

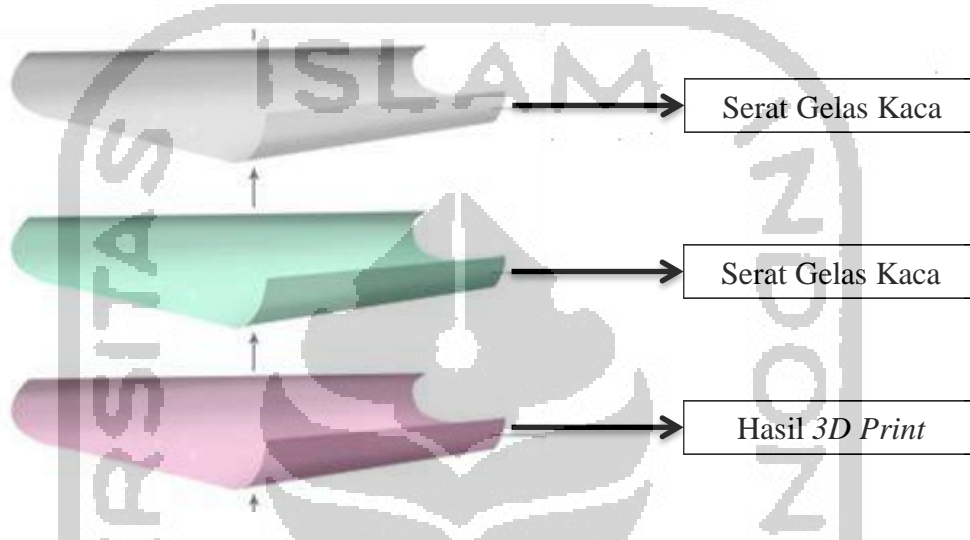
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Produk *Aquatic Carava*

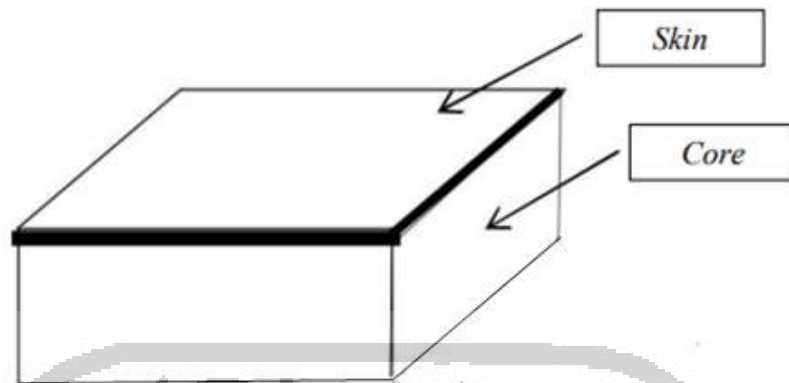
4.1.1. Komposit

Struktur dari komposit sandwich ini terdiri dari 3 lapisan yaitu:



Gambar 4.1 Susunan Struktur *Sandwich*

Susunan struktur komposit *sandwich* tersebut dibuat dengan metode *Hand lay-up*. Lamina struktur komposit *sandwich* tersusun dari 2 lamina serat gelas kaca pada *skin* bagian dalam dan inti *core* terletak pada lapisan terluar. Serat gelas kaca yang digunakan adalah serat gelas acak. Setelah ketiga lapisan disatukan maka terbentuklah komposit *sandwich* dengan ketebalan $14\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$, yang berarti jika tebal awal dinding 12mm maka skin memiliki ketebalan $2\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$. Tentunya ukuran $\pm 0.5\text{mm}$ terjadi karena metode yang digunakan adalah metode *hand lay-up* yang memiliki tingkat kesulitan untuk meratakan pada setiap lini.



Gambar 4.2 Hasil Komposit *Sandwich*

4.1.2. Hasil *Assembly* Keseluruhan

Pada proses *assembly* yang telah dilakukan dari 18 part dikerucutkan menjadi 6 bagian yaitu bawah, atas, depan, belakang, samping kanan dan kiri. Dari ke6 bagian ini di*assembly* lagi menjadi satu kesatuan utuh. Dengan dilem kembali menggunakan lem-G hingga terbentuklah hasil awal dari *aquatic caravan* sebelum dirapikan dan *finishing*



Gambar 4.3 Hasil *Assembly* akhir

4.1.3. Hasil Dempul

Setelah dilakukan *assembly* tahap akhir barulah terlihat bentuk *aquatic caravan* yang sudah dirancang. Akan tetapi pada setiap sambungan masih terdapat celah yang cukup terlihat. Celah ini terjadi karena hasil dari *3D print* yang berbahan dasar PLA ini terjadi karena beberapa hal yaitu pada salah satu

faktornya saat dijemur dibawah sinar matahari langsung hasil *3D print* menjadi tertarik atau mengerucut hingga merubah bentuk dan geometrinya.

Oleh karena itu untuk menutupi celah-celah pada stiap sambungan dan untuk meminimalisir terlihatnya jejak sambungan dilakukan proses pendempulan untuk menutupi celah tadi dan agar produk yang dihasilkan menjadi lebih rapih.



Gambar 4.4 Hasil Dempul

4.1.4. Finishing

Ada beberapa tahapan finishing yang dilakukan pada pembuatan *aquatic caravan* untuk memperindah hasil akhir dari produk atau salah satu faktor estetik yang akan menambah nilai jual dari suatu produk. Adapun tahapan proses yang dilakukan yaitu:

4.1.4.1. Cat Dasar

Cat dasar dilakukan untuk menutupi ketidak merataan warna karena faktor pendempulan yang telah dilakukan, dan agar pada saat pelapisah cat selanjutnya warna yang dihasilkan terlihat lebih merata dan indah.



Gambar 4.5 Cat Dasar

4.1.4.2. Cat

Jika sebelumnya dilakukan pengecatan dasar, maka disini cat lanjutan yang bertujuan untuk memindah produk atau sebagai warna yang nantinya sebagai warna utama yang menunjukkan karakteristik dari suatu produk, dengan berat totalnya adalah 3,3Kg yang berarti berat dari *aquatic caravan* ini bertambah 1,342kg setelah dilakukan pengerjaan komposit *sandwich* + dempul + cat dan *finishing* dari berat awal 1,958kg



Gambar 4.6 Cat

4.1.4.3. Penambahan aksesoris dan interior

Penambahan aksesoris dan interior dilakukan untuk lebih memperindah tampilan dari *aquatic caravan*. Ada beberapa aksesoris dan interior yang ditambahkan pada *aquatic caravan* yaitu:

1. Stiker
2. Skotlet atau list
3. Pintu dan jendela
4. Tangga dan pagar
5. Meja
6. Kursi
7. Toilet
8. Kulkas
9. Kompor

Setelah melakukan berbagai tahapan proses pembuatan selesailah produk *prototype aquatic caravan* dengan metode pemanfaatan komposit dengan menggunakan hasil *3D print* sebagai inti *core* komposit *sandwich*.



Gambar 4.7 *Aquatic caravan*

4.2. Analisa dan Pembahasan

4.2.1. Strategi Pembuatan Prototipe *Aquatic Caravan*

Pada saat akan membuat suatu produk dengan metode baru yang ingin dikembangkan, disini dengan memanfaatkan metode komposit *sandwich* yang biasanya komposit *sandwich* menggunakan inti *core* yaitu *honeycomb* tetapi pada

pembuatan *prototype aquatic caravan* ini memanfaatkan hasil dari *3D print* sebagai inti *core* dari metode komposit *sandwich*.

Terdapat beberapa kendala/masalah saat ingin memanfaatkan hasil *3D print* sebagai inti *core* ini. Adapun beberapa kendala/masalah yang timbul saat akan memanfaatkan metode ini adalah ukuran/dimensi dan juga efektivitas pada saat proses pencetakan produk menggunakan mesin *3D print*.

