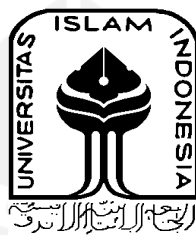


**RANCANG BANGUN ALAT PEMBUANGAN AIR
PENGEMBUNAN PADA *AIR CONDITIONER***

TUGAS AKHIR

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



Disusun oleh :

Nama : Anggito Banyu Aji
No. Mahasiswa : 16525102
NIRM : 2016080693

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

2021

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN ALAT PEMBUANGAN AIR
PENGEMBUNAN PADA *AIR CONDITIONER***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

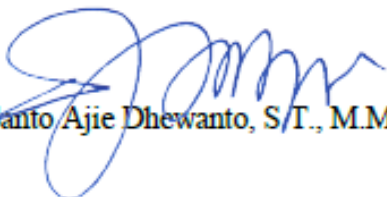
Nama : Anggito Banyu Aji

No. Mahasiswa : 16525102

NIRM : 2016080693

Yogyakarta, 19 Agustus 2021

Pembimbing,



Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

RANCANG BANGUN ALAT PEMBUANGAN AIR PENGEMBUNAN PADA *AIR CONDITIONER*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Anggito Banyu Aji
No. Mahasiswa : 16525102
NIRM : 2016080693

Tim Penguji:

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M

Ketua


Tanggal: 6 September 2021

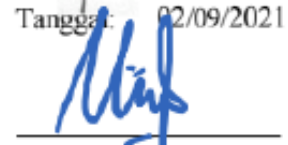
Muhammad Ridlwan, S.T., M.T

Anggota I


Tanggal: 02/09/2021

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

Anggota II


Tanggal: 06/09/2021

Mengetahui




Dr. Eng Risdiono, S.T., M.Eng

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya tulis adalah berdasarkan hasil kerja saya selama penelitian dan tidak terdapat karya maupun tulisan yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali untuk kutipan yang tertulis jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari terdapat hal yang melanggar hak kekayaan intelektual, saya siap menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 19 Agustus 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10000 Rupiah postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAL TEMPEL', and the serial number 'CC2F2AJX369483603'.

Anggito Banyu Aji

HALAMAN PERSEMBAHAN



*For my family
and my life best friend,*

HALAMAN MOTTO

“Suro Diro Joyo Jayaningrat, Lebur Dening Pangastuti ”

- Sunan Kalijaga

“The brave man carves out his fortune, and every man is the son of his own works”

-Miguel de Cervantes Saavedra

“People may hear your words, but they feel you attitude”

- John C. Maxwell

“Leaders don’t force people to follow, they invite them on a journey”

- Charles S. Lauer

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pembuangan Air Pengembunan pada *Air Conditioner*” dengan baik. Sholawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita menuju zaman yang terang-benderang ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa proses pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

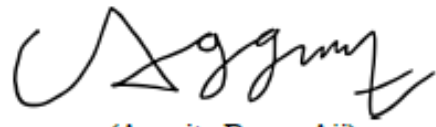
1. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan, saran, masukan, dukungan, dan motivasi
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan banyak ilmu selama penulis menjalani Pendidikan di Universitas Islam Indonesia
4. Keluarga tercinta yang selalu mendoakan, membantu, dan memberikan motivasi selama menempuh Pendidikan
5. Sahabat serta seseorang yang telah memberikan kebaikan cinta kasih
6. Teman-teman Teknik Mesin 2016 yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam hal apapun

Dalam penyusunan Laporan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sehingga penulis dapat menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap, penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca yang membaca laporan ini.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 19 Agustus 2021

Penulis,



(Anggito Banyu Aji)

ABSTRAK

Pemanfaatan AC (*Air Conditioner*) untuk mencapai kenyamanan thermal telah banyak dimanfaatkan pada banyak hunian di era ini. Namun dibalik manfaatnya untuk mengatur suhu ruangan, permasalahan pengembunan air dari hasil evaporasi sering kali mengganggu estetika pada suatu ruang. Permasalahan tersebut muncul ketika air hasil evaporasi harus dibuangkan ke atas, melawan arah gravitasi. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu alat untuk membuang air hasil evaporasi, dimana alat tersebut dapat mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi dari evaporator. Alat ini juga diharapkan dapat dipasang pada AC di rumah tanpa proses memodifikasi evaporator yang ada. Dalam penelitian ini, perancangan menggunakan metode analisis morfologi untuk mengambil keputusan dari rancangan desain yang telah dikumpulkan. Pembuatan purwarupa dibuat dengan menggunakan mesin *3D print*, dengan material PLA+, dan dibuat dengan skala 1:1, sehingga alat dapat bekerja sebagaimana semestinya. Hasil untuk pengujian performa dari alat ini menunjukkan bahwa alat dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Selain itu, analisis kekuatan pada area lubang sebagai penggantung alat ini berada dalam batas aman, yaitu berada di atas batas bawah faktor keselamatan yang ada.

Kata kunci: perancangan, *air conditioner*, *3D print*, analisis morfologi.

ABSTRACT

The utilization of AC (Air Conditioner) to get thermal comfort have been used a lot on many residences in this era. However, behind its benefit to manage room temperature, water condensation issue from evaporation results often disturbing the aesthetics in a room. That issue is appeared when water from evaporation result has to throw up, against the gravitation. Based on that problem, a tool is needed to throw the evaporated water, where the tool is could stream water to higher place from evaporator. This tool is also expected to be installed on home AC without modifying the existing evaporator. In this research, design is using morphological analysis method to make decision from design draft that have been collected. Prototype is made with 3D Print machine, using PLA+ material, and made with 1:1 scale, so the tool could work as it should be. The result of performance testing is shows that the tool could work as it should be. Other than that, strength analysis on hole area as tool hanger is within safe limits, that is above existing safety factors lower limits.

Keywords: design, air conditioner, 3D print, morphological analysis.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak	ix
Abstract.....	x
Daftar Isi	xi
Daftar Bagan.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Perancangan	4
1.5 Manfaat Perancangan	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Kajian Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 <i>Air Conditioner</i>	8
2.2.2 <i>Diaphragm Water Pump</i>	11
2.2.3 <i>3D Printing</i>	13
2.2.4 Morfologi Desain.....	16
Bab 3 Metode Penelitian	18
3.1 Alur Penelitian.....	18
3.1.1 Studi Pustaka	19
3.1.2 Kriteria Desain.....	19

3.1.3	Pembuatan Desain	19
3.1.4	Pembuatan Purwarupa	19
3.1.5	Pengujian Performa	20
3.2	Peralatan dan Bahan	20
3.3	Perancangan.....	21
3.4	Simulasi dan Pengujian	27
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	28
4.1	Hasil Perancangan	28
4.1.1	Desain Pertama	28
4.1.2	Desain Kedua.....	28
4.2	Detail <i>part</i>	29
4.3	Pembuatan Purwarupa	31
4.4	Evaluasi Desain	33
4.5	Hasil pengujian.....	36
4.4	Analisis dan Pembahasan	39
Bab 5	Penutup.....	42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	42
Daftar Pustaka		43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel properti PLA.....	21
Tabel 3.2 Analisis morfologi	25
Tabel 4.1 Waktu pencetakan 3D Print.....	32
Tabel 4.2 Total berat alat	39
Tabel 4.3 Biaya pembuatan purwarupa	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Instalasi pemasangan kondensor	6
Gambar 2.2. Produk <i>Drain Pump</i> dari pasar daring di Cina	7
Gambar 2.3 Tingkat kelembapan relatif dalam ruang	9
Gambar 2.4. Diagram proses penyejukan udara.....	10
Gambar 2.5 Cara kerja pompa diafragma.....	12
Gambar 2.6 Grafik prestasi pompa diafragma.....	13
Gambar 2.7 Prinsip kerja FDM	14
Gambar 2.8 Contoh sebuah matriks morfologi	17
Gambar 3.1 Alur penelitian	18
Gambar 3.2 Analisa fungsi	23
Gambar 3.3 Analisa sub-fungsi	24
Gambar 3.4. Simulasi komponen	27
Gambar 4.1 Desain pertama menggunakan software <i>Solid Work</i>	28
Gambar 4.2. Desain kedua menggunakan software <i>Solid Work</i>	29
Gambar 4.3 Rangka pada <i>Solid Work</i>	29
Gambar 4.4 <i>Reservoir</i> pada <i>Solid Work</i>	30
Gambar 4.5 Tutup <i>reservoir</i> pada <i>Solid Work</i>	30
Gambar 4.6 <i>Cover</i> pada <i>Solid Work</i>	31
Gambar 4.7 Setting pada slicer.....	32
Gambar 4.8 Rangka	32
Gambar 4.9 <i>Reservoir</i>	32
Gambar 4.10 Tutup <i>Reservoir</i>	33
Gambar 4.11 <i>Cover</i>	33
Gambar 4.12 Hasil <i>assembly</i>	33
Gambar 4.13 Bantalan modul sensor.....	34
Gambar 4.14 Sensor <i>emergency</i>	34
Gambar 4.15 Lubang pembuangan manual	35
Gambar 4.16 Penjepit kabel.....	35
Gambar 4.17 Hasil <i>assembly</i> akhir	36
Gambar 4.18 Pengujian alat.....	37

Gambar 4.19 Ketinggian air pada selang tambahan	37
Gambar 4.20 Ketinggian air dan sensor pada reservoir.....	38
Gambar 4.21 Pengujian ketinggian 2,5 m	38
Gambar 4.22 Analisis tegangan komponen rangka	39
Gambar 4.23 Analisis kekuatan komponen <i>reservoir</i>	40
Gambar 4.24 Analisis kekuatan komponen cover	41



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memenuhi kebutuhan hidup merupakan cara manusia untuk bertahan hidup dan mencapai kehidupan yang sejahtera. Kebutuhan hidup sendiri, dibagi menjadi tiga, yang mana kebutuhan primer merupakan salah satu kebutuhan yang wajib dipenuhi. Tempat tinggal atau sering juga disebut dengan rumah merupakan salah satu dari tiga kebutuhan primer yang penting bagi seluruh masyarakat di penjuru bumi. Rumah dijadikan penghuninya sebagai tempat untuk berlindung dari berbagai macam cuaca, beristirahat, dan berkumpul dengan keluarga dalam jangka waktu yang cukup lama. Selain itu, rumah juga bermanfaat bagi penghuninya untuk melakukan pekerjaan rumah tangga seperti memasak, mencuci, belajar, dan masih banyak lagi.

Pada dekade ini, adanya efek dari pemanasan global memengaruhi tingkat suhu lingkungan. Suhu lingkungan yang meningkat secara tidak langsung memengaruhi suhu ruangan dan kenyamanan dalam hunian rumah. Suhu ruangan yang terlalu tinggi menyebabkan kurang nyamannya hunian untuk ditinggali. Sehingga dalam hal ini, suhu ruangan merupakan salah satu faktor pendukung untuk meningkatkan kenyamanan bagi penghuninya. Suhu ruangan yang ideal untuk menciptakan suasana nyaman dalam rumah, biasanya cukup ideal dengan kondisi tubuh manusia.

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (2012) dalam laporannya menunjukkan bahwa kondisi ruangan yang nyaman ditunjukkan dengan tingkat suhu ruangan rata-rata 25° dan 54% sampai dengan 66% kelembaban relatif. Pada era ini, untuk mencapai kenyamanan termal tersebut, kebanyakan orang menggunakan AC (*Air Conditioner*) untuk mengatur suhu ruangan dalam rumah. Suhu ruangan di dalam rumah yang dapat diatur tersebut dapat meningkatkan kenyamanan hunian. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa lebih dari tiga miliar orang yang hidup di negara-negara tropis dan sub-tropis telah memanfaatkan AC di kehidupan sehari-harinya (Davis & Gertler, 2015).

Namun dibalik kelebihanannya untuk mengatur suhu dalam suatu ruangan, faktor lain yang tidak dapat diabaikan dalam penggunaan AC adalah limbah yang berupa air pembuangan AC. Air pembuangan AC tersebut berasal dari penyerapan udara panas dari suatu ruangan yang kemudian dikeluarkan melalui evaporasi (penguapan) dan kondensasi (pengembunan) (Sarbu, 2014). Kondensasi udara yang mengandung uap air menghasilkan air dalam bentuk cair. Hasil evaporasi dan kondensasi dari AC tersebut biasanya dibuangkan menuju ke bawah, sesuai dengan gravitasi.

Bentuk hunian rumah yang beragam membuat sistem tata bangun ruang yang harus menyesuaikan lahan yang ada. Permasalahan yang muncul dalam hal ini adalah apabila hasil limbah evaporasi dari AC harus dibuangkan ke atas, melawan arah gravitasi. Hingga saat ini, terutama di Indonesia, limbah air pembuangan hasil evaporasi hanya dialirkan turun dengan menggunakan pipa keluaran dari evaporator.

