

## PERANCANGAN *MULTI SPEED CENTRIFUGE* SEBAGAI ALAT PEMISAH CAIRAN

Pratomo Setyadi, Agung P, I Wayan S, Ihsan S, Shidiq F, Shafira J  
Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta  
psetyadi@unj.ac.id

### *Abstract*

*A centrifuge is a device that works to separate organelles based on their density. The working principle of the centrifuge uses the rotation of the tube containing the solution so that it can be separated based on its density. Manufacturing centrifuges was made by covering several factors such as weight, cost, and ease of manufacture. With these considerations, the centrifuge makes using 3D printing. The utilization of 3D printers in Indonesia has been widely used because it makes it easier for humans to make prototypes. The quality Function Deployment (QFD) method was used for product development by discussing the manufacturing process, calculating the bill of materials, and selecting materials of the centrifuge. So as makes it easy to manufacture and operate. The study showed that to get maximum results, it was necessary to set parameters during the slicing process such as printer speed, coating thickness, support, bed temperature, and nozzle temperature. So this centrifuge can be used in medical field.*

**Keywords:** *Centrifuge, Manufacture, Quality Function Deployment.*

### *Abstrak*

*Centrifuge merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan organel berdasarkan massa jenisnya. Prinsip kerja centrifuge menggunakan prinsip rotasi atau perputaran tabung yang berisi larutan agar dapat dipisahkan berdasarkan massa jenisnya. Manufaktur pada alat centrifuge dibuat dengan mencakup beberapa faktor. Misalnya dari segi berat, biaya, dan kemudahan dalam pembuatannya. Dengan pertimbangan tersebut maka alat centrifuge dibuat menggunakan 3D printing. Penggunaan 3D printer di Indonesia sudah banyak yang menggunakannya karena 3D printer memiliki keunggulan antara lain mempermudah manusia dalam membuat prototype. Menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) pengembangan produk dengan membahas proses manufaktur alat centrifuge, perhitungan bill of materials, dan pemilihan material. Sehingga didapatkan kemudahan dalam pembuatan dan pengoperasiannya. Hasil dari penelitian didapatkan bahwa untuk mendapatkan hasil yang maksimal dibutuhkan pengaturan parameter-parameter pada saat proses slicing seperti kecepatan printer, ketebalan lapisan, support, temperature bed dan temperature nozzle harus dilakukan settingan dengan benar. Sehingga alat ini dapat digunakan pada bidang medis.*

**Keywords:** *Centrifuge, Manufaktur, Quality Function Deployment.*

### **1. PENDAHULUAN (*Introduction*)**

Pada akhir tahun 2019 dunia dikagetkan dengan munculnya kabar beberapa pasien pneumonia berati di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China. Penyebabnya mulai teridentifikasi kode genetiknya berupa virus corona baru di awal tahun 2020. Menanggapi hal tersebut, *World Health Organization* (WHO) menamakannya virus ini adalah *CoronaVirus Disease -2019* (COVID-19) dan menetapkan status *Global Emergency* akibat COVID-19 telah menyebar luas hingga 199 negara. Di Indonesia munculnya kasus pertama pada awal Maret 2020. Kasus ini diduga bahwa COVID-19 di Indonesia berasal dari orang asing yang berkunjung.

Menyikapi COVID-19 yang telah memasuki Indonesia, pemerintah Indonesia mengeluarkan beberapa Keputusan Presiden Republik Indonesia diantaranya Penetapan Keadaan Darurat Kesehatan Masyarakat Corona Virus, dan membentuk tim Gugus Tugas Percepatan Penanganan *CoronaVirus Disease-2019* (COVID-19) yang bertugas untuk membendung penyebaran COVID-19. Dalam melaksanakan tugasnya, Gugus Tugas

melakukan pengujian sampel skala besar dengan melakukan pelacakan secara aktif serta diikuti isolasi ketat. Pengujian ini dilaksanakan ke seluruh wilayah di Indonesia.

