g

Servo motor yang digunakan untuk mengatur arah dorongan penggerak utama. Servo motor yaitu sebuah kemudi yang dikendalikan oleh *remote control*. Berikut spesifikasi servo motor yang digunakan :

Type : MG996R
Dimension : 40mm x 19mm x 42mm
Degree : 180 derajat servo rotation
Temperatur range : 0C – 55C

Remote Control yaitu alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh yang telah terhubung *reciver*. Perangkat ini dapat digenggam dengan tangan manusia dan terdapat tombol untuk melakukan setting. Berikut spesifikasi *remote control* yang digunakan :

Type : DUMBORC X6PM-350
Weight : 198g
Dimension : 180mm x 130mm x 65mm
Jarak : 350m

Dalam kapal ini pemasangan komponen mekanik dan elektrik ditempatkan

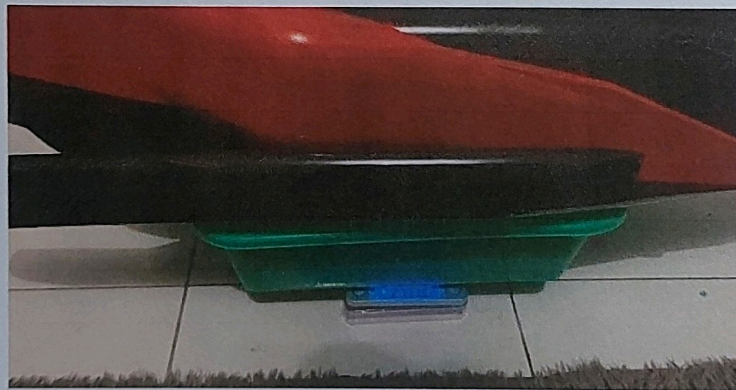
pada lambung tengah kapal, seperti yang ada pada Gambar 4-12.



Gambar 4- 13 Komponen elektrik pada *body* kapal permukaan tak berawak

4.2.4 Spesifikasi Produk Akhir

Spesifikasi produk akhir dari *body* kapal permukaan tak berawak tipe *trimaran* yang telah melewati tahapan dari proses *assembly*, laminasi komposit dan pemasangan elektronik ini menambah jumlah total berat kapal menjadi 2.711kg dapat dilihat pada Gambar 4-14 dan hasil final terdapat pada gambar 4-14.



Gambar 4- 14 Berat total kapal



Gambar 4- 15 Hasil final

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, menghasilkan pengaplikasian material komposit dengan *core 3D print* pada *body* kapal tak berawak tersebut diketahui bahwa.

1. Penggabungan material komposit dengan *core 3D print* menggunakan metode *hand lay up* dapat diaplikasikan pada *body* kapal permukaan tak berawak.
2. Pengaplikasian komposit dengan *core 3D print* dapat dilakukan pada produk yang mempunyai dimensi melebihi kapasitas mesin *3D print*
3. Pembuatan *body* kapal permukaan tak berawak dengan metode dan strategi menggunakan inti *core* sebagai master dan cetakan dapat mempersingkat proses pengerjaan produk dan menghilangkan proses serta mempermudah pembuatan produk.

5.2 Saran

Adapun saran atau masukan apabila dilakukan penelitian lanjutan mengenai metode pemanfaatan hasil *3D print* sebagai inti *core* yaitu :

1. Menganalisis kekuatan mekanik dari hasil produk dengan menggunakan metode yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Fauzan Suryono, A. F. (2020). Pengaruh Post Curing treatment dan Perendaman Air Laut Pada Komposit hybrid Kevlar/Karbon. *Rekayasa Mekanik Vol.4 No.1* , 13.
- Aulia, Z. (2019). Pembuatan Produk Komposit Sandwich . *Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII*.
- E.Manley, J. (2008). Unmanned Surface Vehicles, 15 Years of Development. *IEEE Xplore*, 1.
- Excell, J. (2013). The rise of additive manufacturing. *The Engineer* .
- Fajri, R. I., Tarkono, & Sugianto. (2013). Studisifat Mekanik Komposit Serat Sansevieria Cylindrica Dengan Variasi Fraksi Volume. *Fema*, 85-93.
- Fathon, M. A., & Sulisetyono, A. (2012). Studi Eksperimental Tahanan dan Momen . *Jurnal Teknik ITS Vol. 1*.
- Gibson, R. F. (2016). Principles of Composite Material Mechanics. *Boca Raton: McGraw-Hill*.
- Hartono. (2009). Analisa Teknis Komposit Sandwich Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Coreserbuk Gergaji Kayu .
- Mallick, P. K. (2008). .Fiber reinforced composites: material, manufacturing and design. 3rd. *New York: CRC Press*.
- Mukhlis, G. R. (2021). Aplikasi Material Komposit Sandwich. *Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII*.
- Nurkhasan, E. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Bentuk Sambungan. *Yogyakarta: Teknik Mesin FTI UII*.
- Pulungan, M. A. (2017). Analisis Kemampuan Rompi Anti Peluru. *Surabaya: Teknik mesin ITS*.
- Redwood, B. S. (2013). The 3D Printing Handbook. *Amsterdam: 3D Hubs B.V*.
- Saito, S., & Surdia, T. (1985). Pengetahuan Bahan Teknik. *Jakarta: Pradnya Paramita*.
- Sandi, W. (2019). Penggabungan Metode 3d Printing dan Hand Lay. *Yogjakarta: Teknik Mesin FTI UII*.