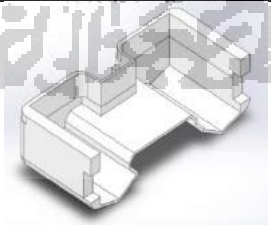
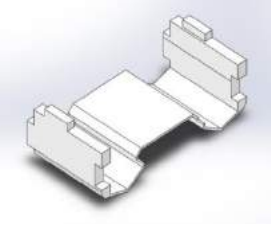
4.2.1.1. Ukuran atau Dimensi

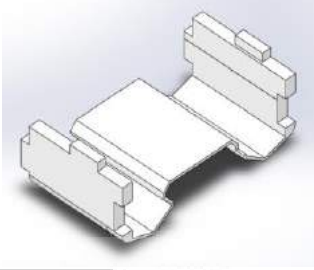
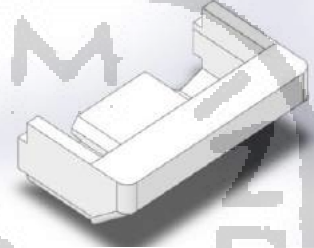



Ukuran/dimensi yang dimaksud adalah seperti yang diketahui dimensi mesin *3d print* juga terbatas, seperti mesin yang digunakan pada pengerjaan ini yaitu salah satunya mesin Creality CR-10-S yang berdimensi P x L x T = 30x30x40cm akan tetapi produk yang akan dikerjakan pada pembuatan ini yaitu *aquatic caravan* yang berdimensi P x L x T = 50x25x28cm. Dari dimensi itu tentu tidak mungkin jika bisa dicetak menggunakan mesin itu.





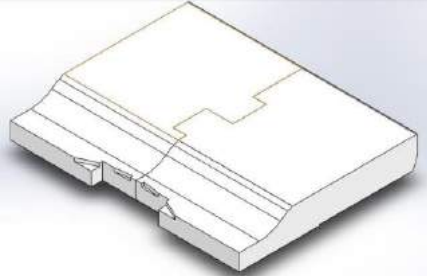
4.2.1.2. Puzzling

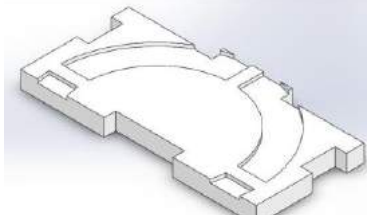
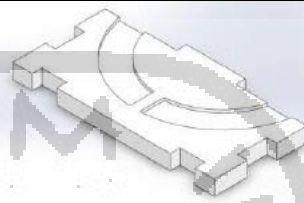

Setelah ada kendala/masalah dari ukuran/dimensi tadi, maka ditentukan solusi terbaik untuk masalah dari ukuran/dimensi tersebut. Maka diperoleh sistem atau metode yang dinamakan metode *puzzling* yang sering dilihat dan diterapkan pada mainan anak-anak. Pada proses *puzzling* ini produk *aquatic caravan* yang semula adalah satu kesatuan utuh maka dibagi menjadi 16 bagian.

Tabel 4.1 Tabel 16 bagian *Aquatic Caravan*

No	Nama Bagian	Gambar Bagian
1	Hull belakang	
2	Hull tengah 1	

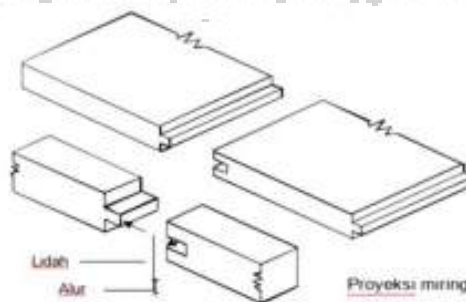
No	Nama Bagian	Gambar Bagian
3	Hull tengah 2	
4	Hull depan	
5	Kanan depan	
6	Kanan belakang	
7	Kiri depan	

No	Nama Bagian	Gambar Bagian
8	Kiri belakang	
9	Pintu Belakang	
10	Depan kanan	
11	Depan kiri	
12	Atas belakang	

No	Nama Bagian	Gambar Bagian
13	Atas tengah belakang	
14	Atas tengah depan	
15	Atas depan	

Yang bertujuan untuk mempermudah pada saat proses pencetakan menggunakan mesin *3D print*, karena dimensi produk dan dimensi mesin yang tidak sebanding seperti yang dijelaskan diatas tadi. Akan tetapi muncul masala baru yaitu efektivitas pada saat proses pencetakan. Karena akan sangat memakan waktu dan memerlukan pengulangan pengerjaan jika mencetak produk satu bagian persatu bagian.

Untuk memperkuat konstruksi dari tiap sambungan pada 16 bagian tersebut, maka diberilah bentuk sambungan yang bertujuan untuk memperkuat tiap sambungan. Bentuk sambungan yang digunakan adalah tipe lidah dan alur.



Gambar 4.8 Sambungan Lidah dan Alur

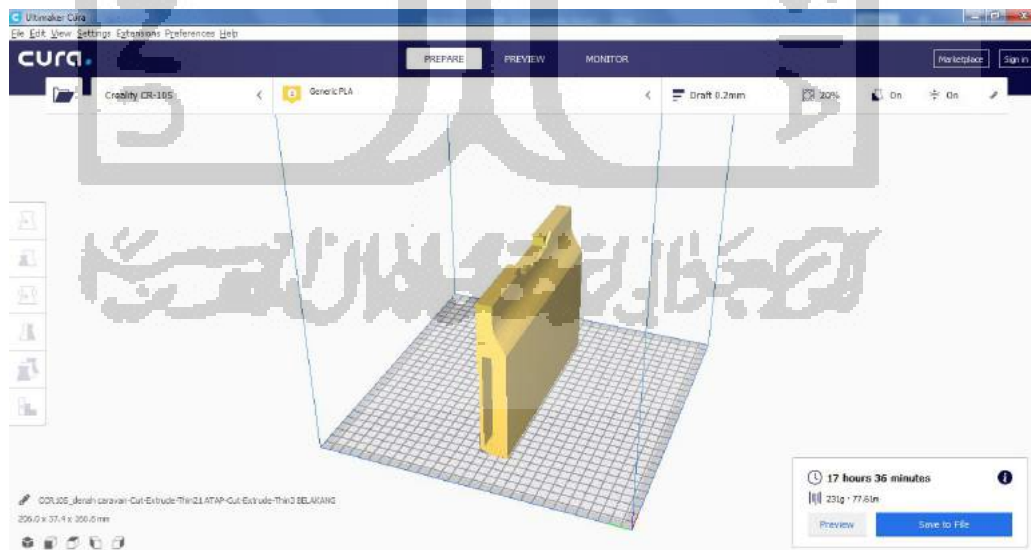
4.2.1.3. Ketebalan inti *core*

Ketebalan inti *core* merupakan hal yang paling utama untuk menentukan kekauan dan kekuatan suatu produk. Maka dari itu dalam membuat inti *core* ini bisa melakukan variasi atau merancangya secara fleksibel untuk ketebalan dan kepadatan fillernya, jadi tingkat kerapatannya bisa diatur sesuai dengan beban yang akan diterima pada. Semakin tinggi beban yang diterima maka semakin tebal bagian *core* yang menerima beban tersebut.