Dalam melaksanakan pengujian, diperlukan uji diagnostik yang memiliki tingkat sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi agar COVID-19 dapat dikendalikan. Di Indonesia ada beberapa cara yang sering digunakan untuk mendiagnosis COVID-19, antara lain *Rapid Diagnostic Test Antigen* (RDT Antigen), *Rapid Diagnostic Test Antibody* (RDT Antibody), *Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR), dan Tes Cepat Molekuler (TCM). Dari kelima cara diatas, RT-PCR lebih disarankan oleh WHO karena memiliki sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi. Namun di Indonesia metode pemeriksaan untuk mendiagnosis COVID-19 lebih banyak menggunakan RDT Antigen dan RDT Antibodi. Hal tersebut dikarenakan RT-PCR tidak dapat membedakan apakah virus dalam tubuh telah mati atau masih hidup, sehingga tidak dapat mendeteksi pasien yang telah pulih dari COVID-19. Selain itu RT-PCR memerlukan waktu lebih lama dan biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan metode RDT Antigen dan RDT Antibodi.

Menurut, alat yang digunakan untuk mendapatkan larutan DNA yang berfungsi untuk analisis RT-PCR adalah *centrifuge*. *Centrifuge* adalah alat yang menggunakan prinsip rotasi atau perputaran yang berisi larutan guna memisahkan organel berdasarkan massa jenisnya melalui proses pengendapan..

Menanggapi permasalahan RT-PCR dari segi waktu yang lama dan biaya yang lebih mahal, penulis membuat prototype *centrifuge* yang proses kerjanya cepat dan memiliki harga yang relatif murah. Guna memperoleh proses kerja yang cepat, prototype *centrifuge* akan menggunakan motor DC dengan kecepatan hingga 15.000 rpm dan menggunakan 3D Printing untuk proses pembuatan beberapa komponen prototype *centrifuge*. Tahapan-tahapan yang harus dilaksanakan dalam proses manufaktur *centrifuge* adalah perancangan produk, pemilihan material, dan pengelolaan sistem produksinya.

## 2. TINJAUAN LITERATUR (*Literature Review*)

### 2.1 Centrifuge

*Centrifuge* adalah peralatan laboratorium klinik yang digunakan untuk memisahkan suatu senyawa berdasarkan massa jenis nya melalui proses pengendapan partikel dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal adalah perpindahan massa untuk mengikuti jalur melengkung untuk menjauhi dari pusat atau sumbu. Dalam prosesnya, alat ini menggunakan prinsip rotasi atau perputaran tabung yang berisi larutan sehingga dapat dipisahkan berdasarkan massa jenisnya. Larutan akan terbagi menjadi dua fase, partikel yang lebih padat bermigrasi menjauhi sumbu *centrifuge* disebut *pellet* atau organel yang mengendap. Sedangkan larutan yang tersisa dan terpisah dari cairan endapan disebut cairan *supernatant*.

Untuk memisahkan larutan, *centrifuge* memiliki rotor sebagai tempat untuk meletakkan larutan. Lalu rotor ini akan putar dengan motor berkecepatan tinggi sehingga mengakibatkan larutan akan terpisah menjadi dua fase. Semakin cepat putaran yang dilakukan, semakin banyak pula organel yang mengendap didapatkan, begitu juga sebaliknya.

## 2.2 Manufaktur

Manufaktur dalam arti yang luas adalah proses merubah bahan baku menjadi suatu produk. Proses meliputi (1) perancangan produk, (2) pemilihan material, dan (3) tahap proses dimana produk tersebut dibuat. Proses manufaktur adalah proses yang dirancang untuk menghasilkan perubahan fisik atau kimiawi pada suatu benda dengan maksud untuk meningkatkan nilai dari benda tersebut. Hal ini maksudnya proses manufaktur adalah proses perubahan bentuk suatu benda hingga menjadi benda yang diinginkan dengan menambah nilai, baik dari fungsi, teknologi, ataupun ekonomis.