Peletakan kondensor juga menjadi faktor yang memengaruhi estetika dari suatu rumah. Di Indonesia sendiri, kebanyakan kondensor diletakkan pada bagian depan dan mengurangi estetika dari suatu rumah. Sehingga dalam rangka estetika, kondensor dapat diletakkan pada atas atap, balkon, atau saluran talang air di atas atap. Maka dari itu, dibutuhkan suatu alat yang dapat mengubah arah aliran limbah air hasil evaporasi. Namun hingga saat ini, masih sangat sedikit alat yang digunakan untuk mengalirkan air tersebut.

Sehingga, berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, rancangan bangun alat ini akan fokus pada pembuatan alat pembuangan air AC, dimana alat pembuangan tersebut dapat mengalirkan air limbah ke tempat yang lebih tinggi dari evaporator. Alat ini juga diharapkan dapat dipasang pada AC di rumah tanpa proses memodifikasi evaporator yang ada. Perancangan ini akan dilakukan mulai dari pembuatan desain dan pembuatan purwarupanya. Perancangan ini akan menyesuaikan dengan berbagai merek dan bentuk evaporator yang ada di Indonesia, sehingga nantinya diharapkan dapat diproduksi secara masal untuk pasar di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain alat pembuangan air pengembunan pada AC yang dapat mengalir ke atas ?
2. Bagaimana alat tersebut dapat diterapkan pada AC yang ada pada pasaran Indonesia?
3. Bagaimana cara pembuatan purwarupa alat pembuangan air pengembunan pada AC?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan ini, terdapat beberapa batasan masalah untuk menyederhanakan ruang lingkup pembahasan dalam rancang bangun, sehingga jelas dan sesuai dengan latar belakang. Batasan masalah dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan ini berfokus pada pembuatan desain dan model purwarupa alat pembuangan limbah air AC yang dapat diterapkan pada AC yang ada di Indonesia.
2. Alat ini dapat digunakan untuk AC rumah dengan berbagai merek, menggunakan sambungan di saluran pembuangan air limbah pengembunan pada AC.
3. Penampungan air sementara pada alat ini maksimal 500ml.
4. Tidak membahas mengenai program pada pengontrol waktu dan komponen apa saja yang ada pada pengontrol tersebut.
5. Purwarupa produk dibuat menggunakan mesin 3D *printing* dengan material *polypropylene*.
6. Tidak membahas laju aliran yang terjadi pada alat ini.
7. Komponen yang digunakan pada rancangan merupakan komponen yang *standard part* dan mudah ditemukan di pasaran.

1.4 Tujuan Perancangan

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Membuat alat pembuangan air evaporasi pada AC yang sesuai dengan spesifikasi AC yang ada di Indonesia.
2. Membuat alat yang dapat mengalirkan air pembuangan AC ke berbagai arah, tergantung tata letak rumah penghuni.
3. Mendesain alat yang tepat guna yang lebih inovatif dan sederhana.
4. Membuat purwarupa alat pembuangan air evaporasi pada AC.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat yang diharapkan dari perancangan produk ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu memberikan solusi bagi penghuni yang kesulitan mengalirkan air limbah evaporasi pada AC.
2. Memberikan kontribusi terhadap desain alat tepat guna yang lebih inovatif dan sederhana.
3. Perancangan ini dapat diwujudkan sesuai dengan harapan penerapannya mudah dilakukan oleh masyarakat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun secara berurutan untuk menyederhanakan dan mempermudah dalam pembahasan. Penulisan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan sebagai pedoman dan acuan dalam proses perancangan ini.

BAB III METODE PERANCANGAN

Bagian ini menjelaskan mengenai metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam proses perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan berdasarkan perancangan yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bagian ini membahas tentang kesimpulan yang didapat dari hasil perancangan yang telah dilakukan dan saran untuk memperbaiki perancangan selanjutnya.



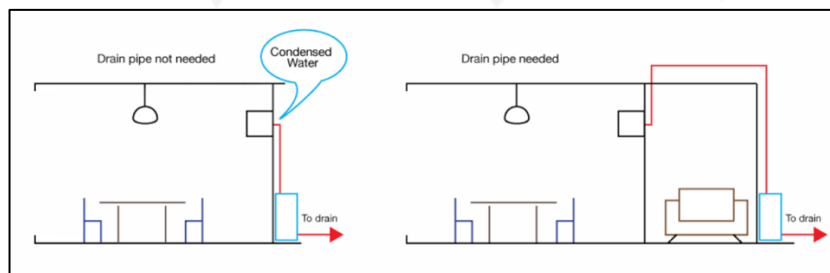
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Secara umum, alat tambahan untuk membuang air evaporasi dari AC merupakan hal yang tidak begitu krusial bagi mayoritas masyarakat Indonesia. Kebanyakan dari instalasi AC yang ada hanya memanfaatkan gaya gravitasi untuk proses pembuangan air AC, sehingga air secara langsung mengalir turun melalui pipa AC. Namun untuk beberapa kasus tertentu, untuk memenuhi fungsi estetika dari suatu bangunan, instalasi AC dibuat agar aliran air dapat mengalir dari titik yang lebih tinggi dari evaporator, sebelum akhirnya dapat mengalir turun sesuai dengan gaya gravitasi. Dalam kasus ini, pergerakan air menuju ke tempat yang lebih tinggi berlawanan dengan gaya gravitasi yang sebenarnya. Sehingga dalam hal ini, dibutuhkan alat untuk mengalirkan air pembuangan AC menuju ke titik di atas evaporator.

Gambar 2.1 menunjukkan dua bentuk dari instalasi AC yang biasa dibangun pada suatu ruangan. Untuk gambar di bagian kiri, pembuangan air AC hanya memanfaatkan gaya gravitasi untuk mengalirkan air turun. Berbeda dengan instalasi pada gambar kanan, dimana instalasi harus dialirkan menuju ke titik yang lebih tinggi dari evaporator, sebelum akhirnya dialirkan turun menggunakan gaya gravitasi. Dalam kasus ini apabila instalasi AC hanya memanfaatkan gaya gravitasi pada pembuangannya, air akan terus mengendap di tampungan evaporator. Semakin lama pengendapan air terjadi di evaporator, maka akan menyebabkan meluapnya tetesan air akibat ketidakmampuan penampungan untuk menahan air AC.



Gambar 2.1 Instalasi pemasangan kondensor (Acer Services Pty Ltd, 2021)

Sehingga dalam hal ini, pembuatan alat ini ditujukan untuk mengalirkan air evaporasi AC menuju ke titik atas yang lebih tinggi dari evaporator untuk menghindari meluapnya tetesan air. Selain untuk mengalirkan air menuju ke tempat yang lebih tinggi, alat ini juga berfungsi untuk mengalirkan air dengan pipa pembuangan air yang datar namun dengan jarak yang jauh.

Penelitian dan jurnal mengenai alat pembuangan air evaporasi AC hingga saat ini belum ditemukan, namun beberapa industri telah merancang alat ini dalam bentuk yang beragam. Beberapa produk alat *drain pump* untuk AC telah beredar di pasaran daring di Cina. Industri ini juga telah mencoba untuk membuat produk ini secara masal.

Kedua alat pada gambar 2.2 di bawah menunjukkan bahwa pada produk tersebut terdapat saluran input pipa evaporator AC dan output pipa yang menuju ke arah keluaran dari air AC. Namun, alat tersebut memiliki dimensi yang cukup besar dan kurang efisien untuk dipasang bersama dengan evaporator. Dan hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang detail mengenai *drain pump* AC. Produk di bawah dibuat hanya untuk memenuhi kebutuhan dari pasar, dan tidak terdapat desain paten dari produk tersebut dalam memenuhi kebutuhan instalasi AC.



Gambar 2.2. Produk *Drain Pump* dari pasar daring di Cina

2.2 Dasar Teori

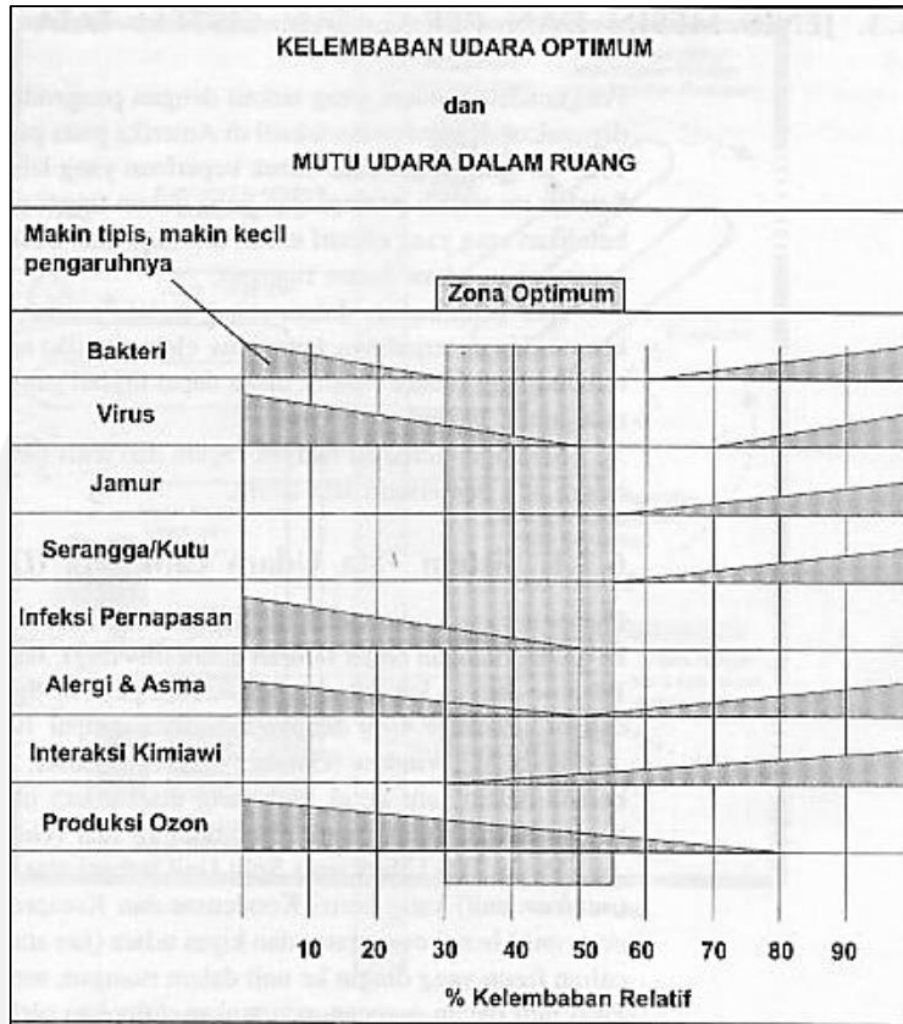
2.2.1 Air Conditioner

Air Conditioner atau biasa disingkat dengan AC, adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengkondisikan udara. AC dijadikan sebagai alat yang berfungsi untuk mengatur dan memberikan kesan sejuk pada suatu ruangan. Penggunaan AC sendiri pada ruangan ditujukan dalam rangka memperoleh temperatur udara yang diinginkan dan nyaman bagi tubuh, dalam hal ini bisa dalam bentuk temperatur yang sejuk atau dingin (Abdurrachman et al., 2018). Jika ditinjau dari konstruksinya, AC dibagi menjadi dua bagian, yakni bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar dari suatu AC terdiri dari pipa kapiler dan kondensor, tangki penampungan air, daun kipas yang bisa bergerak, dan filter udara sebagai penyaring kotoran. Sementara pada bagian dalam AC terdapat beberapa bagian, yaitu daun kipas pendorong (*blower*) udara segar, pipa penguapan (*evaporator*), katup ekspansi, dan lain sebagainya (Puspitasari, 2018).