4.2.1.4. Efektivitas

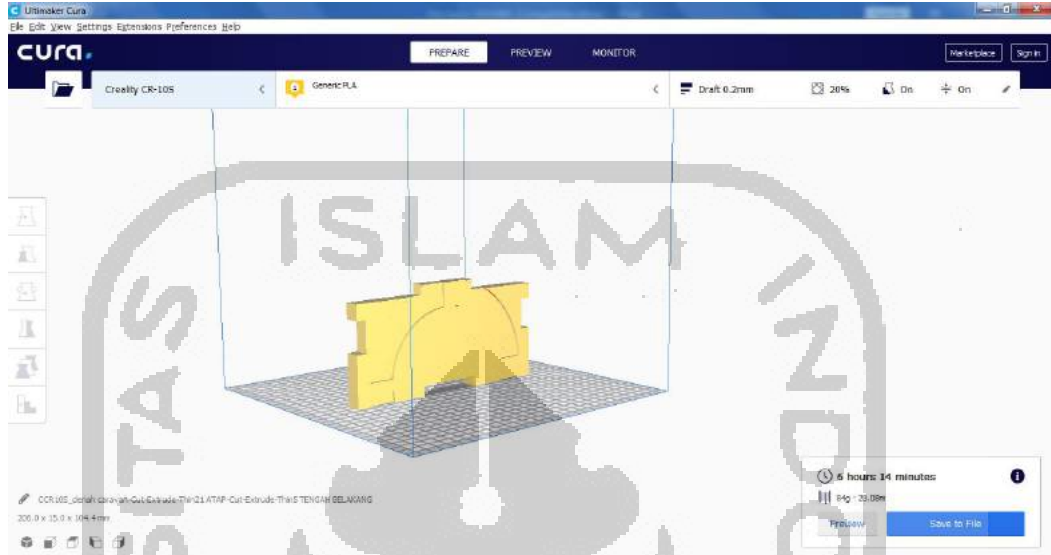
Adapun efektivitas yang dimaksudkan sebagai salah satu kendala pada saat mencetak inti *core* adalah apakah strategi *puzzling* yang digunakan pada saat mencetak inti *core* sudah yang paling tepat untuk digunakan ataukah belum. Karena seperti yang sudah dijelaskan akan memakan waktu dan butuh pengulangan pengerjaan. Maka setelah dilakukan penelitian menggunakan software cura didapatkan hasil:

1. Pencetakan Perbagian
 - a. Bagian yang dicetak : Atas Belakang
 - Waktu pencetakan : 17Jam 36Menit
 - Filament : 231 Gram



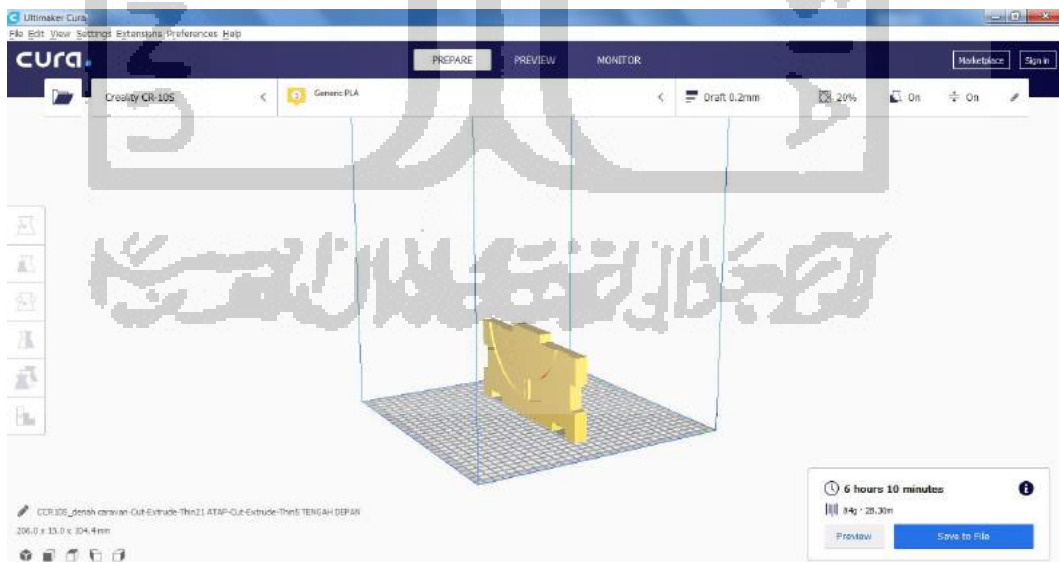
Gambar 4.9 Atas Belakang

- b. Bagian yang dicetak : Atas Tengah Belakang
 Waktu pencetakan : 6Jam 14Menit
 Filament : 84Gram



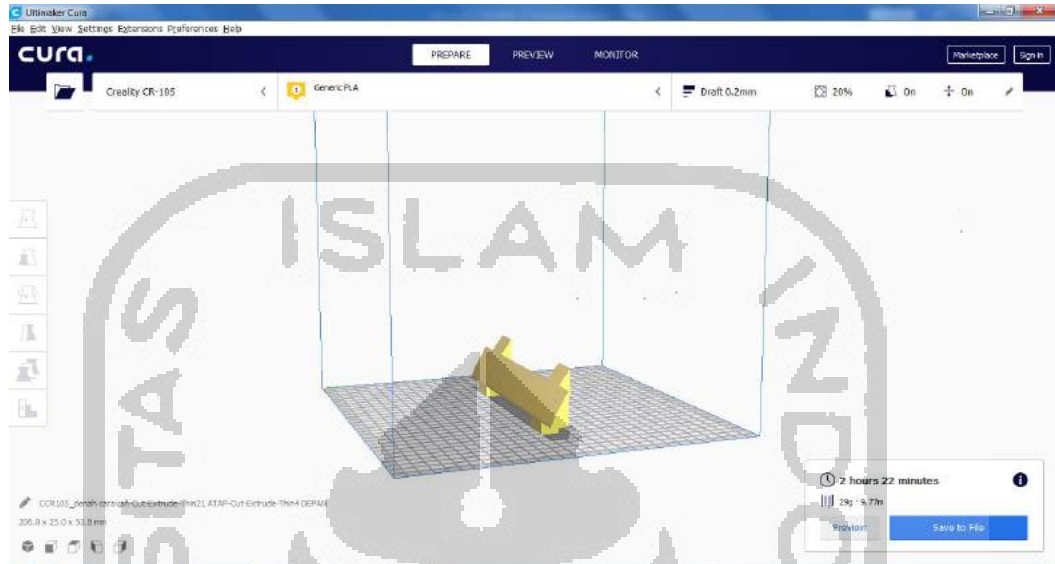
Gambar 4.10 Atas Tengah Belakang

- c. Bagian yang dicetak : Atas Tengah Depan
 Waktu pencetakan : 6Jam 10Menit
 Filament : 84Gram



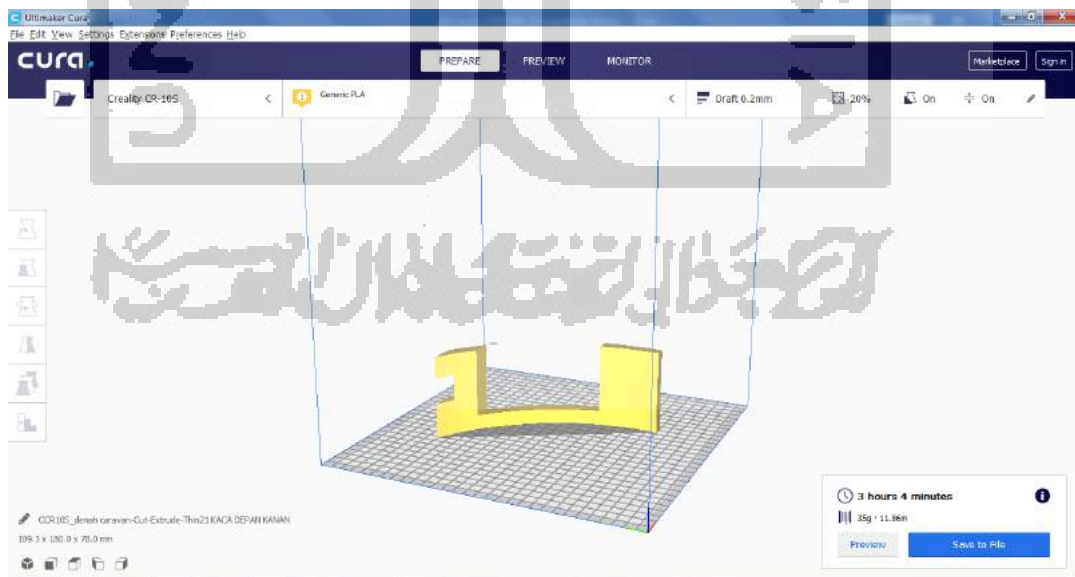
Gambar 4.11 Atas Tengah Depan

- d. Bagian yang dicetak : Atas Depan
 Waktu pencetakan : 2Jam 22Menit
 Filament : 29Gram