## 2.3 3D Printer

Menurut Moore (2013), *3D Printer* adalah sebuah alat fabrikasi computer atau manufaktur aditif yang digunakan untuk proses *prototyping* dimana membuat benda menjadi nyata dari desain 3D. Di Indonesia, penggunaan 3D Printer mulai diminati. Hal ini dikarenakan dapat mempermudah manusia membuat *prototyping*. Untuk itu teknologi *rapid prototyping* saat ini banyak digunakan dalam pembuatan *prototype*. 3D Printer menggunakan teknologi *rapid prototyping* yaitu metode yang menghasilkan suatu produk dengan cara menumpuk *layer* demi *layer* yang dimana datanya berasal dari data *software* desain seperti *Inventor*, *autocad*, *solidwork* dan lain-lain

## 2.4 Bill of Material (BOM)

*Bill of material* (BOM) adalah data yang berisi struktur produk yang detail komponen-komponen *subassembly* (jenis, jumlah dan spesifikasinya) hubungan antara barang dan komponen-komponennya ditampilkan dalam struktur produk secara peringkat mulai dari tingkatan atas, hingga tingkatan bawah. Data *bill of material* digunakan sebagai inputan awal Material Requirement Planning (MRP). Menurut Sikorra (2016) dibentuknya *bill of material* memberikan dua keuntungan, yaitu dalam proses perencanaan memiliki transparansi, karena ketidakpastian proses dan ketidakpastian produk dipisahkan, dan pembuatan estimasi BOM yang bagus dapat meningkatkan perencanaan yang baik.

## 2.5 Quality Function Deployment (QFD)

*Quality function deployment* memiliki prinsip bahwa penggunaan QFD akan membantu manajemen dalam memperoleh keunggulan yang kompetitif melalui proses penciptaan karakteristik dan kualitas produk yang mampu meningkatkan kepuasan konsumen. Hal ini dikarenakan pada prinsipnya QFD adalah suatu metode untuk membuat perencanaan/desain suatu produk dan pengembangannya, yang secara sistematis dilakukan dengan mengidentifikasi keinginan dan kebutuhan konsumen serta teknis perusahaan, dan juga mengevaluasi usaha-usaha untuk mencapai tujuan tersebut. Sehingga perusahaan dapat memberikan produk yang benar-benar dibutuhkan dan diinginkan oleh pelanggan, sehingga tercapai keseimbangan baik dari segi efektivitas (manfaat) dan efisiensi (biaya, waktu, dan tenaga).

Menurut Daetz, Barnard, dan Norman (1995), proses dalam pembuatan QFD meliputi pembentukan matrik-matrik yang juga biasa disebut sebagai tabel kualitas yang memuat tahap-tahap penggunaan QFD yang terdiri atas 4 fasa, yaitu:

1. Perencanaan Produk, meliputi proses penerjemahan karakteristik kualitas yang menjadi keinginan pelanggan menjadi karakteristik perusahaan. Tahap ini juga disebut dengan *The House Of Quality*. Data yang berisi pada *The House Of Quality* meliputi data-data tentang kebutuhan konsumen, keterangan jaminan, peluang dari pesaing, ukuran produk, ukuran produk pesaing, dan kemampuan teknis organisasi untuk memenuhi kebutuhan setiap pelanggan.
2. Perencanaan Komponen, proses penerjemahan dan pengembangan karakteristik teknik perusahaan yang dihasilkan pada fasa pertama menjadi data detail dan membentuk karakteristik kualitas per bagian.
3. Perencanaan Proses, proses penerjemahan karakteristik kualitas yang dihasilkan dari fasa kedua untuk menentukan karakteristik proses masing-masing. Perencanaan Produksi, proses pembentukan hubungan dan keselarasan dengan proses yang dihasilkan fasa ketiga dengan karakteristik keinginan bagian produksi.

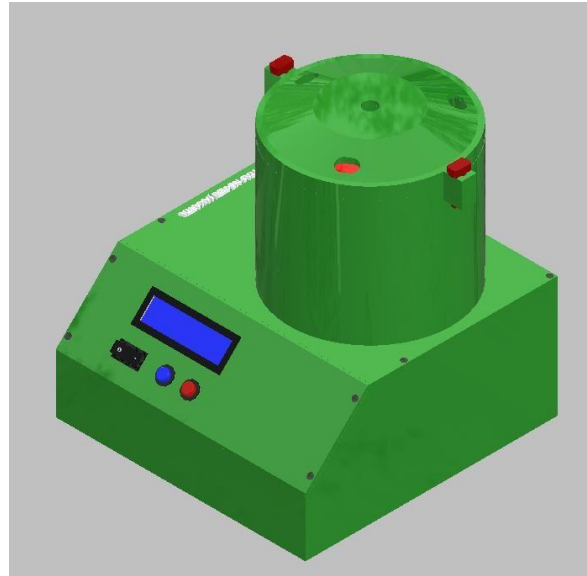
### **3. METODE PELAKSANAAN (*Materials and Method*)**