Selain fungsi pengkondisian udara, penggunaan AC dalam suatu ruangan juga dimanfaatkan penggunaannya untuk mendapatkan kenyamanan thermal. Dalam hal ini, kenyamanan thermal adalah kepuasan yang didapatkan oleh manusia yang menerima suatu keadaan thermal, baik secara sadar maupun tidak sadar. Prinsip dari kenyamanan thermal sendiri adalah terciptanya keseimbangan antara suhu tubuh manusia dengan suhu sekitarnya, dan apabila terdapat perbedaan suhu yang cukup signifikan akan menyebabkan ketidaknyamanan tubuh, baik dalam bentuk kepanasan maupun kedinginan (ASHRAE, 2001). Rekomendasi dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6572-2001, menyebutkan bahwa daerah kenyamanan suhu untuk daerah tropis dibagi menjadi tiga, antara lain:

1. Sejuk, dengan rentang temperatur 20,5°C - 22,8°C
2. Nyaman, dengan rentang temperatur 22,8°C – 25,8°C
3. Hangat, dengan temperatur 25,8°C – 27,1°C

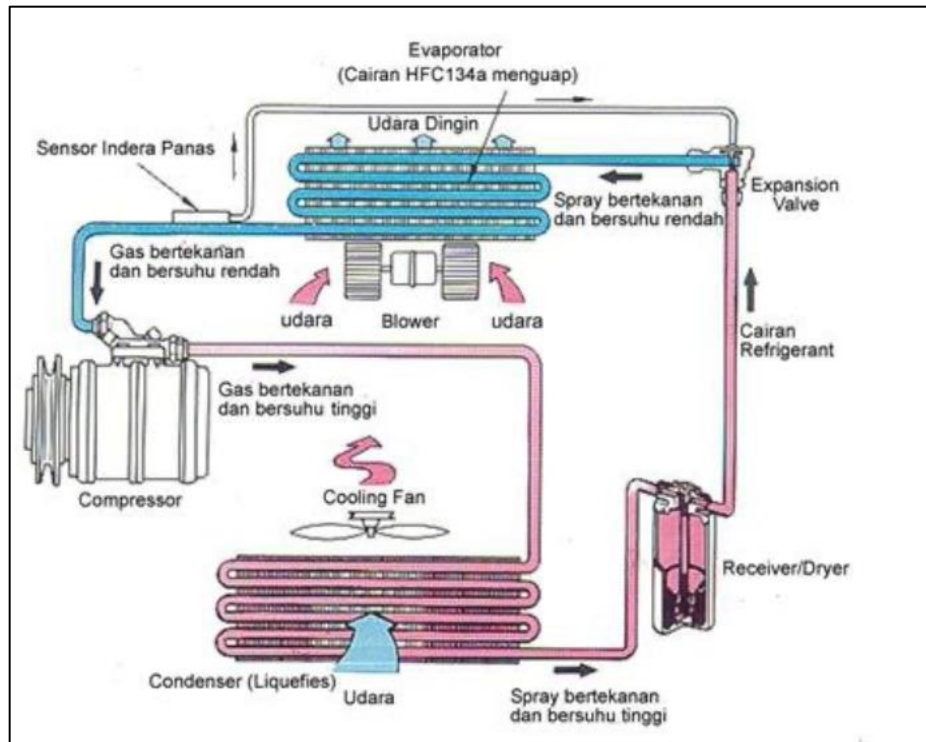
Untuk daerah tropis, kelembapan udara relatif yang dianjurkan adalah dalam rentang 40% ~ 50%, namun apabila suatu ruangan terisi oleh jumlah orang padat, kelembapan udara relatif berkisar 55% ~ 60%. Penjelasan mengenai kelembapan udara optimum dijelaskan pada gambar 2.3. di bawah ini.



Gambar 2.3 Tingkat kelembapan relatif dalam ruang (Syahrizal et al., 2013)

Selain fungsi kenyamanan thermal, fungsi lain dari penggunaan AC untuk kehidupan sehari-hari adalah fungsi pengkondisian udara, yang merupakan proses perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembapan, kebersihan, dan pendistribusian udara secara serentak (Stoecker et al., 1996). Pengkondisian udara harus dapat mengontrol suhu udara yang diinginkan untuk setiap waktu. Prinsipnya, proses kerja dari pengkondisian udara adalah menambah atau membuang sejumlah panas dari tempat yang dikondisikan. Dengan proses tersebut, penghuni yang berada di dalamnya dapat merasa nyaman untuk berada di ruangan tersebut. Selain pengkondisian udara, AC dimanfaatkan sebagai alat penyegaran udara, yang mana merupakan proses mendinginkan udara, dalam rangka mendapatkan temperatur dan kelembapan yang sesuai (Arismunandar & Saito, 1980).

Fungsi penyerapan panas yang dilakukan oleh AC pada suatu ruangan dijelaskan pada gambar 2.4. di bawah ini:



Gambar 2.4. Diagram proses penyejukan udara

1. Mula-mula udara panas di dalam ruangan diserap oleh evaporator. Pada evaporator yang bertekanan rendah, udara diserap dan suhu udara dipertahankan pada temperatur tertentu
2. Panas atau kalor dari evaporator yang berupa refrigeran, selanjutnya diserap oleh kompresor. Dalam hal ini kompresor menguapkan refrigeran yang berada pada evaporator, sehingga pada evaporator terjadi penyerapan kalor atau proses pendinginan udara
3. Refrigeran yang diserap oleh kompresor lalu ditekan masuk ke kondensor. Pada kondensor terjadi panas, sehingga kalor dari kondensor dikeluarkan, yaitu dengan cara mendinginkan kondensor, baik dengan pendinginan udara maupun dengan pendinginan air. Selanjutnya, refrigeran yang telah mengalami tekanan dan pendinginan pada kondensor yang berupa uap refrigeran, berubah menjadi refrigeran cair yang telah mengalami pendinginan.
4. Refrigeran yang telah mengalami pendinginan, selanjutnya masuk ke evaporator melalui katup ekspansi yang berada pada evaporator. Pada katup

ekspansi ini terjadi penguapan refrigeran sehingga pada evaporator temperatur udara mengalami pendinginan. Udara yang telah mengalami pendinginan dikembalikan atau disirkulasikan oleh kipas / blower ke dalam ruangan (Yogaswara & Mansyur, 2008).

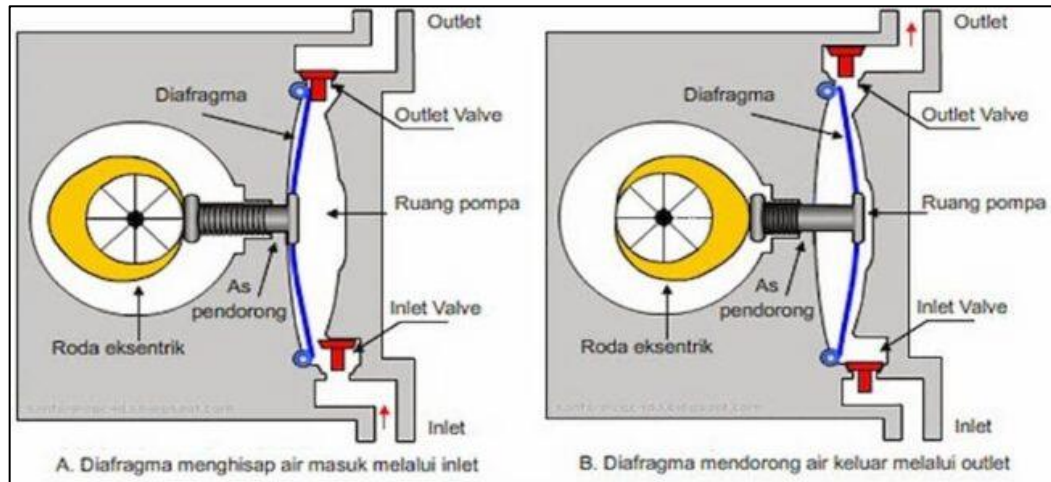
Penggunaan AC di Indonesia sendiri telah dimanfaatkan di beberapa tempat, baik itu sekolah, tempat kerja, bahkan untuk rumah tinggal sekalipun. Iklim tropis di Indonesia sendiri merupakan salah satu penyebab penggunaan AC yang ada di Indonesia, dimana Indonesia memiliki temperatur udara dalam rentang 24° - 32° dan dengan kelembapan 60-95% (Satwiko, 2004). Iklim dan cuaca tropis di Indonesia tersebut membuat suhu udara menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan rentang suhu pada kenyamanan thermal. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (2012) dalam laporannya menunjukkan bahwa kondisi ruangan yang nyaman ditunjukkan dengan tingkat suhu ruangan rata-rata 25° dan 54% sampai dengan 66% kelembapan relatif. Selain itu, pemanasan global yang membuat suhu bumi semakin hangat, membuat masyarakat menggunakan sistem ventilasi buatan untuk meningkatkan kenyamanan thermal dalam ruangan, yang dalam hal ini adalah AC.

Sebuah data menunjukkan bahwa pada tahun 2050 diperkirakan permintaan energi AC di seluruh dunia akan meningkat sebanyak tiga kali lipat dari decade (Primadhyta, 2018). Dalam laporannya, ditunjukkan pula bahwa dengan meningkatnya pendapatan, kepemilikan AC akan meroket, terutama pada negara-negara berkembang. Permintaan energi listrik yang cukup banyak ini menunjukkan bahwa penggunaan AC di dunia sudah menjadi hal yang sangat krusial, dimana AC di Asia Tenggara berkontribusi sekitar 35% terhadap pertumbuhan permintaan listrik (Primadhyta, 2018). Di Indonesia sendiri, telah meningkat dari tahun ke tahun. Sebuah data menunjukkan bahwa pada bulan Maret 2018, penggunaan AC telah mengalami peningkatan sebanyak 7,025% dari tahun sebelumnya (Rochmi, 2018).

2.2.2 *Diaphragm Water Pump*

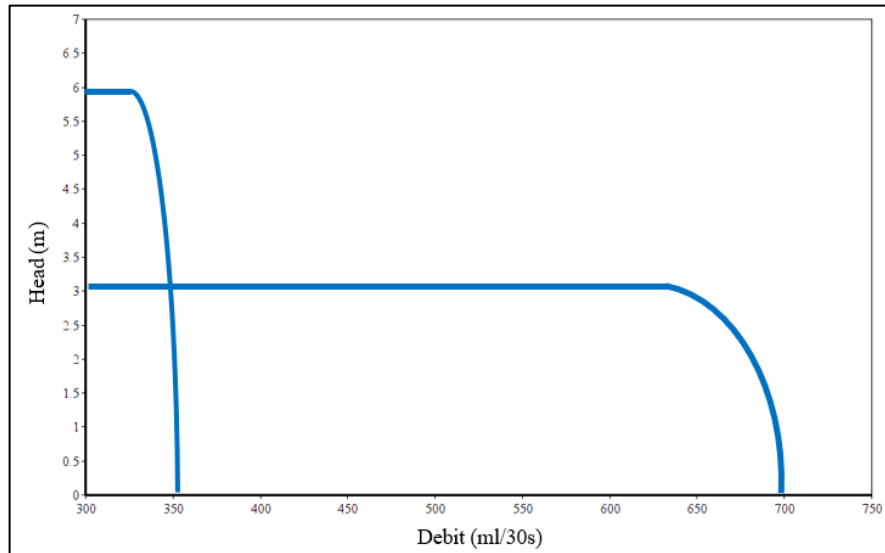
Pompa pada umumnya merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media jalur pipa. Dalam prosesnya terjadi perubahan tekanan yang mengakibatkan fluida

berpindah tempat/mengalir. Proses ini berlangsung secara konstan seiring dengan kerja motor penggerak. Pompa beroperasi dengan adanya perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dan bagian keluar (*discharge*). Sistem fluida yang mengalir di dalamnya mengalami peningkatan tekanan laju aliran yang berguna mengalirkan cairan yang ada di sepanjang instalasi perpipaan.



Gambar 2.5 Cara kerja pompa diafragma (Daniarsyah, 2021)

Pompa memiliki berbagai jenis dan dikelompokkan berdasarkan cara kerjanya, dimana salah satunya adalah *diaphragm water pump* seperti pada gambar 2.5, atau dikenal dengan istilah pompa diafragma yang digunakan pada perancangan ini. Gerak putar dari motor listrik ditransmisikan ke dalam gerak linier membran yang mengakibatkan terjadinya proses isap dan penekanan, tekanan yang diberikan oleh pompa tergantung pada tenaga penggerakannya. Dalam hal ini, tenaga penggerak yang dimanfaatkan adalah motor listrik. Komponen utama dari pompa diafragma adalah diafragma itu sendiri yang berbentuk seperti membran, yang menghisap dan mengeluarkan fluida ke ruang pompa (*chamber*). Untuk dapat terjadinya proses penghisapan dan penekanan maka terdapat katup pada saluran masuk dan saluran keluar yang berfungsi memastikan fluida mengalir pada jalur yang benar. Untuk proses langkah hisap diafragma akan bergerak mundur dan untuk proses penekanan fluida diafragma akan bergerak maju. Penggunaan pompa diafragma biasa digunakan untuk proses pemompaan kapasitas kecil dan aliran jernih dengan viskositas yang rendah seperti halnya air murni, karena daya hisap dan tekan dari diafragma tidak sebesar dari pompa piston maupun pompa sentrifugal.

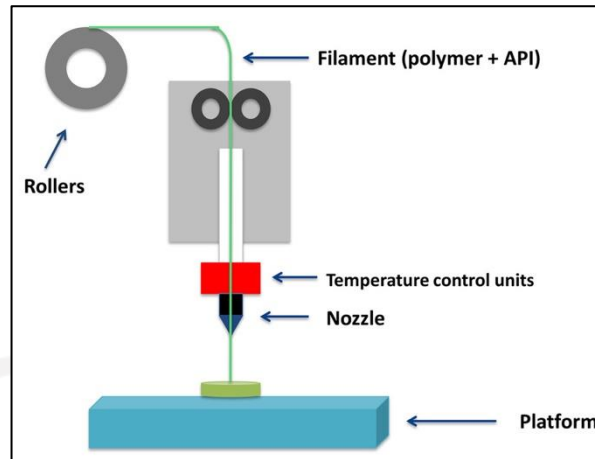


Gambar 2.6 Grafik prestasi pompa diafragma

Untuk gambar diatas merupakan grafik perbandingan debit air dengan head. Jika semakin tinggi head dari instalasi pompa maka debit air akan semakin sedikit, begitupun sebaliknya jika head dari pompa diturunkan maka debit yang dihasilkan pompa akan semakin besar. Untuk pompa yang digunakan pada perancangan ini menghasilkan debit air sebanyak 700ml/30s untuk ketinggian head 3m.