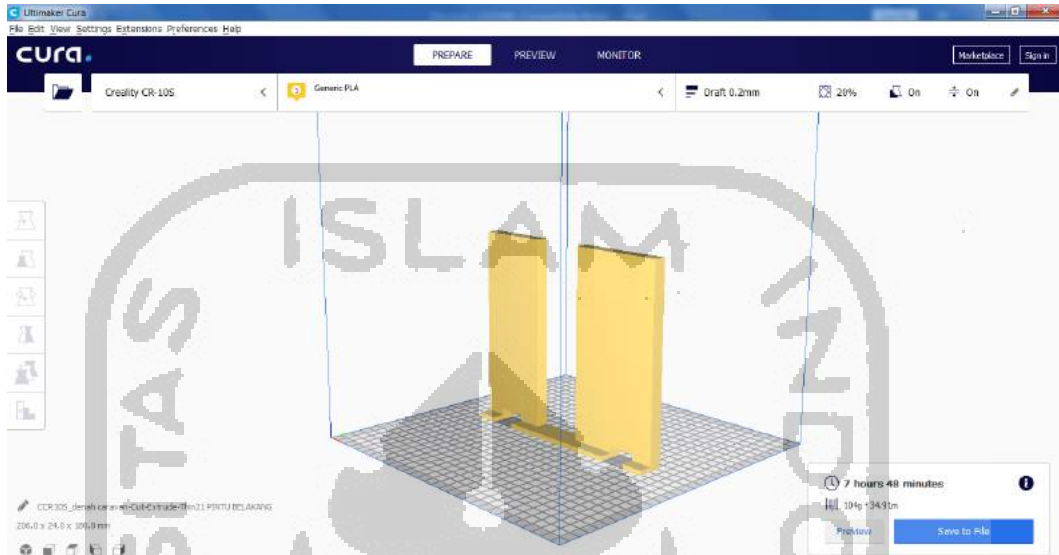
Gambar 4.12 Atas Depan

- e. Bagian yang dicetak : Depan Kanan
 Waktu pencetakan : 3Jam 4Menit
 Filament : 35Gram



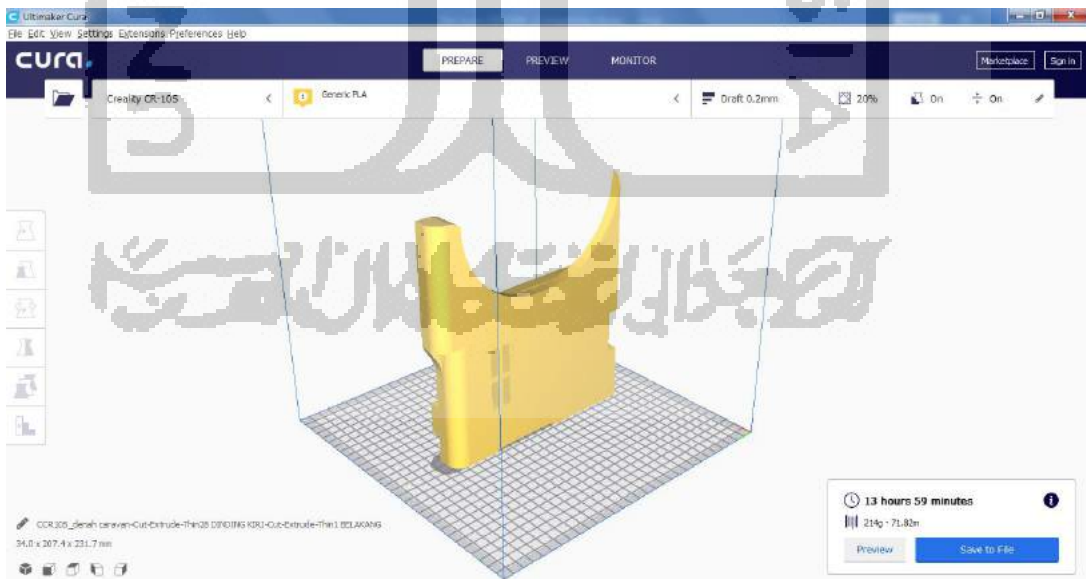
Gambar 4.13 Depan Kanan

- f. Bagian yang dicetak : Pintu Belakang
 Waktu pencetakan : 7Jam 48Menit
 Filament : 104Gram



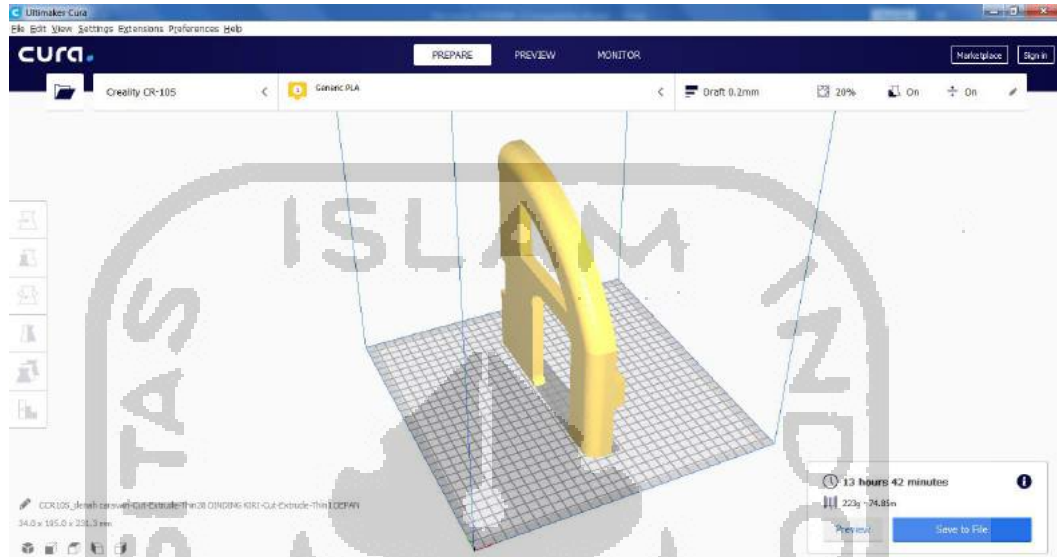
Gambar 4.14 Pintu Belakang

- g. Bagian yang dicetak : Dinding Kiri Belakang
 Waktu pencetakan : 13Jam 59Menit
 Filament : 214Gram



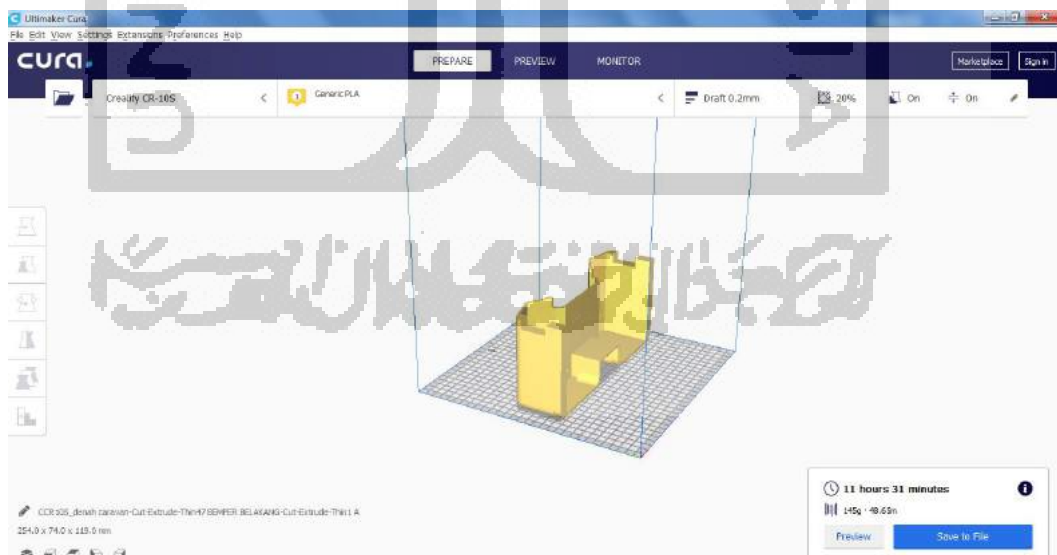
Gambar 4.15 Dinding Kiri Belakang

- | | |
|------------------------|----------------------|
| h. Bagian yang dicetak | : Dinding Kiri Depan |
| Waktu pencetakan | : 13Jam 42 Menit |
| Filament | : 223Gram |