Pada proses penelitian alat *centrifuge*, peneliti melakukan perancangan desain dan proses manufaktur pada alat *centrifuge*, yang berfungsi untuk memisahkan suatu larutan menggunakan prinsip gaya sentrifugal yang mana dapat memisahkan larutan berdasarkan massa jenisnya. Dimulai dari proses perancangan desain dan manufaktur alat *centrifuge*. Menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menentukan kebutuhan suatu konsumen yang diinginkan. Proses dimulai dari tahapan pembuatan perancangan desain, menentukan QFD, lalu pemilihan proses manufaktur untuk menjadikan alat *centrifuge* dengan harga yang murah.

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN (*Results and Discussion*)**

### **4.1 Konsep Desain**

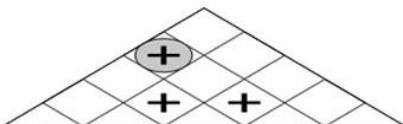
Pembuatan desain alat *centrifuge* ini menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2020*. Desain dalam perancangan ini dibuat menyesuaikan kriteria yang akan dibahas. Berikut adalah desain alat *centrifuge*.



Gambar 1. Assembly Alat Centrifuge

#### 4.2 Quality Function Deployment (QFD)

Pada tahapan *Quality Function Deployment* (QFD) peneliti melakukan identifikasi kebutuhan teknis dan karakteristik dari produk yang akan dibuat. Penggunaan alat *centrifuge* bertujuan untuk menganalisis kandungan dari darah misalnya untuk mengecek apakah dari darah tersebut terpapar suatu penyakit atau tidak. Kebutuhan pengguna dari alat *centrifuge* kemudian menjadi input dalam pembuatan *house of quality*.



Technical responses / Customer needs	Material alat	Mekanisme alat	Dimensi produk	Berat alat	Warna alat	Priority (%)
Keamanan		●				12%
Kemudahan penggunaan	△	●				13,4%
Kenyamanan		○	○	○	●	9,3%
Kekuatan	●					12%
Harga	●	●	●			17,3%
Kemudahan untuk dipindah	●		●	●		36%
Jumlah	28	24	13	9	1	75
Priority (%)	37,3%	32%	17,3%	12%	1,4%	100%
Target value	ABS	Perputaran rotor	200x 202x 217 (mm)	1,071 kg	Hijau	

Gambar 2. House Of Quality

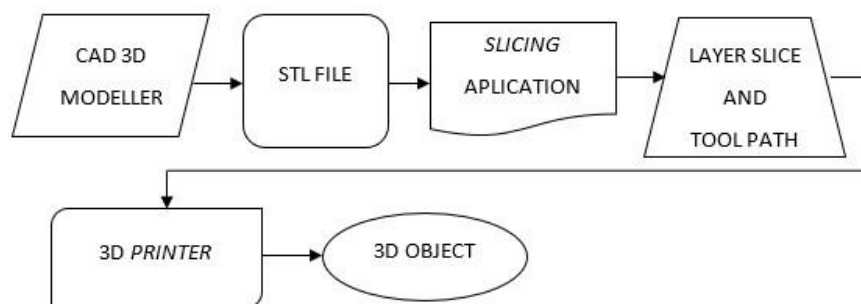
*Technical responses* pada material alat menjadi prioritas pertama dalam membuat alat ini, lalu dipertimbangkan dengan mekanisme alat yang akan dibuat. Untuk *customer needs* prioritas

pertama yaitu kemudahan untuk dipindah dengan tujuan alat ini dapat dengan mudah dibawa ketempat yang kita inginkan.