- Schwartz, M. M. (1984). *Composite materials handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Ultimaker. (2015). *Cura User Manual*. 28-31.
- YI, X.-s., & Du, S. (2018). *Composite Materials Engineering, Volume 1: Fundamentals of Composite Materials (Vol. 1)*. Beijing: Chemical Industry Press.

LAMPIRAN

File Edit View Settings Extensions Preferences Help

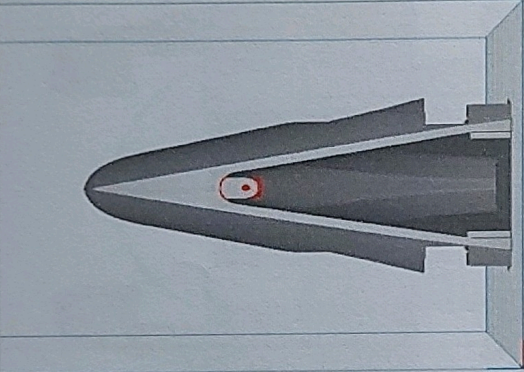
UltiMaker Cura

PREPARE PREVIEW MONITOR

Standard Quality - 0.2mm 20% OFF OFF OFF

1 esun PLA+ Black 0.4mm Nozzle

Creativity Ender-6



Print settings

Profile Standard Quality

Z Hop When Retracted

Cooling

Enable Print Cooling

Fan Speed f. 100%

Support

Generate Support

Build Plate Adhesion

Build Plate Adhesion Type Skirt

Dual Extrusion

Recommended

Object list

- CE6_dipanj FEV 3TRIMARAN

134.8 x 134.3 x 250.0 mm

1 day 0 hours 5 minutes

338g - 113.29m

Preview Save to Disk

Creality Enter-6
Standard Quality 0.2mm
20%
On
Off

PREPARE
PREVIEW
MONITOR

eSUN PLA+ Black
 0.4mm Nozzle

Snap Rotation

Object list
 CEE_Bogun_2_REV_3TIDIMASIAN-01
 204.7 x 115.4 x 170.0 mm

Print settings
 Profile: Standard Quality

Bottom Layers: 4
Infill
 Infill Density: 20.0
 Infill Pattern: Gyroid
Material
 Printing Temperature: 210.0
 Build Plate Temperature: 60.0
Speed
 Print Speed: 60.0

1 day 7 hours 7 minutes
 258g - 96.41m

PREPARE
PREVIEW
MONITOR

eSUN PLA+ Black
 0.4mm Nozzle

Standard Quality 0.2mm
 20% On

Print settings
 Profile: Standard Quality

Fan Speed: 100.0

Support
 Generate Support: On
 Support Placement: Everywhere
 Support Overhang Angle: 45.0
 Support Horizontal Expansion: 0.6

Build Plate Adhesion
 Build Plate Adhesion Type: Skirt

Dual Extrusion

Recommended

1 day 21 hours 30 minutes
 47g 143.23m

Preview Start to Print

Object list
 C:\Users\bagas\3D\TRIMARAN\01
 220.0 x 125.4 x 170.0 mm

Creality Ender-6
eSUN PLA+ Black 0.4mm Nozzle
PREPARE
PREVIEW
MONITOR
Standard Quality - 0.2mm
20%
On
Off

Print settings

Profile: Standard Quality

Fan Speed: 100.0

Support

- Generate Support:
- Support Placement: Everywhere
- Support Overhang Angle: 45.0
- Support Horizontal Expansion: 0.8

Build Plate Adhesion

- Build Plate Adhesion Type: Skirt

Dual Extrusion

Recommended

Object list

- CE6 (Juguan 4 REV.3) (UMAPAN-01)

220.0 x 115.4 x 160.0 mm

1 day 12 hours 42 minutes

346g - 116.12m

Preview

Save to Disk

Creality Ender-6
 esun PLA+ block
 0.4mm Nozzle
 Standard Quality 0.2mm
 20%
 On
 Off