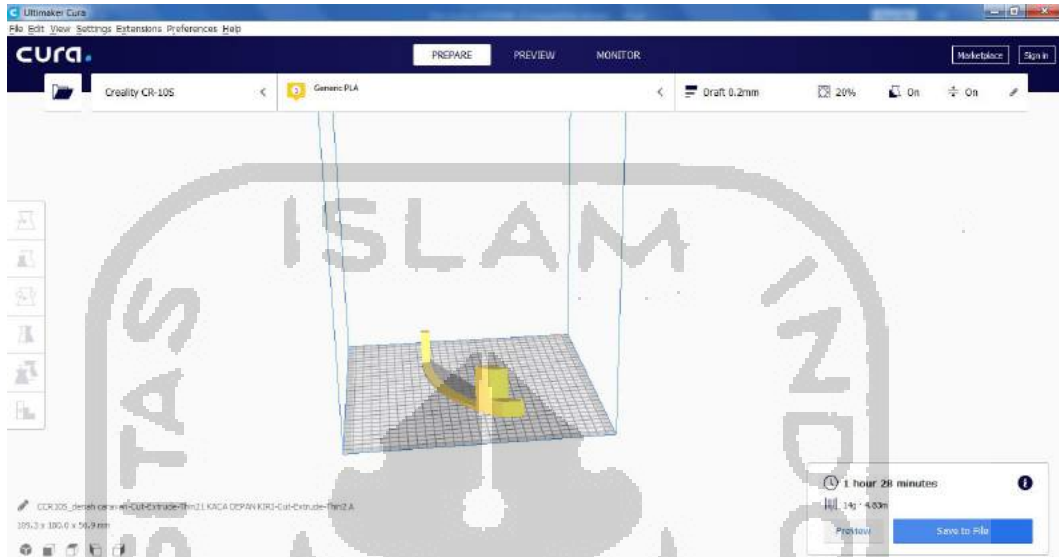
Gambar 4.16 Dinding Kiri Depan

- | | |
|------------------------|------------------|
| i. Bagian yang dicetak | : Hull Belakang |
| Waktu pencetakan | : 11Jam 31 Menit |
| Filament | : 145Gram |



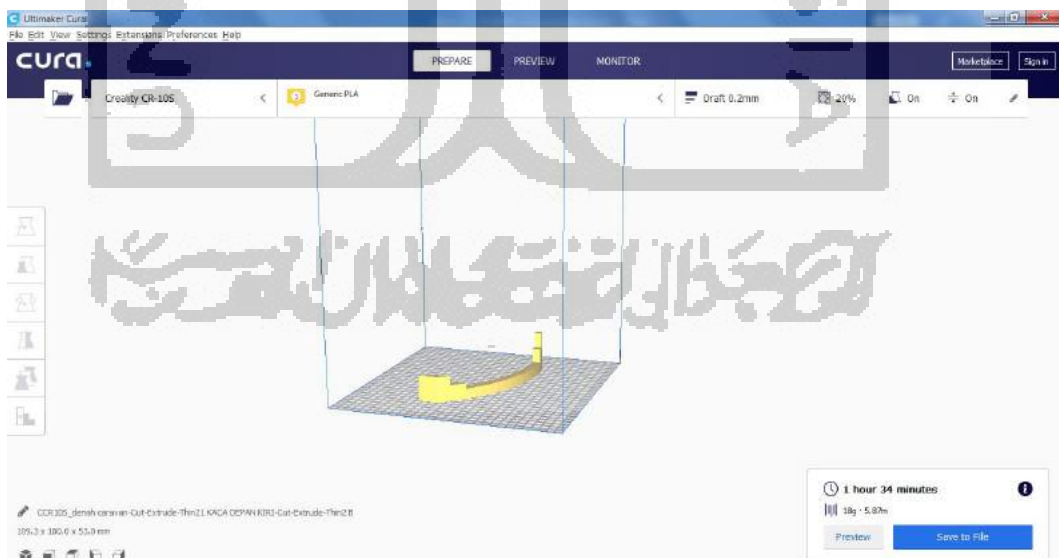
Gambar 4.17 Hull Belakang

- j. Bagian yang dicetak : Depan Kiri A
 Waktu pencetakan : 1Jam 28Menit
 Filament : 14Gram



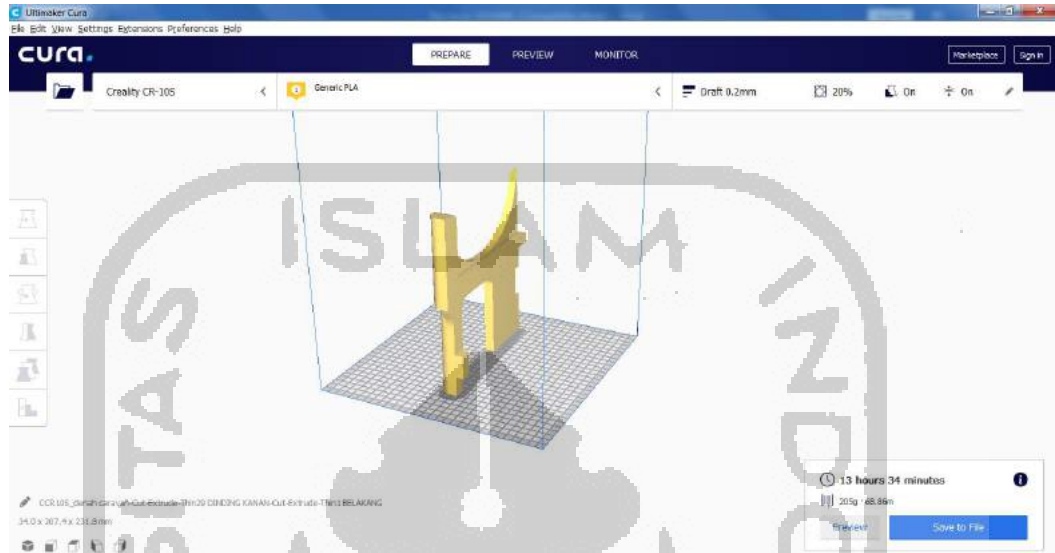
Gambar 4.18 Depan Kiri A

- k. Bagian yang dicetak : Depan Kiri B
 Waktu pencetakan : 1Jam 34Menit
 Filament : 18Gram