### 4.3 Manufaktur Menggunakan 3D Printing

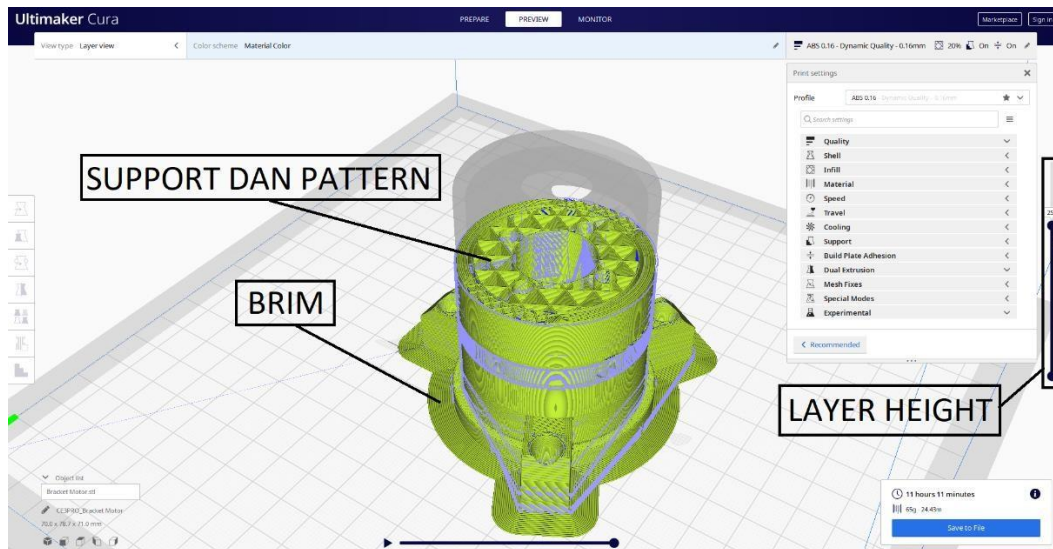
Proses manufaktur menggunakan prinsip manufaktur aditif yaitu proses pembentukan 3D objek dengan cara penambahan material. 3D Printer merupakan salah satu dari berbagai proses dimana material dipadatkan dibawah control komputer untuk membuat objek 3D. 3D printer adalah sebuah alat fabrikasi komputer desktop atau manufaktur aditif yang digunakan untuk proses *prototyping* dimana membuat benda nyata dari desain 3D. Desain objek yang akan dibuat terlebih dahulu harus dikonversi ke dalam beberapa format *file* yang relevan dengan aplikasi yang digunakan. Desain awal objek bisa menggunakan *software* CAD dengan format gambar .dwg atau dengan *software* inventor maupun solidwork atau *software* yang lain.

Pada gambar dibawah ini merupakan diagram alir proses 3D printing yang digunakan penulis untuk memproduksi prototipe alat *centrifuge*. Menggunakan *software autodesk inventor 2020* untuk membuat desain 3D, *software ultimaker cura 4.8.0* untuk parameter *slicing*, dan 3D printer ender 3 pro untuk proses pencetakan komponen. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Proses 3D Printing

Pada 3D Printer, proses *slicing* memegang peran penting untuk memperoleh hasil yang maksimal. Pengertian dari parameter itu sendiri merupakan suatu kondisi yang menjadi tolak ukur terhadap kondisi lainnya. Beberapa parameter yang digunakan yaitu support, pattern, dan brim. Support berfungsi untuk memberikan lapisan tambahan untuk menopang objek yang memiliki jarak terhadap *bed*. Pattern adalah pola pengisian filamen pada bagian tiap-tiap inti objek. Brim berfungsi untuk menambahkan lapisan lebih pada lapisan dasar dengan tujuan untuk memberi area permukaan yang lebih banyak agar menempel pada *bed*. Layer height adalah ketebalan lapisan pada objek. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Proses Slicing Pada Software Cura