2.2.3 3D Printing

3D printing secara umum dideskripsikan sebagai pendekatan manufaktur yang dilakukan dengan membuat objek satu lapisan pada suatu waktu, dan menambahkan beberapa lapisan untuk membentuk suatu objek (Dawood et al., 2015). Dari perspektif mekanik, *3D printing* sendiri merupakan suatu perangkat robotik yang cukup sederhana. Perancangan suatu objek dalam hal ini memanfaatkan CAD (*Computer Aided Design*) yang memungkinkan objek atau perangkat dirancang secara virtual melalui perangkat lunak CAD. Prinsip kerja dari *3D printing* adalah mencetak objek melalui lapisan, dan dirancang secara lapis per lapis. Kualitas *3D printing* ditentukan dengan hasil akhir produk yang berupa akurasi kesamaan bentuk dan dimensi pada gambar CAD, tingkat kehalusan permukaan produk, serta lamanya proses pencetakan produk (Putra & Sari, 2018).



Gambar 2.7 Prinsip kerja FDM (Konta et al., 2017)

3D printing memiliki berbagai macam metode, salah satunya dan yang paling sering digunakan adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM) skema cara kerja dapat dilihat pada gambar 2.6. Secara umum, FDM memanfaatkan filamen *thermoplastic*, yang mana dipanaskan sampai titik leleh dan kemudian diekstrusi lapisan demi lapisan, untuk membentuk objek tiga dimensi. Secara lebih detail, proses pembuatan produk melalui *3D printing* memanfaatkan gambar yang dirancang secara virtual menggunakan perangkat lunak CAD. Setelah rancangan produk terbentuk, *file* CAD harus dikonversi dalam bentuk format yang dapat dipahami oleh *3D printer*, yang pada umumnya dalam bentuk format .STL. FDM menggunakan dua jenis material yaitu, material pemodelan yang merupakan bahan jadi produk, dan material pendukung, yang menjadi pembangun pendukung ketika objek dicetak.

Selama proses pencetakan, bahan mentah yang berasal dari benang plastik atau filamen dilepaskan dari koil dan dikeluarkan melalui sumbu *nozzle*. *Nozzle* melelehkan filamen dan mengekstrusi ke alas yang biasa disebut platform atau meja rakitan. Gerak dari sumbu *nozzle* dan alas dikontrol menggunakan pemograman dari perangkat lunak CAM, dimana perangkat tersebut menerjemahkan dimensi suatu benda menjadi koordinat X, Y, dan Z. Filamen yang terekstrusi melalui *nozzle* mendingin dan mengeras dan secara langsung mengikat lapisan dibawahnya. Waktu pencetakan dari suatu objek bergantung pada ukuran objek yang dicetak. Setelah seluruh objek tercetak, material pendukung dilepaskan, baik dengan merendam objek di campuran air dan detergen, atau dengan melepaskan

manual menggunakan *scraper* (Palermo, 2013). Sehingga pada dasarnya, mesin *3D printing* adalah sebuah mesin otomatis yang dibuat dengan memanfaatkan pemrograman pada perangkat lunak CAD-CAM dan memanaskan filamen sebagai *filling*.

Dalam hal ini, ada berbagai macam filamen yang dimanfaatkan untuk menjadi *filling* dari *3D printing*. Berikut adalah beberapa jenis filamen yang dapat dimanfaatkan, antara lain:

1. *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS)

ABS menjadi salah satu bahan yang paling sering digunakan pada *3D printing*. Material ini cukup mudah digunakan untuk mencetak objek dan biasa dimanfaatkan untuk membuat blok-blok Lego. Namun material ini memiliki kecenderungan untuk menyusut dalam proses pendinginannya dan memengaruhi hasil pencetakan objek (Putra & Sari, 2018).

2. *Poly Lactic Acid* (PLA)

PLA adalah salah satu jenis plastik polimer yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat terurai, seperti tepung jagung, tepung tapioka, atau olahan tebu, sehingga PLA ini bersifat ramah lingkungan. PLA ini juga menghasilkan cetakan yang kuat dan rapo, sehingga membuat material ini semakin banyak digunakan. Material ini yang akan digunakan dalam perancangan produk ini (Putra & Sari, 2018).

3. Resin

Resin merupakan senyawa organik atau campuran senyawa polimer alam yang disebut terpentin, yang berbentuk padat atau semi padat (Larsen, 2000). Resin cocok untuk membuat produk yang tidak akan mendapatkan tekanan akibat penggunaan fungsional, dan biasanya digunakan untuk objek yang memprioritaskan tampilan cetak dibandingkan fungsi. Resin dapat mencetak dengan warna yang beraneka ragam, dan dengan *finishing* yang halus. Namun untuk filamen resin prinsip kerja mesin sedikit berbeda dengan filamen yang lainnya. Untuk *3D print* resin menggunakan prinsip resin cair ditampung pada tampungan yang ada di mesin *3D printing* lalu laser/cahaya dikenakan pada resin dan resin akan mengeras layer per layer mengikuti bentuk desain yang akan dicetak (Pinshape, 2021).

4. Logam

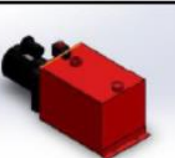
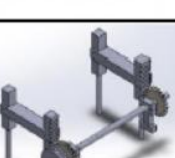
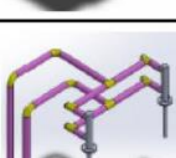
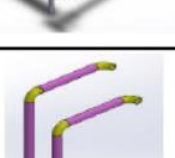
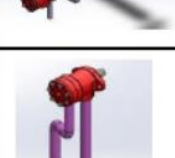
Filamen logam dibuat dengan mengkombinasikan PLA dengan bubuk logam. Empat filamen logam yang paling populer adalah perunggu, tembaga, baja, dan besi. Serbuk logam bersifat empat kali lebih berat dari PLA standar. Meskipun terlihat dan terasa seperti logam saat dicetak, namun logam memerlukan beberapa pemrosesan pasca pencetakan untuk mendapatkan efek logam sepenuhnya (Pinshape, 2021).

2.2.4 Morfologi Desain

Analisis morfologi dalam desain adalah sebuah analisis teknik yang mendukung sistem, meliputi aspek kebutuhan, ketersediaan bahan material, besarnya pembiayaan, yang diwujudkan dalam rangka pembuatan desain dan fungsi setiap komponen. Analisis morfologi digunakan untuk menentukan komponen-komponen mesin yang sesuai (Alvarez & Ritchey, 2015). Analisis morfologi terdiri dari dua langkah, antara lain:

1. Mencari solusi setiap sub-fungsi yang tak teruraikan dan sub-sub-fungsi, bahkan mencari sebanyak mungkin solusi yang memungkinkan. Solusi-solusi tersebut berupa mekanisme yang dapat melaksanakan sub-fungsi tak teruraikan dan sub-sub- fungsi.
2. Menemukan alternatif-alternatif konsep produk. sehingga terbentuklah kombinasi-kombinasi solusi, yaitu setiap kombinasi terdiri dari satu solusi dari setiap sub-fungsi yang tak teruraikan dan sub-sub-fungsi (Harsokoesoemo, 2004).

Sehingga dalam analisis morfologi proses desain yang paling penting adalah penentuan keputusan dan pengambilan keputusan dari konsep-konsep rancangan desain yang dikumpulkan (Sulistiadi et al., 2021). Konsep produk diperoleh dengan membuat kombinasi solusi dari sub-sub-fungsi, yaitu satu solusi dari setiap sub-sub-fungsi dan sub-fungsi yang tak teruraikan. Beberapa kombinasi solusi sub-fungsi digambarkan dalam bentuk sketsa seperti pada gambar 2.7 di bawah ini.

No.	Persyaratan	Sub Fungsi	Solusi		
			A	B	C
1	Rangka harus kuat dan material yang tahan karat	Rangka alas bed			
2	Rangka harus kuat dan material yang tahan karat	Rangka press atas			
3	Jenis motor listrik dengan arus AC	Penggerak			
4	Penekan harus kuat untuk menekan	Mekanisme pressing			
5	Transmisi gaya harus memberikan hasil yang maksimal	Transmisi			

Gambar 2.8 Contoh sebuah matriks morfologi (Ashshidiq & Annas, 2018)

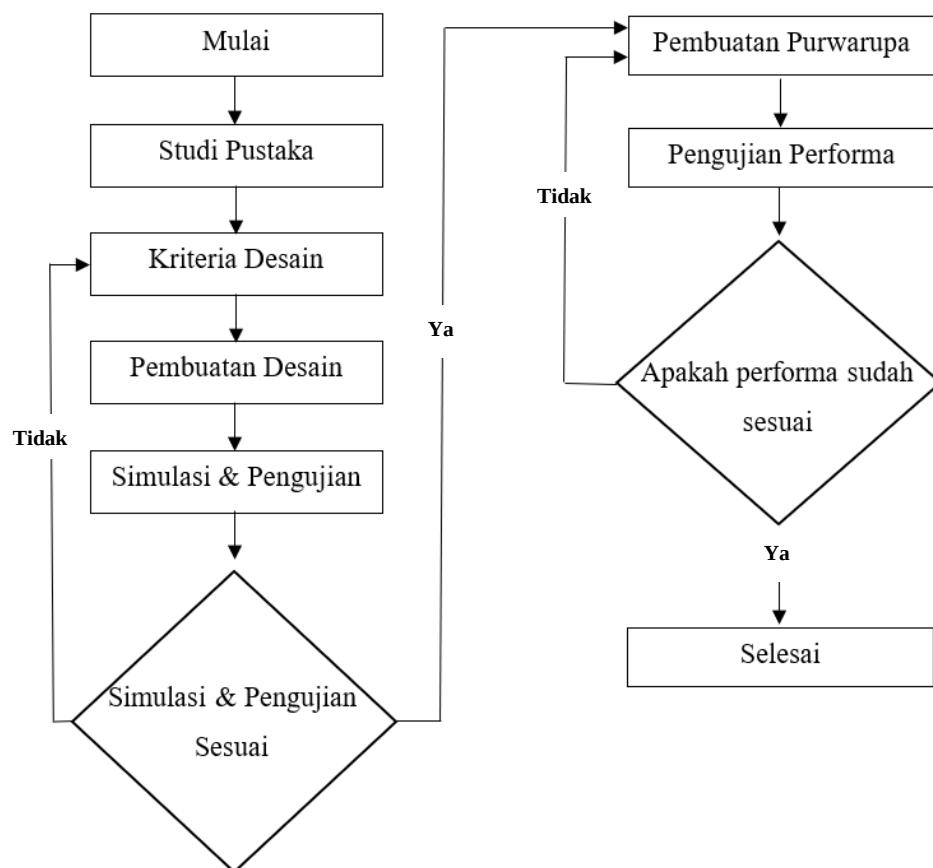
Beberapa kombinasi sub-sub-fungsi digambarkan ke dalam bentuk sketsa/gambar *3D modeling* pada gambar 2.7 di atas. Konsep produk mesin rol pipa di atas dipisahkan dalam 2 kelompok yaitu sub-fungsi dan persyaratan desain. Selain itu, pada kolom solusi diberikan 3 solusi yang berbeda pada setiap sub-fungsinya. Nantinya satu persatu akan dieliminasi menggunakan analisis morfologi untuk mendapatkan solusi yang terbaik (Ashshidiq & Annas, 2018).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Gambar di bawah merupakan alur perancangan yang dilakukan, dimana akan dijelaskan tahapannya secara umum. Alur perancangan dilakukan untuk mengetahui tahapan-tahapan yang akan ditempuh dalam melakukan perancangan, dimulai dari studi pustaka hingga hasil akhir berupa performa produk untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian.



Gambar 3.1 Alur penelitian

3.1.1 Studi Pustaka

Studi pustaka dijadikan sebagai acuan dan dilakukan dengan melihat penelitian-penelitian serta artikel terdahulu mengenai perancangan terdahulu. Studi pustaka bersumber dari buku, jurnal, artikel dan berita.

3.1.2 Kriteria Desain

Alat pembuangan air pengembunan pada AC ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan seseorang yang membutuhkan alat tambahan untuk instalasi AC. Instalasi yang dimaksudkan adalah instalasi pipa pembuangan pada evaporator yang tinggi dan memiliki jarak yang jauh dari evaporator. Untuk menunjang keberfungsian dibutuhkan kriteria desain yang ditentukan sebagai acuan dalam membuat alat ini, antara lain:

1. Komponen pendukung seperti pompa, sensor, dan komponen lainnya mudah ditemukan di pasaran
2. Dapat diterapkan di berbagai merek AC.
3. Alat dapat efektif digunakan sesuai dengan fungsinya.