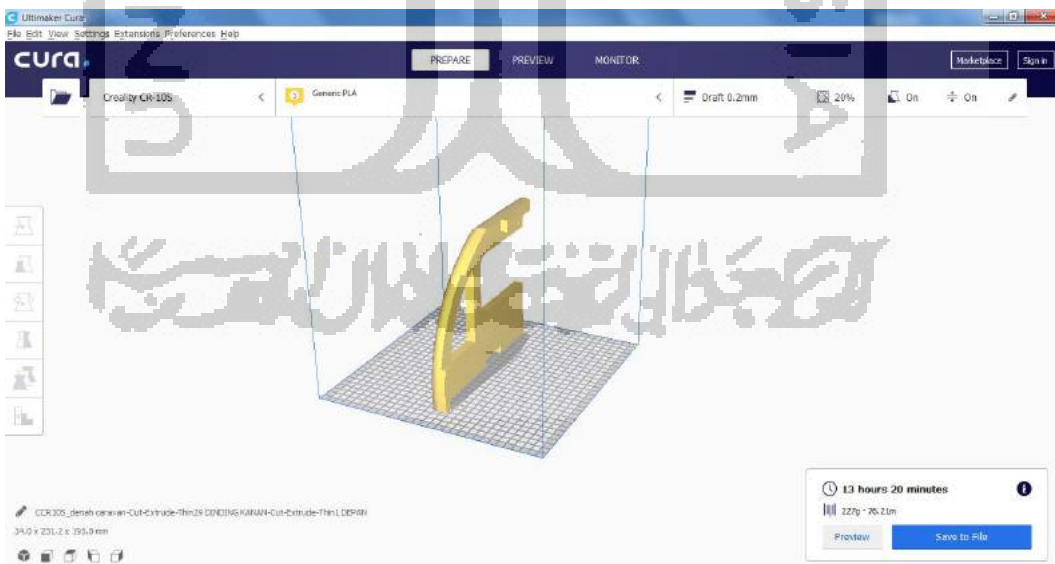
Gambar 4.19 Depan Kiri B

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| l. Bagian yang dicetak | : Dinding Kanan Belakang |
| Waktu pencetakan | : 13Jam 34Menit |
| Filament | : 205Gram |



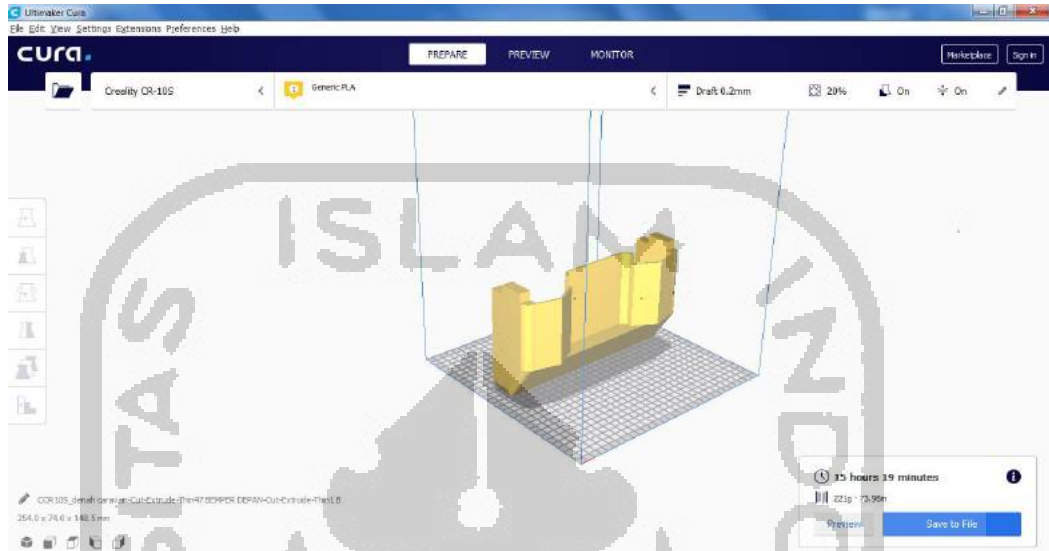
Gambar 4.20 Dinding Kanan Belakang

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| m. Bagian yang dicetak | : Dinding Kanan Depan |
| Waktu pencetakan | : 13Jam 20Menit |
| Filament | : 227Gram |



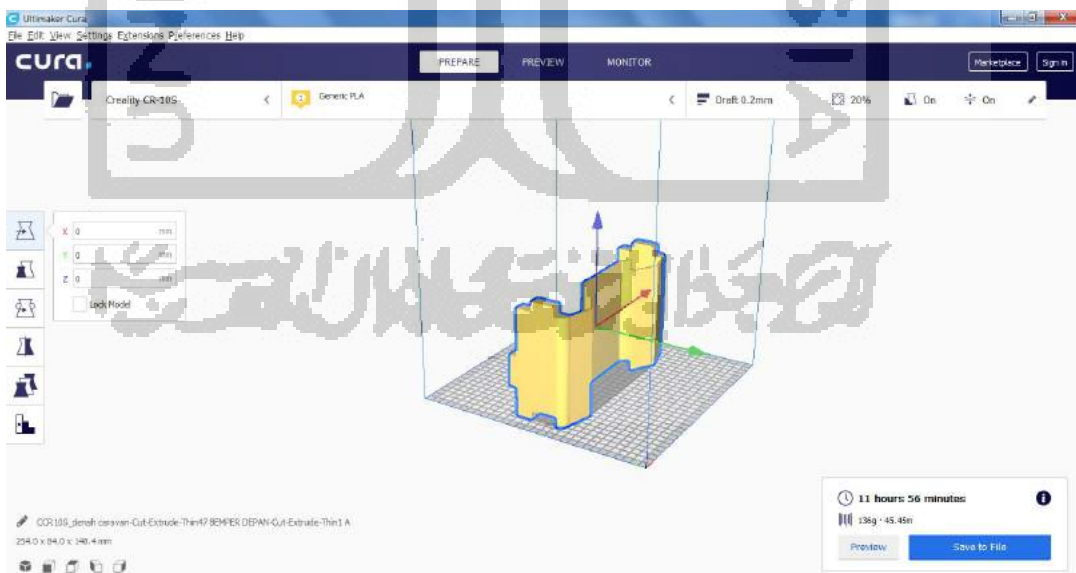
Gambar 4.21 Dinding Kanan Depan

- | | |
|------------------------|-----------------|
| n. Bagian yang dicetak | : Hull Depan |
| Waktu pencetakan | : 15Jam 19Menit |
| Filament | : 221Gram |



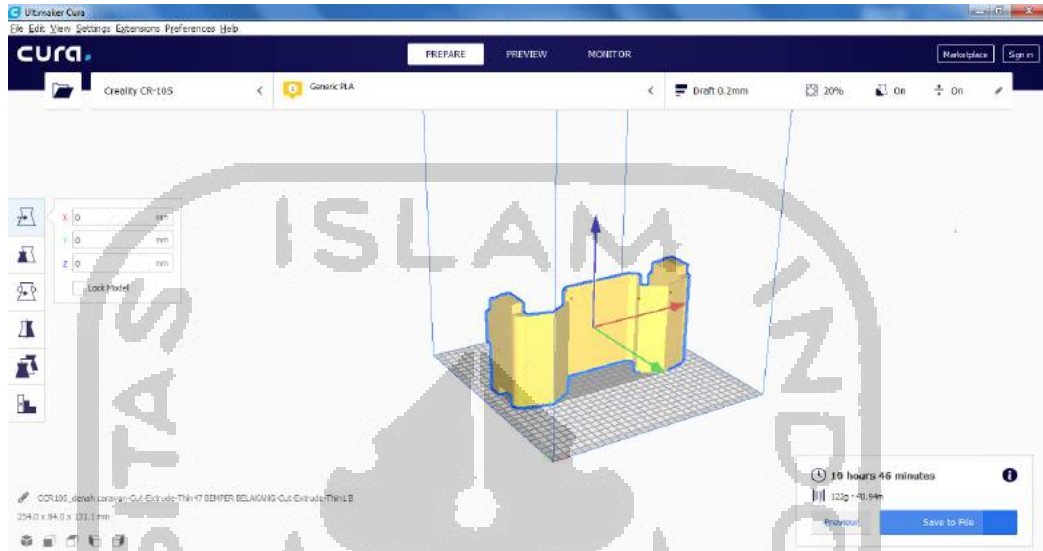
Gambar 4.22 Hull Depan

- | | |
|------------------------|---------------------|
| o. Bagian yang dicetak | : Hull Tengah Depan |
| Waktu pencetakan | : 11Jam 56Menit |
| Filament | : 136Gram |



Gambar 4.23 Hull Tengah Depan

- p. Bagian yang dicetak : Hull Tengah Belakang
 Waktu pencetakan : 10Jam 46Menit
 Filament : 122Gram