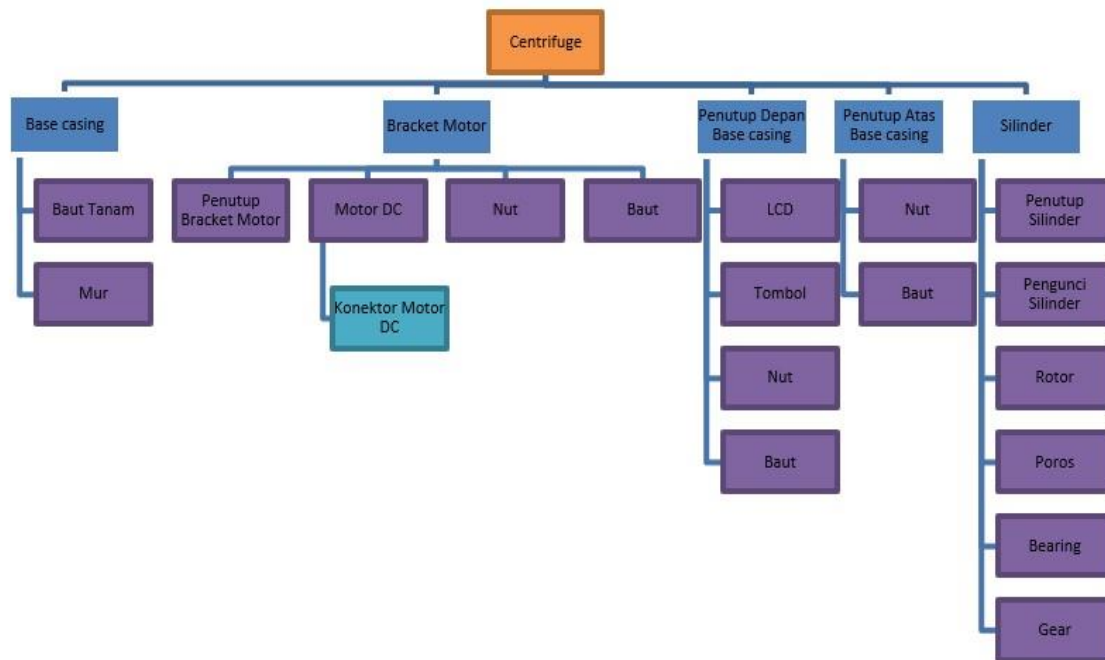
Penulis menggunakan parameter printer seperti tabel dibawah ini.

Tabel 1. Parameter Pada Software Cura

No	Parameter Ultimaker Cura	
1	<i>Diameter nozzle</i>	0.4 mm
2	<i>Adhesion type</i>	Brim
3	<i>Infill</i>	20%
4	<i>Infill pattern</i>	Tri Hexagon
5	<i>Infill support</i>	20%
6	<i>Support type</i>	Touching bed
7	<i>Print speed</i>	50 mm/s
8	<i>Extruder temperature</i>	240 °C
9	<i>Bed temperature</i>	110 °C
10	<i>Fan speed</i>	0%
11	<i>Layer height</i>	0.16 mm
12	<i>Layer count</i>	256
13	<i>Estimate printing time</i>	<u>11 hours 11 minutes</u>
14	<i>Weight</i>	65 gram
15	<i>Filamen ABS needed</i>	24.43 m

#### 4.4 Struktur Bill Of Material (BOM)

Struktur BOM yang akan digunakan disini adalah tipe *parent and child* dengan sistem hirarki low-level, dimana part yang identik posisinya ditempatkan di level yang sama dan semakin kebawah levelnya akan semakin detail.



Gambar 5. Struktur BOM

#### 4.5 Estimasi Biaya Manufaktur

Estimasi biaya manufaktur ini diperlukan sebagai kelengkapan data. Pada penelitian ini, peneliti membahas estimasi biaya berdasarkan harga dari tiap komponen. Dengan demikian sebuah BOM selesai dibuat, maka estimasi biaya total bias dibuat dengan cara menghitung seluruh komponen mesin yang dibutuhkan. Manufaktur alat *centrifuge* ini terbagi menjadi 2, yaitu menggunakan *3D printing* dan proses pembubutan. Namun selain tipe produksi diatas, ada beberapa komponen mesin yang bersifat non-produksi. Komponen non-produksi ini merupakan komponen yang jenis pengadaan barangnya berupa pembelian.