3.1.3 Pembuatan Desain

Untuk dapat mewujudkan alat ini, dibutuhkan pembuatan desain. Tahapan awal dari proses ini adalah menggambar secara kasar atau disebut juga dengan gambar sketsa. Tahapan selanjutnya setelah sketsa gambar tangan sudah dibuat adalah menggambar secara detail dengan bantuan perangkat lunak gambar *Solid Work* pada laptop. Komponen digambar satu persatu dan nantinya akan dirakit menjadi satu alat untuk mengetahui apakah desain sudah sesuai dengan yang diharapkan.

3.1.4 Pembuatan Purwarupa

Setelah desain selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah membuat purwarupa dari alat ini. Untuk mengetahui apakah desain sudah dapat berfungsi secara tepat dan efektif, alat ini akan dibuat purwarupa dengan skala 1:1 untuk mengetahui performa produk secara sebenarnya.

3.1.5 Pengujian Performa

Apabila purwarupa sudah dibuat, langkah selanjutnya adalah menguji alat tersebut. Pengujian performa dilakukan dengan cara menyambungkan pipa saluran masuk pada alat dengan pipa saluran keluaran pada evaporator AC. Air hasil evaporasi akan dialirkan sesuai dengan saluran keluaran pada alat ini. Pengujian ini akan menjawab apakah nantinya alat ini dapat bekerja dengan benar atau terdapat permasalahan untuk dievaluasi.

3.2 Peralatan dan Bahan

1. Laptop

Merupakan perangkat keras yang digunakan dalam berbagai tahapan untuk mewujudkan alat ini. Laptop digunakan untuk melakukan pembuatan desain dengan *software* dan membantu proses pencetakan pada *3D printing*.

2. AC

AC digunakan untuk menguji performa dari alat ini, apakah sudah sesuai dengan tuntutan desain yang dibuat dan apakah kinerjanya sudah sesuai dengan yang diharapkan.

3. Modul sensor ketinggian air

Sensor digunakan untuk mengukur ketinggian tinggi air pada *reservoir* dan mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan pompa. Hal ini dilakukan agar pompa tidak aktif terus menerus.

4. Pompa diafragma 12V

Pompa digunakan untuk menghisap air pada *reservoir* alat dan menekan air keluar menuju keluaran alat ini. Pompa ini berukuran cukup ringkas dan memiliki *power lifting* air dengan ketinggian 3 meter.

5. Katup satu arah

Digunakan untuk sebagai pembatas aliran air supaya tidak kembali ke pompa dan memenuhi *reservoir*.

6. Pipa *flexible*

Digunakan untuk sebagai jalur aliran air yang mengalir dari evaporator menuju keluar sesuai dengan tempat yang sudah ditentukan.

7. 3D Print

Mesin 3D Printing digunakan untuk membuat *body* dan membuat *reservoir* dari alat ini. Mesin ini memanfaatkan bahan filamen PLA untuk membuat produk. Dan dapat dilihat pada gambar dibawah ini merupakan *material properties* dari PLA. Dari data *material properties* PLA maka akan dapat digunakan untuk *Stress Analysis* pada *software Solidwork*.

Tabel 3.1 Tabel properti PLA (Pambudi, 2017)

Properti		Standar	Kondisi	Satuan	PLA
Chemical Formula		-	-	-	(C ₃ H ₄ O ₂) _n
Density		ASTM D792	-	gr/cm ³	1,25
Melt Mass – Flow Rate		ASTM D1238	210°C/2.16kg	gr/10min	6,0 – 78
			220°C/10.0kg	gr/10min	-
Melting Point		ASTM D3418	-	°C	± 160
Printing Temperature		-	-	°C	± 190 – 210
Glass Transition Temperature		ASTM E1356	-	°C	60 – 65
Tensile Modulus		ASTM D638	Room Temperature	MPa	2020 – 3543
Tensile Strength	Yield	ASTM D638		MPa	61 – 66
	Break	ASTM D638		MPa	49 – 56
Tensile Elongation	Yield	ASTM D638		%	9,8 – 10
	Break	ASTM D638		%	0,5 – 9,2
Flexural Modulus		ASTM D790		MPa	2504 – 4000
Flexural Strength		ASTM D790		MPa	80 – 114
Compressive Strength		ASTM D695		MPa	18 – 94
Impact (Izod Notched)		ASTM D256		ft.lb/in	0,3 – 0,8

8. Software Solid work.

3.3 Perancangan

Berawal dari permasalahan yang ada di lingkungan sekitar, perancangan ini dibuat. Perancangan berfokus pada permasalahan mengenai pengembunan yang terjadi di evaporator, dimana air pengembunan harus dialirkan menuju keluar agar

tidak membuat AC rusak. Dalam mengalirkan air pengembunan, produsen AC yang ada di Indonesia hanya memanfaatkan gaya gravitasi dalam mengalirkan air pada evaporator.

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah tidak sedikit dari pengguna AC yang mengharuskan instalasi AC untuk mengalirkan air pengembunan menuju ke titik yang lebih tinggi dari evaporator. Dengan permasalahan ini, penulis ingin mencoba menyelesaikan permasalahan tersebut. Permasalahan ini akan diselesaikan menggunakan teknik analisis desain morfologi untuk menentukan komponen-komponen yang sesuai dan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dengan efektif dan tepat.

Tahapan pertama yang dilakukan adalah membuat analisa fungsi, yang bertujuan untuk menjelaskan fungsi dari alat ini. Fungsi tersebut dijabarkan menjadi berbagai sub-fungsi, dan setiap sub-fungsinya akan dibuat dalam bentuk satu komponen. Bagan di bawah ini menjelaskan fungsi utama dari alat ini, yakni memindahkan air pengembunan evaporator AC menuju ke atas. Untuk melakukan hal tersebut, dibutuhkan energi dan alat khusus yang dibuat agar dapat berfungsi sesuai dengan fungsi utama. Dari fungsi utama tersebut, dijabarkan kembali menjadi sub-fungsi, seperti; mengalirkan, memindahkan, mewadahi, dan mengatur. Untuk setiap sub-fungsi terdapat komponen tersendiri, seperti; pipa, pompa, *reservoir*, dan sensor. Penjelasan di atas digambarkan ke dalam bagan di bawah ini

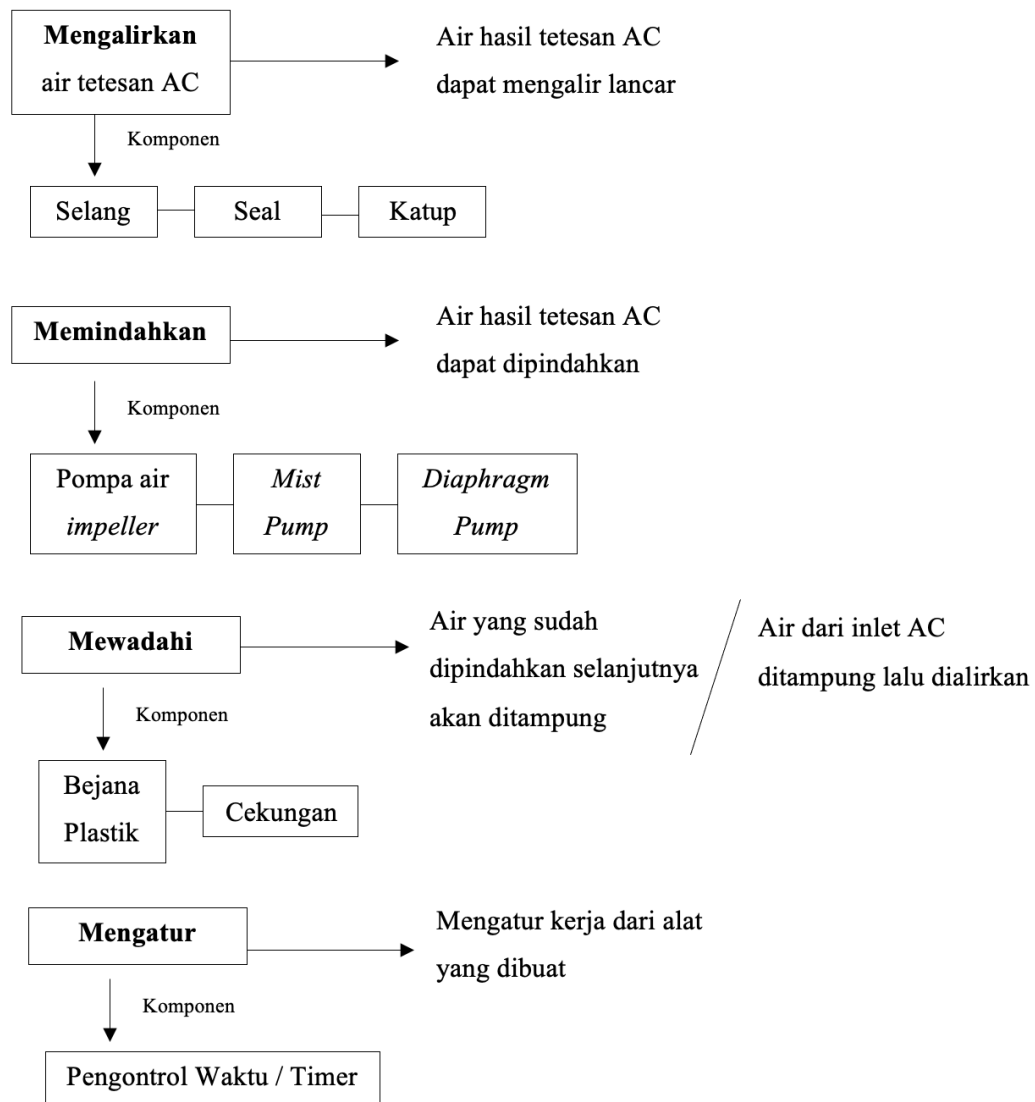
Analisa Fungsi



Gambar 3.2 Analisa fungsi

Setiap sub-fungsi terdiri dari beberapa komponen, dimana komponen tersebut dapat menjalankan sub-fungsi secara benar dan tepat. Sub-fungsi “mengalirkan” dimaksudkan untuk mengalirkan air dari evaporator menuju ke pompa dan keluaran pompa. Oleh karena itu, terdapat beberapa pilihan komponen seperti pipa PVC, selang *flexible*, katup plastik, katup *solenoid*, dan *seal* karet. Untuk sub-fungsi “memindahkan” terdapat beberapa pilihan komponen yang sesuai dengan fungsi tersebut, yakni pompa diafragma, pompa air *impeller*, dan *mist pump*. Lalu untuk sub-fungsi “mewadahi” memiliki pilihan komponen seperti bejana plastik dan cekungan plastik. Terakhir untuk sub-fungsi “mengatur” maka dibutuhkan komponen modul sensor ketinggian air. Komponen tersebut digunakan supaya dapat mengatur kerja dari pompa. Dan dalam perancangan ini, terdapat beberapa komponen tambahan seperti peredam, *power supply*, dan saluran pembuangan darurat. Penjelasan lebih detail akan dipaparkan dalam bagan analisa sub fungsi di bawah ini.

Analisa Sub-Fungsi



Gambar 3.3 Analisa sub-fungsi

Setelah mendapatkan beberapa pilihan komponen untuk setiap sub-fungsinya, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis morfologi untuk menyeleksi beberapa komponen menjadi satu komponen yang tepat untuk digunakan pada alat ini. Dari hasil dari analisis tersebut, akan didapatkan beberapa pilihan desain dari pilihan komponen yang berbeda. Dari beberapa pilihan desain akan dipilih satu desain yang sesuai dengan beberapa pertimbangan, antara lain; komponen mudah didapatkan, sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, dan mudah dalam perbaikan. Untuk beberapa pilihan komponen dapat dilihat pada gambar bagan di bawah.

Tabel 3.2 Analisis morfologi

Mengalirkan tetesan air AC	Selang	Pipa PVC	Katup Solenoid	Katup Plastik
1	1.1A	1.1B	1.3A	1.3B
	Seal Karet	Seal Plastik		
	1.2A	1.2B		
Memindahkan tetesan air AC	Pompa Air Impeller	<i>Mist Pump</i>	Diaphragm Pump	
2	2.A	2.B	2.C	
Mewadahi tetesan air AC	Bejana Plastik	Cekungan	Wadah <i>Outdoor</i>	
3	3.A	3.B	3.C	
Mengatur kerja dari alat	Pengontrol Waktu	Pengontrol Dispenser		
4	4.A	4.B		
Peredam suara dari alat	Glass Wool	Busa	Cover Plastik	Cover Logam
5	5.1A	5.1B	5.1	5.2
<i>Power Supply</i>	<i>Battery</i>	Listrik 12V	Digabungkan dengan <i>Power AC</i>	
6	6.1	6.2	6.3	

Lalu didapatkan beberapa pilihan desain dengan pilihan komponen yang berbeda:

Desain 1:

1. Mengalirkan tetesan air AC : selang, katup plastik, *seal* karet
2. Memindahkan tetesan air AC : *mist pump*
3. Mewadahi tetesan air AC : *reservoir* plastik (*3D print*)
4. Mengatur kerja dari alat : modul sensor ketinggian air
5. Meredam suara pompa : *cover plastic (3D print)*, *glass wool*
6. *Power supply* : digabungkan dengan *power AC*.