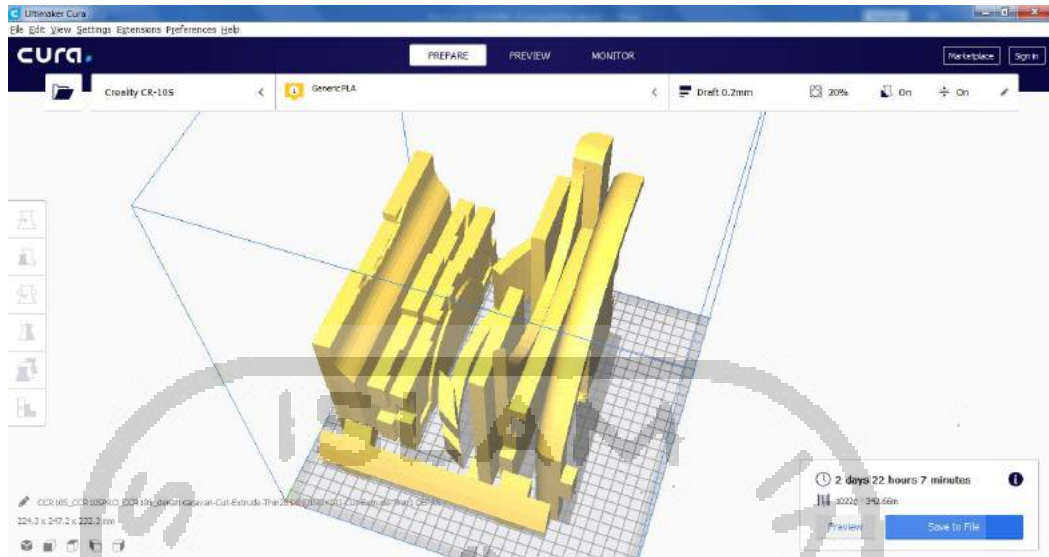


Gambar 4.23 Hull Tengah Belakang

- TOTAL Filament Perbagian : 2092 gram
 TOTAL Waktu Pencetakan Perbagian : 150Jam 23Menit

2. Pencetakan Masal
- A. Bagian yang dicetak : 8 Bagian
 - a. Atas Belakang
 - b. Atas Tengah Belakang
 - c. Atas Tengah Depan
 - d. Atas Depan
 - e. Depan Kanan
 - f. Pintu Belakang
 - g. Dinding Kiri Belakang
 - h. Dinding Kiri Depan

- Filament : 1022 Gram
 Waktu Pencetakan : 70Jam 7Menit



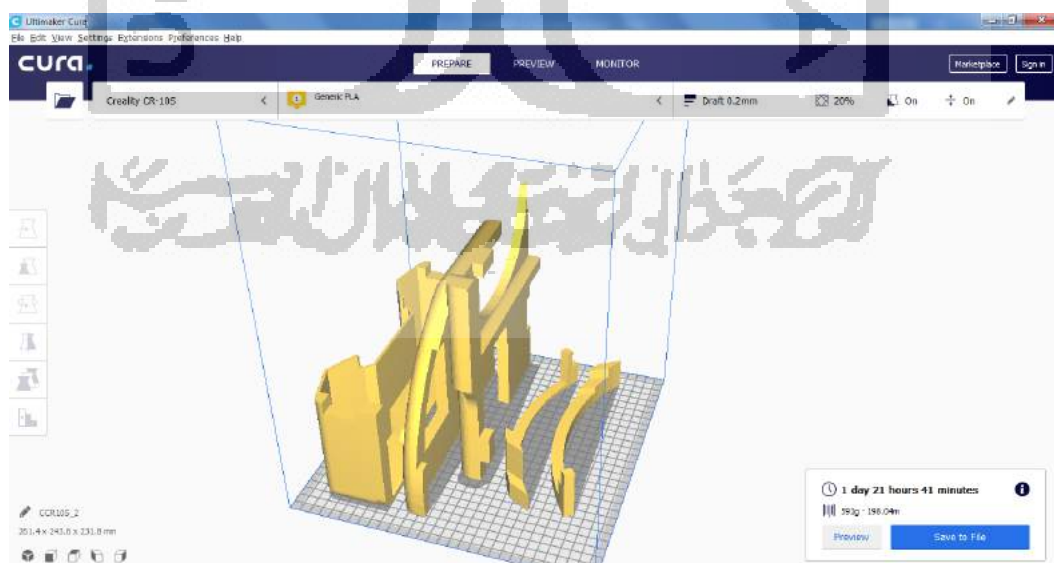
Gambar 4.24 Pencetakan Masal 8 Bagian

B. Bagian yang dicetak : 5 Bagian

- a. Hull Belakang
- b. Depan Kiri A
- c. Depan Kiri B
- d. Dinding Kanan Belakang
- e. Dinding Kanan Depan

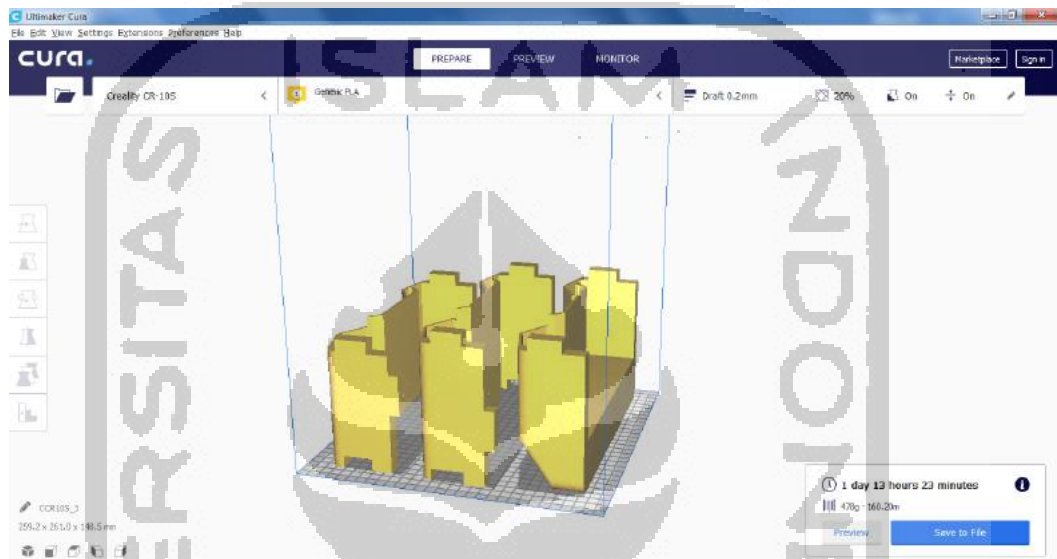
Filament : 591 Gram

Waktu Pencetakan : 45Jam 41Menit



Gambar 4.25 Pencetakan Masal 5 Bagian

- C. Bagian yang dicetak : 3 Bagian
 - a. Hull Depan
 - b. Hull Tengah Depan
 - c. Hull Tengah Belakang
- Filament : 478 Gram
- Waktu Pencetakan : 37Jam 23Menit



Gambar 4.26 Pencetakan Masal 3 Bagian

- TOTAL Filament Masal : 2091 gram
- TOTAL Waktu Pencetakan Masal : 153Jam 11 Menit

Maka didapatkan filament yang dikeluarkan akan lebih efisien jika menggunakan strategi pencetakan masal, pencetakan perbagian juga memerlukan waktu persiapan untuk melanjutkan kepencetakan berikutnya setelah pencetakan awal selesai. Berbeda dengan pencetakan masal yang dengan sekali persiapan dan satu program sudah bisa mencetak beberapa bagian sekaligus.

4.2.2. Karakteristik Proses

Ada banyak metode pembuatan suatu produk dengan memanfaatkan bahan utama komposit. Salah satunya dengan menggunakan metode yang sering sekali dipakai yaitu menggunakan master dan cetakan. Dimana metode tersebut dirasa sulit untuk diterapkan pada pembuatan *aquatic caravan* yang dirasa memiliki

geometri sedikit kompleks dibanyak titik. Maka dari itu dikembangkanlah metode baru yang dirasa cocok untuk pembuatan produk dengan memanfaatkan komposit sebagai bahan utama dengan menggunakan inti core hasil *3D print*.