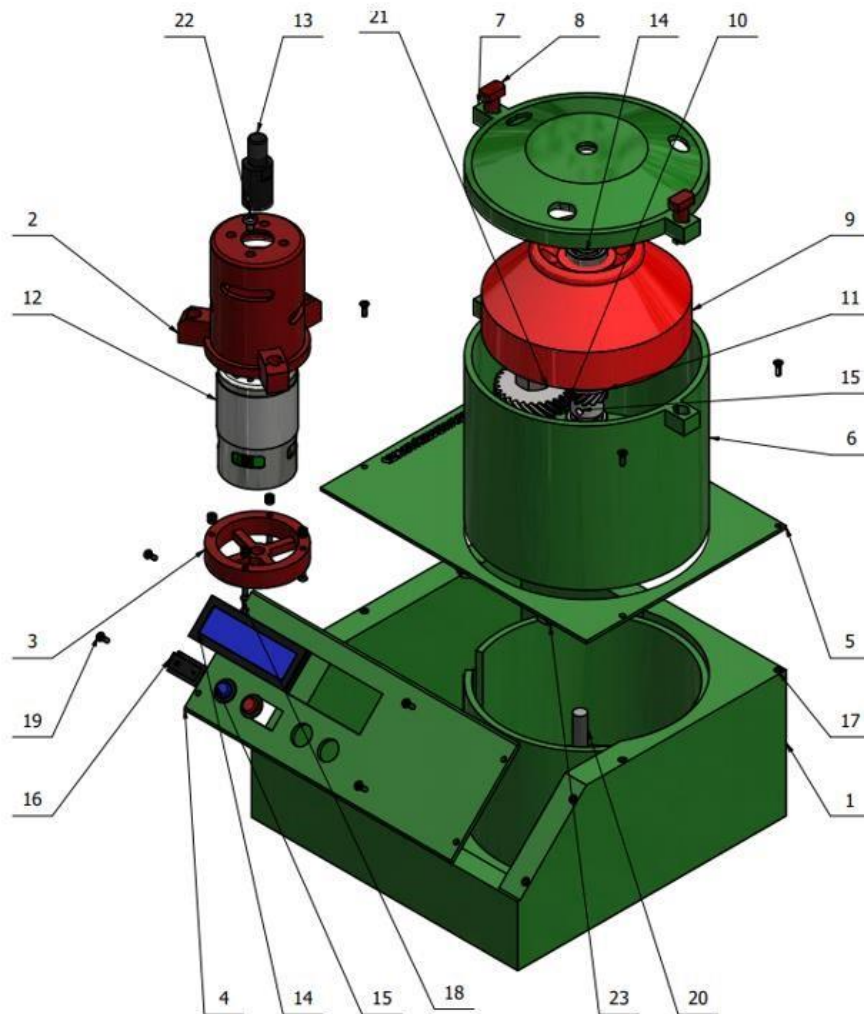
#### 4.6 Perancangan Proses Perakitan

Perancangan proses perakitan dilakukan setelah selesai semua proses perancangan manufaktur. Pada desain perakitan komponen statis *centrifuge* ini, pembatasan dibatasi terhadap perancangan urutan perakitannya saja. Dimana segala prosedur dan skema perakitan yang baik, peralatan dan estimasi biaya tidak dibahas pada penelitian ini.

Skema perakitan sendiri disusun berdasarkan bagian perakitannya (*sub-assembly*) serta dibuat secara bertahap. Perakitannya sendiri dibagi menjadi 2 bagian urutan perakitan, yaitu tahap perakitan per *sub-assembly* dan tahap penyelesaian (*assembly*). Dengan dilakukannya skema perakitan ini diharapkan setiap orang dapat dengan mudah merakit komponen statis *centrifuge* secara manual dan sebagai referensi perakitan ulang modifikasi alat jika mungkin dilakukan



pada penelitian selanjutnya. Berikut merupakan desain perakitan komponen statis *centrifuge* yang akan dibuat:



Gambar 7. Proses Perakitan

Tabel 2. Spesifikasi Alat Centrifuge

NO	NAMA KOMPONEN	MATERIAL	JUMLAH
1	Base Casing	ABS	1
2	Bracket Motor	ABS	1
3	Penutup Bracket Motor	ABS	1
4	Penutup Depan Base Casing	ABS	1
5	Penutup Atas Base Casing	ABS	1
6	Silinder	ABS	1
7	Penutup Silinder	ABS	1
8	Pengunci Silinder	ABS	1
9	Rotor	ABS	1
10	Gear Helix Besar	ABS	1