PREPARE PREVIEW MONITOR

Print settings

Profile Standard Quality

Fan Speed 100.0

Support

Generate Support Everywhere

Support Placement Everywhere

Support Overhang Angle 45.0

Support Horizontal Expansion 0.8

Build Plate Adhesion


Build Plate Adhesion Type Start

Dual Extrusion

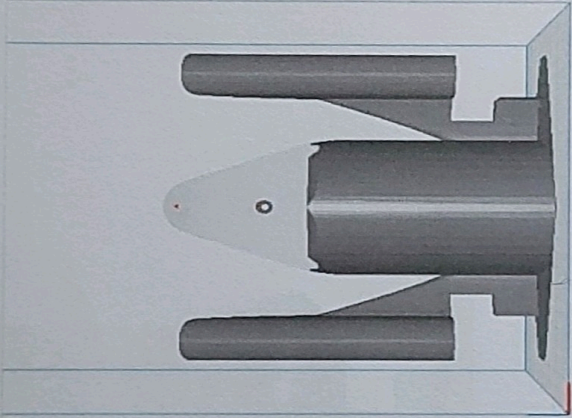
Recommended

10 hours 44 minutes
 893.3315m
 Preview Save to Disk

Object list
 C66_TUTUP_PRIMARAN-03_SPLIT 2
 76.1 x 33.8 x 296.4 mm



UltiMaker Cura
 Creality Ender-6
 eSUN PLA+ Black 0.4mm Nozzle
 PREPARE PREVIEW MONITOR
 Standard Quality - 0.2mm 20% On Off
 Marketplace

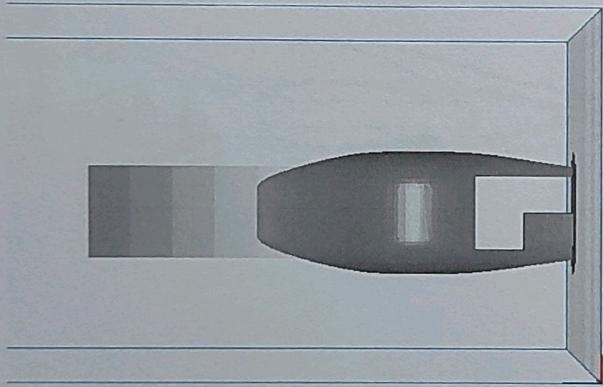


Print settings
 Profile: Standard Quality
 Bottom Layers: 4
Infill
 Infill Density: 20.0
 Infill Pattern: Gyroid
Material
 Printing Temperature: 210.0
 Build Plate Temperature: 60.0
Speed
 Print Speed: 80.0

Recommended

Object list
 CF6_bekilang REV 3TRMARGAN-01
 220.0 x 124.3 x 209.7 mm

2 days 15 hours 58 minutes
 63.4g - 212.52mm
 Preview Save to Disk



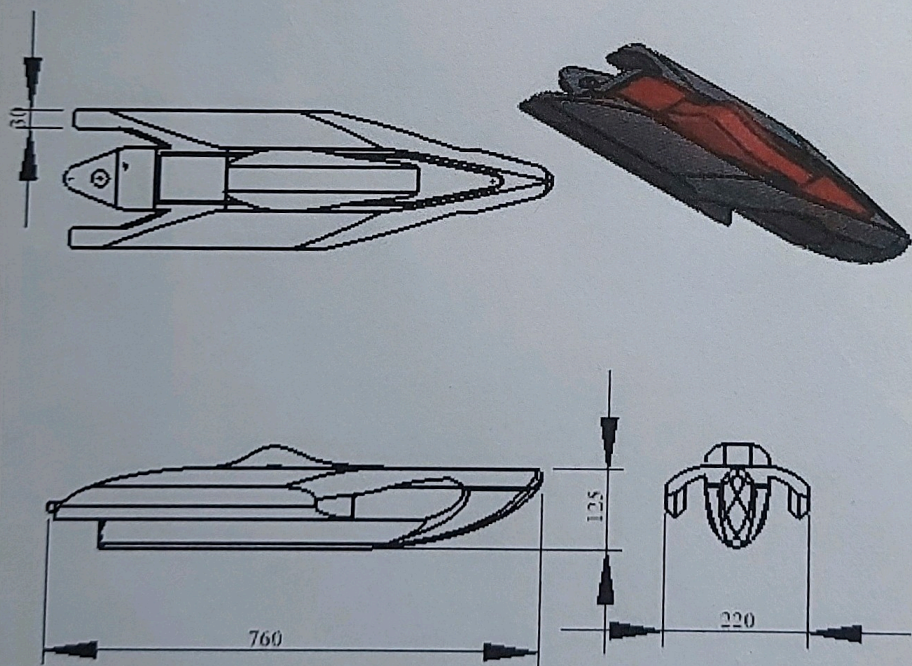
SPLIT 1

17 hours 43 minutes ⓘ

182g · 61.04mm ⓘ

Preview

Save to Disk



	Kelas : 1.1 Jurusan : Teknik Mesin Tanggal : 14 Mei 2021	Objek Part : Model Struktural Kapal Nama : 19521087 Disusun oleh :	Keterangan :
	TEKNIK MESIN-FIT101	TRIMARAN	No.
			A.3