Desain 2:

1. Mengalirkan tetesan air AC : pipa PVC, katup *solenoid*, *seal* plastik
2. Memindahkan tetesan air AC : *diaphragm pump*
3. Mewadahi tetesan air AC : *reservoir* plastik (*3D print*)

4. Mengatur kerja dari alat : modul sensor ketinggian air
5. Meredam suara pompa : *cover plastic (3D print)*, busa
6. *Power supply* : *battery*.

Desain 3:

1. Mengalirkan tetesan air AC : selang, katup plastik, *seal* karet
2. Memindahkan tetesan air AC : *diafragma pump*
3. Mewadahi tetesan air AC : *resevoir* plastik (*3D print*)
4. Mengatur kerja dari alat : modul sensor ketinggian air
5. Meredam suara pompa : *cover plastic (3D print)*
6. *Power supply* : listrik 12V.

Dari ketiga pilihan desain di atas, pilihan jatuh pada desain ketiga, dimana pemilihan didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertimbangan pertama untuk sub-fungsi “mengalirkan” komponen selang fleksibel dan katup plastik dianggap sebagai pilihan yang tepat. Pertimbangan ini dipilih karena apabila perancangan menggunakan pipa PVC akan sulit untuk dibentuk sesuai dengan saluran dan memerlukan sambungan. Pemilihan katup plastik dilakukan karena lebih sederhana serta memiliki fungsi yang tepat. Untuk sub-fungsi kedua yaitu “memindahkan”, komponen yang tepat adalah menggunakan pompa diafragma. Pemilihan pompa diafragma dilakukan karena memiliki ukuran yang kecil, daya angkat air yang cukup (hingga ketinggian tiga meter), dan memiliki daya listrik yang kecil. Lalu untuk sub-fungsi “mewadahi” komponen yang tepat adalah membuat *reservoir* dengan bentuk dan ukuran yang disesuaikan dengan komponen lainnya. Komponen ini dibuat dengan menggunakan *3D printing*. Sub-fungsi “mengontrol” modul sensor ketinggian air akan dipilih dan nantinya akan diletakkan pada *reservoir*. Selanjutnya untuk sub-fungsi meredam suara pompa keputusan diambil dengan membuat *cover* dengan material plastik, dicetak dengan menggunakan mesin *3D printing*. Terakhir untuk sub fungsi *power supply* dipilihlah listrik 12V dengan adaptor untuk mengubah voltase yang ada di rumah dari 220V menjadi 12V. Hal ini dilakukan karena pompa dan modul sensor hanya membutuhkan tegangan listrik 12V.

3.4 Simulasi dan Pengujian

Setelah menentukan komponen-komponen dan desain yang akan digunakan, pengujian komponen dilakukan untuk melihat apakah komponen dan desain sesuai dengan analisa sub-fungsi pada sub-bab sebelumnya. Simulasi dilakukan untuk melihat prospek dari alat tersebut, apakah akan sesuai dengan sistem yang akan dibuat. Gambar di bawah menunjukkan simulasi pompa diafragma untuk melihat uji angkatnya menggunakan selang plastik yang diposisikan naik hingga ketinggian 3 m. Hasil menunjukkan bahwa pompa diafragma mampu mengangkat air hingga ketinggian di atas 3 m.



Gambar 3.4. Simulasi komponen

Pengujian juga dilakukan terhadap sensor, apakah sensor dapat mengontrol aktif dan non-aktif pompa. Hasil didapat bahwa sensor mampu membaca sinyal dari air AC dan meneruskan sinyal tersebut ke pompa untuk mengaktifkan / mematikan pompa secara tepat dan responsif.

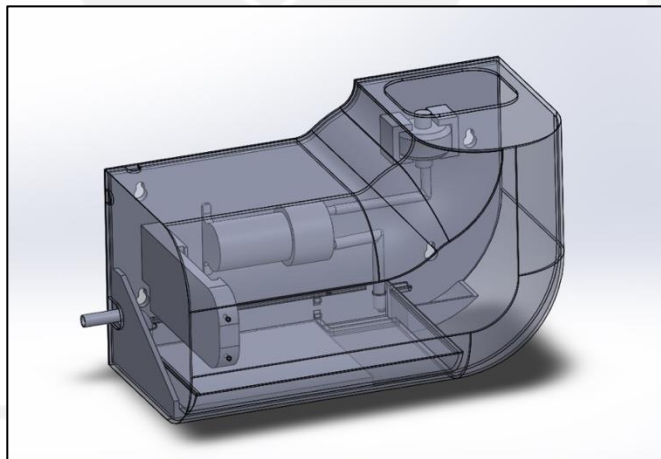
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

4.1.1 Desain Pertama dengan menggunakan komponen hasil analisis morfologi desain ke 3.

Desain awal pada perancangan ini, yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 memiliki *reservoir* dengan daya tampung air 350 ml dan dengan rincian ukuran fisik alat sebagai berikut; $P = 300 \text{ mm}$; $L = 165 \text{ mm}$; $T = 180 \text{ mm}$. Hasil pertimbangan menunjukkan bahwa desain tersebut memiliki kekurangan pada bagian penampungan air yang terlalu kecil, ukuran fisik alat yang terlalu besar, dan terdapat sisi kosong yang terlalu lebar. Komponen yang digunakan pada desain ini mengacu pada hasil analisis morfologi desain ke 3.

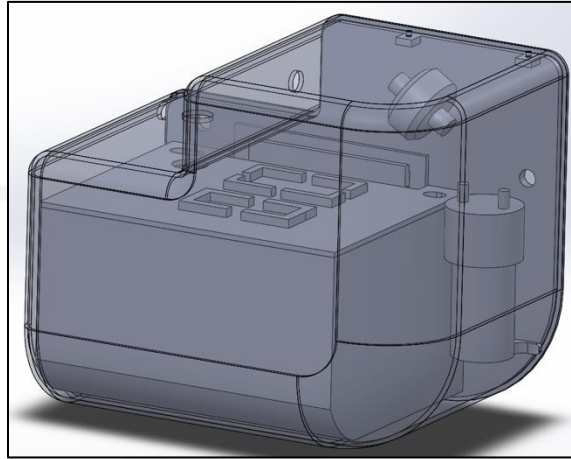


Gambar 4.1 Desain pertama menggunakan software *Solid Work*

4.1.2 Desain Kedua dengan menggunakan komponen hasil analisis morfologi desain ke 3.

Dengan berbagai kekurangan yang ada, dilakukanlah revisi desain sesuai dengan Gambar 4.2. Revisi desain dilakukan dengan menambah ukuran dari *reservoir* menjadi 2000 ml, dan mengurangi ukuran fisik dari alat dengan rincian sebagai berikut; $P = 250 \text{ mm}$; $L = 165 \text{ mm}$; $T = 200 \text{ mm}$. Revisi desain juga dilakukan dengan memadatkan posisi untuk setiap komponen guna meminimalisir

sisi kosong yang tidak terpakai, sehingga alat menjadi lebih sederhana. Sama seperti desain pertama, pada desain kedua ini menggunakan komponen hasil analisis morfologi desain ke 3.

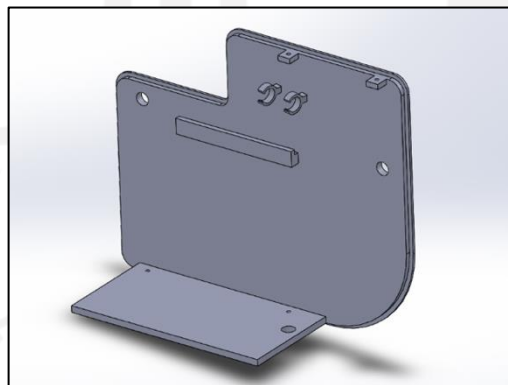


Gambar 4.2. Desain kedua menggunakan software *Solid Work*

4.2 Detail part

1. Rangka

Part ini merupakan bagian yang terpenting dari perancangan, dimana berfungsi sebagaiudukan dari *part - part* yang lainnya. Ukuran terluar dari rangka ini adalah sebagai berikut; $P = 250 \text{ mm}$; $L = 200 \text{ mm}$; $T = 5 \text{ mm}$. Gambar dibawah ini merupakan gambar 3D dari *part* rangka.

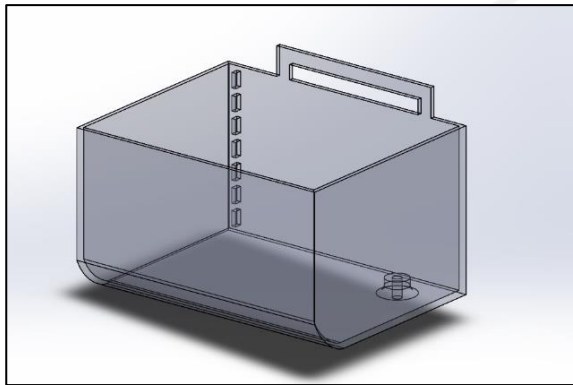


Gambar 4.3 Rangka pada *Solid Work*

2. Reservoir

Reservoir memiliki fungsi sebagai tempat penampungan air sementara, sebelum dihisap oleh pompa untuk dialirkan keluar dari alat ini. Volume air tetesan AC yang masuk ke dalam *reservoir* ini akan bertambah, meningkat dan mengenai

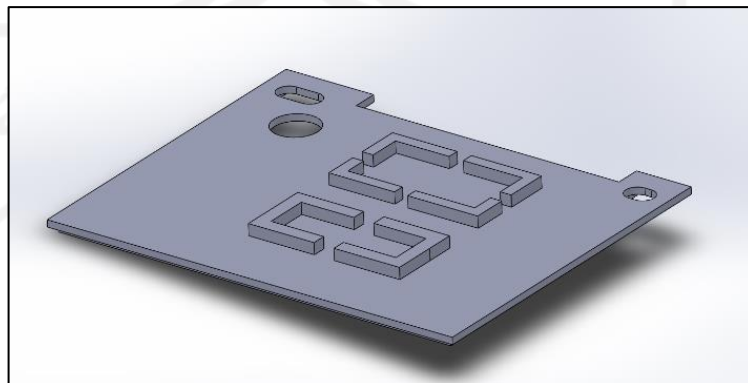
sensor ketinggian maksimal. Sensor akan mengirimkan sinyal ke pompa dan mengaktifkan pompa untuk menghisap air. Setelah air dihisap pompa, maka air akan surut mengenai sensor ketinggian minimal, lalu sensor akan mengirimkan sinyal ke pompa untuk menonaktifkan pompa. Setiap 10 menit AC menyala, tetesan yang dihasilkan adalah sebesar 250 ml, sehingga kapasitas penampungan air dibuat dapat menampung air sebesar 2000 ml. *Reservoir* ini memiliki ukuran sebagai berikut; $P = 180 \text{ mm}$; $L = 150 \text{ mm}$; $T = 3 \text{ mm}$. Selain itu, terdapat lubang di bagian bawah untuk menguras air yang ada di *reservoir* seperti gambar 4.4.



Gambar 4.4 Reservoir pada Solid Work

3. Tutup *Reservoir*

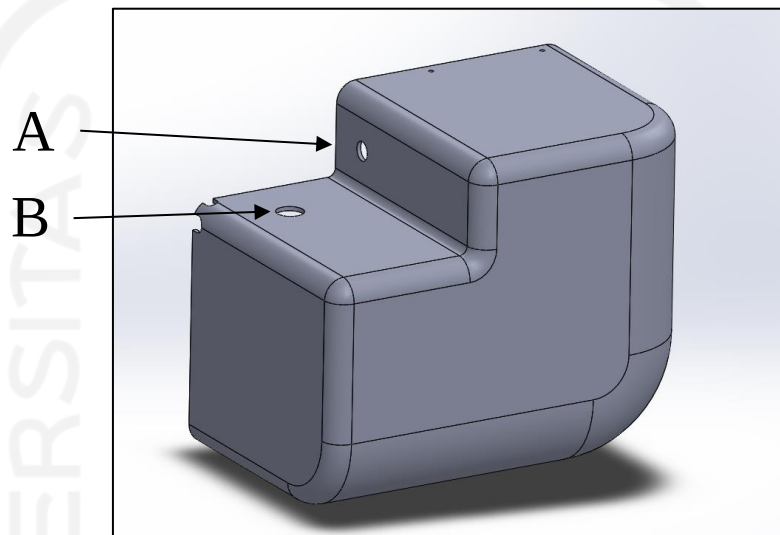
Komponen ini berfungsi sebagaiudukan dari sensor ketinggian air dan tutup dari *reservoir*. Untuk ukuran terluarnya adalah; $P = 185 \text{ mm}$; $L = 150 \text{ mm}$; $T = 3 \text{ mm}$. Pada gambar 4.5 dapat dilihat bentuk dari tutup *reservoir*.