Adapun karakteristik proses yang akan dibahas disini dengan membandingkan beberapa aspek yang dirasa perlu saat ingin mengembangkan metode baru. Metode yang akan dibandingkan dengan metode ini adalah metode yang sering dijumpai dan digunakan yaitu menggunakan master dan cetakan.

4.2.2.1. Produk yang Dikerjakan

Produk yang dikerjakan merupakan aspek penting untuk dipertimbangkan dalam membuat suatu produk. Maksud dari produk yang dikerjakan adalah dari sisi bentuk dan geometrinya. Dipembahasan ini dengan produk yang akan dibuat yaitu *aquatic caravan* yang memiliki bentuk dan bergeometri sedikit kompleks. Jika menggunakan metode komposit *sandwich* dengan inti *core* hasil *3D print* bisa mempersingkat pengerjaan, karena dimetode ini pengerjaan pembuatan inti *core* yang sudah sekaligus berfungsi sebagai master dan cetakan sudah menggunakan tenaga mesin yang sudah diprogram sesuai dengan yang diinginkan.

Berbeda jika pengerjaan *aquatic caravan* masih menggunakan metode yang biasa dijumpai yaitu harus melakukan pembuatan master terlebih dahulu yang kemudian dilanjutkan dengan membuat cetakannya, tentunya memerlukan keahlian khusus dan ketelitian yang akan sangat sulit untuk dikerjakan. Dengan adanya metode ini siapapun bisa untuk membuat suatu produk dengan berbagai macam bentuk tanpa kesulitan untuk membuat master dan cetakan terlebih dahulu.

4.2.2.2. Jumlah Produk

Setiap metode tentunya memiliki kelebihan dan kelemahan tersendiri seperti pada metode yang akan di kembangkan ini adalah disegi jumlah produksi atau pembuatan yang akan memerlukan waktu yang lama jika akan diproduksi secara masal. Jika ingin membuat produk yang akan diproduksi secara masal tentunya akan lebih efektif jika menggunakan metode yang biasa dijumpai dengan menggunakan master dan cetakan, karena memang dengan satu master dan cetakan bisa digunakan berkali-kali untuk membuat suatu produk. Akan tetapi

memang tujuan adanya metode ini bukan untuk diproduksi secara massal melainkan memang untuk pembuatan produk yang bisa *dicustom* ataupun produk dengan bentuk unik lainnya.

4.2.2.3. Proses Pembuatan

Yang akan dijelaskan disini adalah alur dari proses pembuatan produk dengan metode master dan cetakan dan proses pembuatan produk dengan inti *core* hasil *3D Print*. adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan produk menggunakan master dan cetakan (*study* kasus mobil listrik)
 - A. Pembuatan Master
 - a. Desain keseluruhan *body*
 - b. *Layering* atau dari *body* yang sudah didesain tadi diberi layer-layer.
 - c. Simpang *layering* yang telah dibuat dengan format .dxf. untuk dieksekusi dimesin laser *cutting*
 - d. Laser *cutting*
 - e. Susun atau rangkai hasil laser *cutting* tadi sesuai dengan bentuk desain *body*
 - f. Berikan foam untuk menutupi sela-sela dari hasil laser *cutting* yang telah disusun
 - g. Ratakan foam hingga terbentuk *body* sesuai desain
 - h. Dempul hingga rata
 - B. Pembuatan cetakan
 - a. Karena sulit untuk membuat dari satu master menjadi satu cetakan maka dibagi beberapa bagian, dengan cara diberi batas menggunakan triplek atau karton
 - b. Oleskan mirror glass atau wax agar tidak lengket
 - c. Oleskan pfa untuk memperhalus permukaan
 - d. Oleskan resin
 - e. Susun fiber glass
 - f. Lakukan proses d dan e hingga menjadi beberapa lapis
 - g. Lakukan proses a sampai f untuk bagian lain

- h. Bor setiap pembatas dan berikan baut untuk menyatukan setiap bagian.

C. Pembuatan produk

- a. Oleskan mirror glass atau wax agar tidak lengket
- b. Oleskan pfa untuk memperhalus permukaan
- c. Oleskan resin
- d. Susun fiber glass
- e. Ulangi proses c dan d hingga menjadi 2-3 lapis

2. Pembuatan produk menggunakan inti *core* hasil *3d Print*

A. Pembuatan Produk

- a. Desain *Body*
- b. *Puzzling body* menjadi beberapa bagian untuk dicetak di mesin 3D print
- c. Simpan *puzzling* yang telah dibuat dengan format .stl. untuk disusun dan dicari strategi terbaik untuk proses pencetakan di mesin 3D print
- d. Proses Pencetakan
- e. Proses *Assembly* awal
- f. Oleskan resin
- g. Susun fiber glass
- h. Ulangi proses f dan g hingga menjadi 2 lapis.
- i. Proses *Assembly* akhir

Bisa dilihat dengan proses yang dilakukan untuk membuat sebuah produk, metode yang lebih singkat adalah dengan menggunakan inti *core* hasil *3d print* yang juga sebagai master dan cetakan.

4.2.2.4. Biaya Produksi Pembuatan inti *core*

Dalam pembuatan sebuah produk tentu aspek yang selalu dipertimbangkan salah satunya adalah biaya produksi atau pembuatannya itu sendiri. Dalam aspek biaya kali ini jika membandingkan metode master dan cetakan (Manual), dimana proses ini sulit untuk dihitung biaya dan jam kerja untuk pembuatannya. Berbeda dengan metode menggunakan inti *core* dari hasil *3D print* sekaligus sebagai master dan cetakan, metode ini bisa diperkirakan proses pembuatan atau jam kerja

dan biaya yang akan dikeluarkan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Waktu

Waktu yang akan dihitung adalah waktu pencetakan per cm². Rincian waktu yang diperlukan adalah:

$$\frac{2000 \text{ mm}^3}{14 \text{ menit}}$$

$$= 142,85 \text{ mm}^3/\text{menit}$$

Dengan menggunakan kecepatan 80mm/s

2. Bahan

Biaya bahan adalah biaya yang digunakan untuk membeli bahan sebagai kebutuhan pokok dari produk yang dihasilkan, dan bahan yang digunakan adalah filament PLA. Rincian dari biaya yang dikeluarkan untuk biaya bahan adalah sebagai berikut:

- | | | | | |
|----|-------------------------------|--------|---|----------------------|
| a. | Biaya / gram | 1 Kg | = | 1000 Gram |
| | | 1 Kg | = | Rp 170.000 |
| | | 1 gram | = | Rp 170.000 |
| | | | | <hr/> |
| | | | | 1000 |
| | | | = | Rp 170 / gram |
| b. | Biaya penggunaan bahan | | = | 2091 gram x Rp 170 |
| | | | = | Rp 355.470 |
| c. | Biaya bahan perjam | | = | 2091 ÷ 153,1833 |
| | | | = | 13,6503 |
| | | | = | 13,6503 x Rp 170 |
| | | | = | Rp 2.320jam |

- d. **Bahan yang digunakan / menit** = 2091 gram ÷ 9191 Menit
= **0.2275gram / menit**
3. Biaya sewa mesin
- a. **Biaya perjam** = Rp 5.000/Jam
- b. **Biaya permenit** = 5000 ÷ 60 menit
= **Rp 83,33/menit**
- c. **Total biaya sewa mesin** = 9487menit x 83,33
= **Rp 790.583**
4. Biaya Listrik
- a. **Biaya / kWh** = Rp 1300
- b. **Listrik mesin / Jam** = 480Watt
- c. **Total daya mesin yang digunakan** = 480Watt x 153,1833Jam
= 73.528 Watt
= 73.528 Watt ÷ 1000
= **73,528kWh**
- d. **Total biaya listrik** = 73,528Kwh x Rp1300
= **Rp 95.587**