11	Gear Helix Kecil	ABS	1
12	Motor DC	Besi	1
13	Konektor Motor DC	Besi	1
14	Bearing Stainless Steel	Besi	2
15	Poros Aluminium 6061	Besi	1
16	Pengunci Poros	Besi	2
17	Nut M2.5x4	Brass	12
18	Baut M2.5x16	Stainless Steel	8
19	Baut M2.5x8	Stainless Steel	4
20	Baut Tanam M8x40	Stainless Steel	3
21	Mur M8x1	Stainless Steel	3
22	Baut M3x4	Stainless Steel	2
23	Mur M10x1	Stainless Steel	1

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN (*Conclusions and Recommendations*)

Pada pembuatan prototipe alat centrifuge dapat disimpulkan

1. Prototipe alat *centrifuge* dapat diuji coba dan dapat berfungsi dengan baik
2. Penggunaan komponen dan material mempunyai kemudahan dalam proses manufaktur dan mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau.
3. Prototipe alat *centrifuge* dapat diuji coba dengan baik dengan estimasi waktu 3D printing selama 145,816 jam dan estimasi waktu dalam proses pemesinan selama 21,35 jam
4. Prototipe alat centrifuge ditujukan pada bidang medis

## 6. DAFTAR PUSTAKA (*References*)

- D. Handayani, D. R. Hadi, F. Isbaniah, E. Burhan, and H. Agustin, "Multi-drug resistant tuberculosis," *J. Respirologi Indones.*, vol. 40, no. 2, pp. 120–121, 2020.
- A. Meodia, "Berbagai langkah sudah dilakukan Gugus Tugas penanganan COVID-19 - ANTARA News," 2020.
- B. Yanti, F. D. Ismida, K. Elsa, and S. Sarah, "Perbedaan uji diagnostik antigen , antibodi , RTPCR dan tes cepat molekuler pada Coronavirus Disease 2019 Pendahuluan," vol. 20, no. 3, pp. 172–177, 2020.
- W. Widayat, T. Winarni Agustini, M. Suzery, A. Ni'matullah Al-Baarri, and S. Rahmi Putri, "Real Time-Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) sebagai Alat Deteksi DNA Babi dalam Beberapa Produk Non-Pangan," *Indones. J. Halal*, vol. 2, no. 1, p. 26, 2019, doi: 10.14710/halal.v2i1.5361.
- Triarjo, S. Rianto, A. Muchsin, and E. Muljono, "Jurnal Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir," *Anal. Kerusakan Centrifuge ( Xd-301 ) Pada Proses Pemisahan Uranil Nitrat Seksi 300 Instal. Pcp*, vol. 2, no. 16, pp. 13–20, 2016.

- E. Supriyanto, “‘Manufaktur’ dalam Dunia Teknik Industri,” *Ind. Elektro dan Penerbangan*, vol. 3, no. 3, pp. 1–4, 2013.
- H. T. dan S. Eric, Ristadiansyah, “Centrifuge Dengan Sistem Kontrol Arduino,” *Centrifuge Dengan Sist. Kontrol Arduino*, pp. 1–7, 2017.
- M. P. Groover, “Brazing, soldering and adhesive bonding,” *Metall. Weld.*, pp. 87–109, 1980, doi: 10.1007/978-94-010-9506-8\_6.
- A. A. Nurul Amri and W. Sumbodo, “Perancangan 3D Printer Tipe Core XY Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 110–115, 2018, doi: 10.21831/dinamika.v3i2.21407.
- P. A. Irawan and A. Syaichu, “Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Material Requirement Planning (MRP) Pada PT. Semen Indonesia (PERSERO), Tbk,” *J. Knowl. Ind. Eng. Pengendali.*, vol. 04, no. 01, pp. 15–22, 2017.
- B. N. Sari, O. Komarudin, T. N. Padilah, and M. Nurhusaeni, “Bill of Material (Bom) Pada Sistem Inventori Kawasan Berikat Untuk Pelacakan Material Movement,” *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 3, pp. 323–330, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i3.381.323-330.
- E. Jaelani, “PERENCANAAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK DENGAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT ( QFD ),” vol. IV, no. 1, 2012.