Gambar 4.5 Tutup reservoir pada Solid Work

4. Cover

Gambar 4.6 adalah komponen yang memiliki fungsi sebagai penutup dari komponen *reservoir*, sensor ketinggian air, pompa, dan tutup *reservoir*. Terdapat 2 lubang, yaitu lubang A dan lubang B. Lubang A berfungsi sebagai jalur keluarnya air dan lubang B sebagai jalur masuknya air dari evaporator. Untuk ukuran fisik dari komponen ini adalah sebagai berikut; Panjang = 250 mm; Lebar = 160 mm; Tinggi = 200 mm; Tebal = 2,5 mm.



Gambar 4.6 Cover pada Solid Work

4.3 Pembuatan Purwarupa

Proses pembuatan purwarupa ini dilakukan dengan menggunakan mesin 3D print merek *Creality Ender 3 V2*, dan dengan *filament Pla+* berwarna putih. Pada proses pencetakan, terdapat empat komponen yang akan dicetak menggunakan mesin *3D Print*. Pengaturan mesin yang digunakan untuk mencetak seperti gambar 4.7, dan *layer height* menggunakan 0.1 mm, bertujuan untuk mendapatkan kualitas pencetakan yang presisi. Dengan begitu, ukuran yang dicetak akan sesuai dengan gambar pada CAD. Pengaturan *fill density* dibuat sebesar 40% agar hasil pencetakan dapat kokoh dan rapat. Pembuatan purwarupa ini menggunakan skala perbandingan 1:1 untuk ukuran pada gambar dengan ukuran nyata untuk mendapatkan bentuk yang sesungguhnya dari alat ini.

Quality Layer height (mm) <input type="text" value="0.1"/> Shell thickness (mm) <input type="text" value="0.8"/> Enable retraction ☒ ...	Support Support type <input type="text" value="Everywhere"/> ... Platform adhesion type <input type="text" value="Raft"/> ...
Fill Bottom/Top thickness (mm) <input type="text" value="1.2"/> Fill Density (%) <input type="text" value="40"/> ...	Filament Diameter (mm) <input type="text" value="1.75"/> Flow (%) <input type="text" value="100"/>
Speed and Temperature Print speed (mm/s) <input type="text" value="80"/> Printing temperature (C) <input type="text" value="215"/> Bed temperature (C) <input type="text" value="70"/>	Machine Nozzle size (mm) <input type="text" value="0.4"/>

Gambar 4.7 Setting pada slicer

Waktu yang dibutuhkan untuk pencetakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Waktu pencetakan 3D Print

Nama komponen:	Lama pencetakan:	Filament yang dibutuhkan:
1. Rangka	26 jam 51 menit	257 gram
2. <i>Reservoir</i>	28 jam 8 menit	140 gram
3. Tutup <i>reservoir</i>	8 jam 28 menit	137 gram
4. <i>Cover</i>	58 jam 34 menit	578 gram

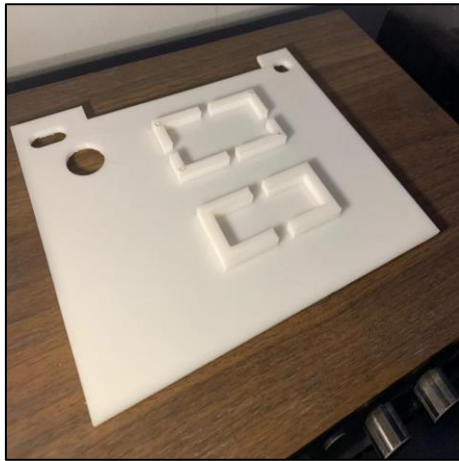
Sehingga total lama proses pencetakan menggunakan *3D Print* selama 122 jam 1 menit dan dengan *filament* seberat 1112 gram. Hasil dari pencetakan menggunakan *3D Print* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.8 Rangka



Gambar 4.9 Reservoir



Gambar 4.10 Tutup Reservoir



Gambar 4.11 Cover

Hasil dari *assembly* dari alat di atas dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Terdapat selisih ukuran pada hasil pencetakan menggunakan *3D Print* dengan ukuran pada gambar CAD, namun selisih terbesar kurang lebih 0.1 mm jadi benda tetap bisa dirakit.



Gambar 4.12 Hasil *assembly*

4.4 Evaluasi Desain

Setelah semua komponen hasil dari *3D printing* dirakit, terdapat beberapa kendala yang dihadapi. Maka dari itu dilakukan perbaikan desain dengan menambahkan beberapa komponen, antara lain:

1. Penambahan bantalan pada sensor ketinggian air.

Penambahan *part* bantalan pada tutup *reservoir* dilakukan untuk menghindari terhimpitnya papan PCB sensor dengan tutup *reservoir* seperti pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Bantalan modul sensor

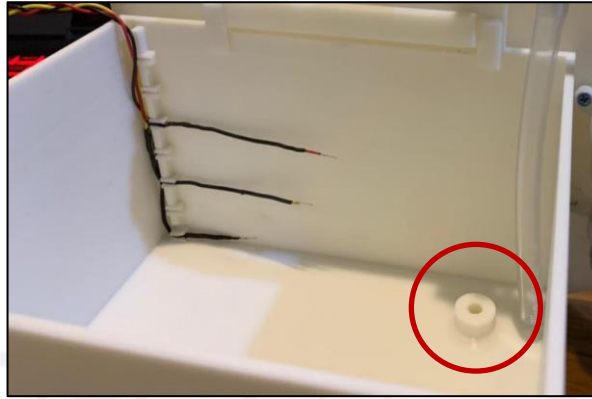
2. Penambahan *alarm* sensor air.

Sensor ini ditambahkan sebagai *part emergency*, dimana *alarm* akan berfungsi ketika sensor ketinggian air tidak berfungsi dan air terus bertambah. Sehingga untuk menghindari meluapnya air, sensor ini akan berbunyi ketika air telah mencapai ujung dari sensor, dan pengguna alat akan membuang air secara manual melalui lubang yang ada di bawah alat ini.



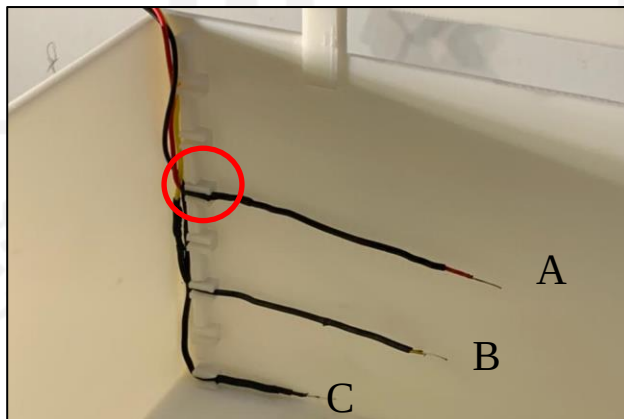
Gambar 4.14 Sensor *emergency*

Untuk sistem pembuangan air manual dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.15 Lubang pembuangan manual

3. Penambahan komponen penjepit kabel sensor yang ada pada reservoir. Dengan adanya tiga kabel yang memiliki perbedaan ketinggian, *part* ini ditambahkan untuk menahan posisi ketiga ujung sensor agar sesuai dengan fungsi ketinggiannya. Kabel A merupakan sensor ketinggian maksimal, dimana ketika air menyentuh kabel A, pompa akan aktif dan secara otomatis menghisap air dalam *reservoir*. Ketika air surut dan menyentuh kabel B maka pompa akan mati. Sementara itu, kabel C merupakan *ground* yang harus tercelup air. Jadi dengan adanya sensor ini pompa tidak aktif terus menerus, hal ini menyebabkan kerja dari pompa menjadi efektif. Untuk tambahan komponen penjepit kabel dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Penjepit kabel

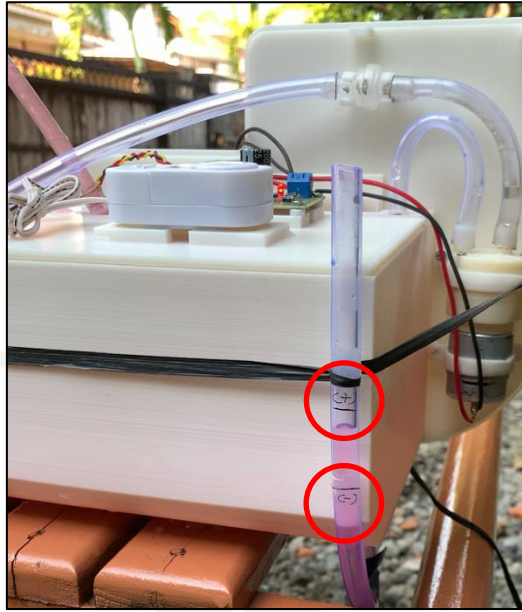
Berikut hasil jadi *assembly part* yang ada setelah dilakukannya evaluasi yang dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Hasil *assembly* akhir

4.5 Hasil pengujian

Pengujian alat dimulai dengan mengisi *reservoir* dengan air dan mengaktifkan alat. Pengujian performa dilakukan dengan menambahkan pewarna pada air dan memberikan selang air tambahan untuk menunjukkan indikasi ketinggian air, dimana selang air tambahan tersebut diberikan pada bagian bawah pembuangan manual. Selain itu, selang juga diberikan garis pembatas untuk memperjelas letak ketinggian minimal dan ketinggian maksimal seperti pada 4.18 Sehingga ketika air terus bertambah hingga mengenai garis batas maksimal (+) pada selang air, pompa akan aktif dan menyedot air. Lalu ketika air surut dan mengenai garis batas minimal (-) maka pompa akan non-aktif. Ketika air mengalir menuju *reservoir* melalui selang, *reservoir* perlahan akan terisi dan setelah air menyentuh sensor ketinggian maksimal maka pompa aktif sebagaimana mestinya menyedot air. Pada pengujian pompa, sensor, katup satu arah, serta selang dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

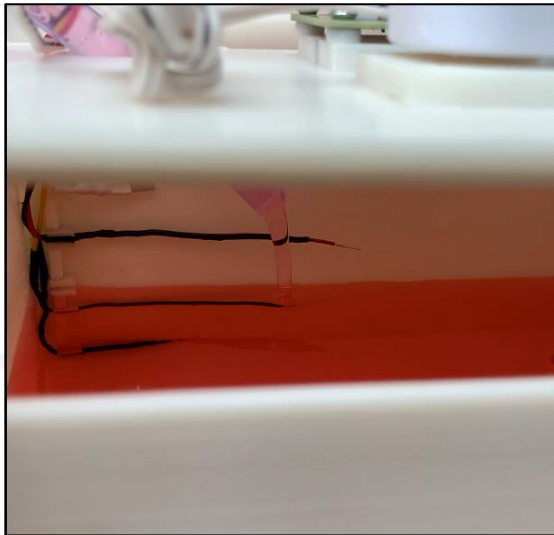


Gambar 4.18 Pengujian alat

Gambar 4.19 menunjukkan bahwa ketinggian pada selang memiliki ketinggian yang sama dengan air pada *reservoir*. Posisi sensor ketinggian air pada gambar 4.20 menunjukkan banyaknya air dari sensor C hingga sensor B, dimana volume air yang ada berisi sebanyak 825 ml. Untuk banyaknya volume air dari sensor B hingga sensor A berisi sebanyak 800 ml. Sehingga satu siklus pompa aktif menyedot air dari ketinggian sensor A, hingga air surut dan mencapai sensor B adalah sebanyak 800 ml. Dan untuk ketinggian maksimal hingga menyentuh sensor *alarm emergency* adalah sebanyak 2500 ml, dimana hal ini menunjukkan daya tampung dari reservoir dapat menampung volume air hingga 2500 ml.



Gambar 4.19 Ketinggian air pada selang tambahan



Gambar 4.20 Ketinggian air dan sensor pada reservoir

Seperti pada gambar 4.21, performa alat diuji agar dapat memosisikan selang keluaran dari pompa dengan ketinggian 2,5 m. Pada pengujian, air dapat mengalirkan air hingga ketinggian 2,5 m dan air dapat mengalir secara lancar tanpa kendala.



Gambar 4.21 Pengujian ketinggian 2,5 m

Pengujian selanjutnya mengukur untuk berat dari alat ini dengan 4 kondisi yang berbeda-beda. Hal ini berfungsi untuk melakukan analisis stres pada *software*

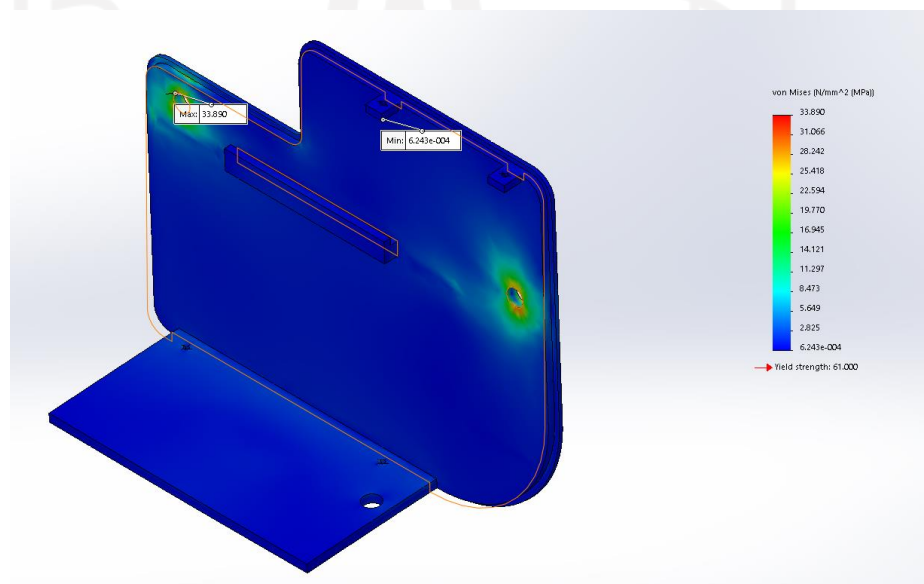
solid work, mengetahui kekuatan alat ini jika diberi beban seperti pada bagan, apakah mampu untuk menopangnya. Bagan untuk berat alat ini dapat dilihat pada **Error! Reference source not found..**

Tabel 4.2 Total berat alat

Kondisi dengan volume air yang berbeda-beda	Berat total (gr)
1. Berat total dengan <i>reservoir</i> kosong tanpa air	820
2. Berat total dengan <i>reservoir</i> terisi dibatas sensor ketinggian minimal.	1.529
3. Berat total dengan <i>reservoir</i> terisi dibatas sensor ketinggian maksimal.	2.420
4. Berat total dengan <i>reservoir</i> terisi dibatas sensor ketinggian <i>alarm emergency</i> .	3.186

4.6 Analisis dan Pembahasan

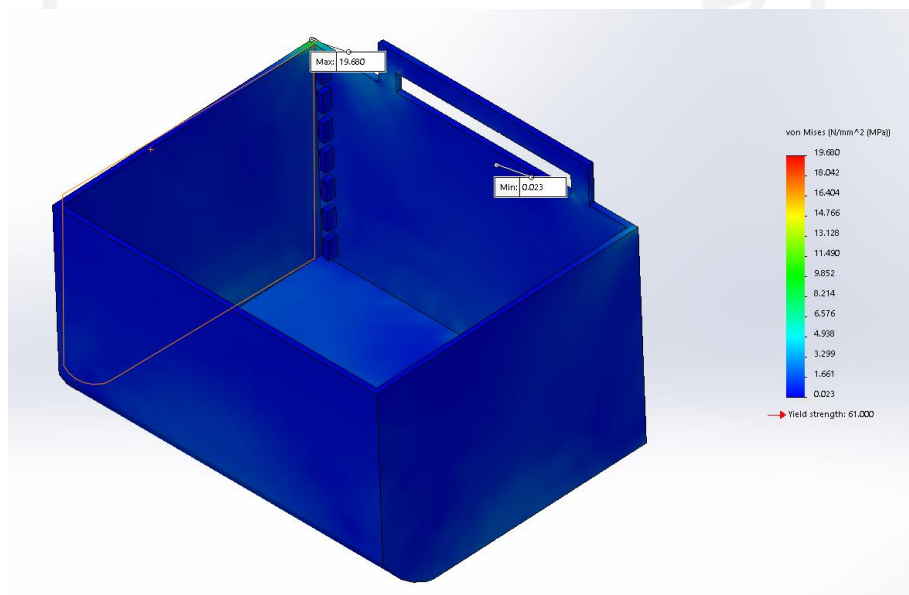
Analisis dilakukan dengan menggunakan berat air pada *reservoir*. Beban yang digunakan pada analisis ini adalah beban merata, dengan asumsi berat air pada *reservoir* adalah beban merata. Penggunaan beban merata pada analisis ini sebesar 29.4 kgf dengan mengunci 2 lubang paku. Analisis menggunakan *stress analysis* dengan parameter *von misces* pada *solid work*. Dan menggunakan material PLA berdasarkan pengujian specimen PLA pada tabel dibawah ini



Gambar 4.22 Analisis tegangan komponen rangka

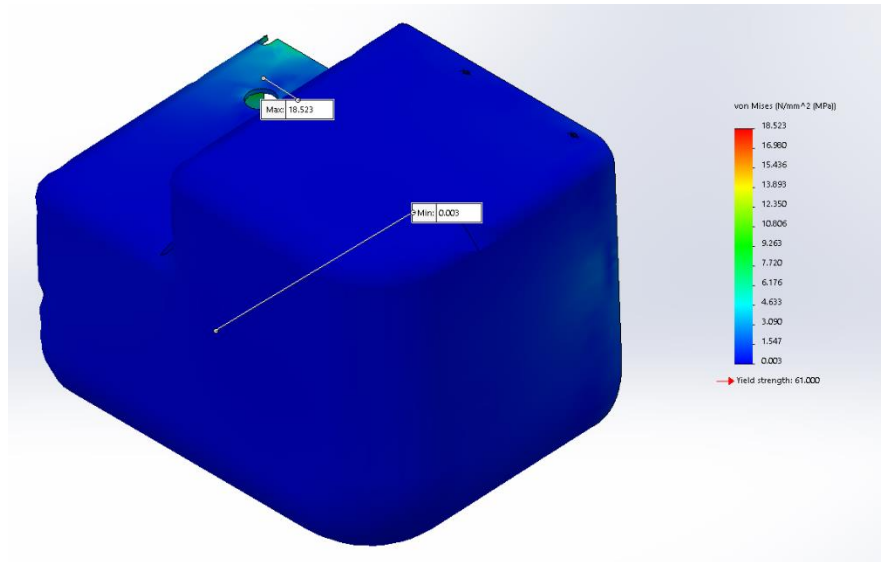
Gambar 4.22 menunjukkan analisis tegangan pada komponen rangka. Setelah analisis dilakukan, hasil menunjukkan bahwa jika komponen tersebut dikenai beban merata sebesar 29.4 kgf, tegangan terbesar terjadi di sekitar lubang dengan besar 33.8 Mpa dan tegangan minimal sebesar 0.0062 Mpa. Sedangkan beban maksimal yang dapat diterima oleh komponen tersebut adalah 61 Mpa.

Untuk analisis kekuatan yang kedua adalah komponen reservoir seperti pada gambar 4.23. Hasil yang didapat adalah tegangan maksimal pada komponen adalah sebesar 19.6 Mpa dan minimal 0.023 Mpa.



Gambar 4.23 Analisis kekuatan komponen *reservoir*

Analisis yang ketiga adalah analisis pada komponen *cover* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.24. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat tegangan maksimal sebesar 18.5 Mpa dan minimal sebesar 0.003 Mpa.



Gambar 4.24 Analisis kekuatan komponen cover

Jadi berdasarkan hasil pengujian performa menunjukkan bahwa alat ini dapat bekerja sebagaimana mestinya. Sensor dapat aktif ketika terkena air, pompa dapat aktif ketika diberi sinyal oleh sensor, dan air dapat mengalir keluar dari alat dengan ketinggian air lebih dari 2,5m. Analisa kekuatan menggunakan *software* menunjukkan bahwa alat ini mampu menerima beban merata hingga 61Mpa, sedangkan beban maksimal yang terjadi hanya sebesar 5.5Mpa.

4.7 Biaya pembuatan purwarupa

Tabel 4.3 Biaya pembuatan purwarupa

Nama Komponen	Harga (Rp)
1. Modul sensor ketinggian air	Rp. 65.000,00
2. Katup satu arah	Rp. 23.800,00
3. Selang air	Rp. 3.000,00/m
4. <i>Alarm emergency</i>	Rp. 27.500,00
5. Adaptor 12V	Rp. 12.500,00
6. <i>Filament PLA+</i>	Rp. 195.000,00

Pada pembuatan purwarupa ini, biaya yang cukup besar adalah pembelian *filament* PLA+ untuk mencetak menggunakan *3D print* seperti pada tabel 4.3. Namun untuk komponen pendukung lain cenderung terjangkau, karena pemilihan yang benar-benar disesuaikan dengan kebutuhan serta harga yang murah.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Desain yang dibuat dapat mengalirkan/ membuang air naik hingga ketinggian di 2,5m, dengan cara menggabungkan beberapa komponen dan membuat desain berdasarkan analisis perancangan yang telah dilakukan.
2. Alat dapat dipasang di berbagai merek AC dan penerapan pada evaporator AC relatif mudah, tidak perlu adanya modifikasi pada evaporator. Hanya memasukkan selang pembuangan evaporator pada alat ini dan mengalirkan selang pembuangan dari alat ini diarahkan kemana saja sesuai dengan kebutuhan.
3. Purwarupa dirancang menggunakan *software* Solid Work, dicetak menggunakan mesin *3D Printing*, dan dirangkai dengan komponen-komponen lainnya. Dengan begitu, alat tersebut menjadi satu alat yang dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Ukuran dari alat ini yang masih terlalu besar, sehingga dapat dilakukan desain ulang dengan mengurangi dimensi yang ada.
2. Pemasangan alat pada evaporator AC memerlukan tindakan melepas komponen pompa terlebih dahulu, karena lubang paku tertutupi oleh komponen pompa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, H., Sibarani, M., & Tuapetel, J. V. (2018). Perancangan Air Conditioning (AC) Sentral pada Gedung G Intitut Teknologi Indonesia. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 35–41.
- Acer Services Pty Ltd. (2021). *Air conditioning installation advice: When to use a drain pump*. Acer Services. <https://www.acerservices.com.au/air-conditioning-installation-advice-when-to-use-a-drain-pump/>
- Alvarez, A., & Ritchey, T. (2015). Applications of general morphological analysis. *Acta Morph*, 4(1), 1–40.
- Arismunandar, W., & Saito, H. (1980). *Penyegaran Udara* (4th ed.). Pradnya Paramita, dengan bantuan Association for International Technical Promotion.
- ASHRAE. (2001). *Handbook of Air Conditioning Fundamental*. ASHRAE.
- Ashshidiq, M. T., & Annas, M. S. (2018). *Penentuan Matriks Morfologi pada Perancangan Mesin Rol Perata Material Pelat Baja sebagai Bahan Baku Pipa* (Seminar No. 1; Seminar Nasional Pakar, pp. 411–418). Universitas Trisakti.
- Daniarsyah, A. (2021). Mengenal Diaphragm Pump—Definisi, Cara Kerja, dan Kelebihan. *WIRA*. <https://wira.co.id/diaphragm-pump-adalah/>
- Davis, L. W., & Gertler, P. J. (2015). Contribution of air conditioning adoption to future energy use under global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(19), 5962–5967.

- Dawood, A., Marti, B. M., & Sauret-Jackson, V. (2015). 3D Printing in Dentistry. *British Dental Journal*, 219(11), 521–529.
<https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>
- Harsokoesoemo, H. D. (2004). *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)* (2nd ed.). Penerbit ITB.
- Larsen, K. (2000). Plant Resources of South-East Asia 18. Plants producing exudates. *Nordic Journal of Botany*, 20(5), 536–536.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2000.tb01600.x>
- Palermo, E. (2013). *Fused Deposition Modeling: Most Common 3d Printing Method*. Live Science. <https://www.livescience.com/39810-fused-deposition-modeling.html>
- Pambudi, A. I. (2017). *ANALISIS PENGARUH INTERNAL GEOMETRI TERHADAP SIFAT MEKANIK MATERIAL POLYLACTIC ACID (PLA) DIPREPARASI MENGGUNAKAN 3D PRINTING* [Tugas Akhir]. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2012). *Sistem Pengkodisian Udara dan Ventilasi* (Panduan No. 2; Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta). Dinas Penataan Kota Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.
- Pinshape. (2021). *3D PRINTER MATERIALS GUIDE*. Pinshape.
<https://pinshape.com/guides/3d-printing-materials/#abs>
- Primadhyta, S. (2018). Penggunaan AC Jadi Pendongkrak Permintaan Listrik pada 2050. *CNN Indonesia*.

<https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180716135116-85->

[314511/penggunaan-ac-jadi-pendongkrak-permintaan-listrik-pada-2050](https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180716135116-85-314511/penggunaan-ac-jadi-pendongkrak-permintaan-listrik-pada-2050)

Puspitasari, M. D. (2018). Analisa Perbandingan Efisiensi Daya dan Kapasitas Pendinginan antara AC Central dan AC Split pada Kereta Ekonomi. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, 2(2), 110–119.

Putra, K. S., & Sari, U. R. (2018). *Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup* (Seminar Nasional Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi). STMIK Pontianak.

Rochmi, M. N. (2018). AC bakal jadi penyedot listrik terbanyak di Indonesia. *Beritagar.Id*. <https://beritagar.id/artikel/berita/ac-bakal-jadi-penyedot-listrik-terbanyak-di-indonesia>

Sarbu, I. (2014). A review on substitution strategy of non- ecological refrigerants from vapour compression- based refrigeration, air-conditioning and heat pump systems. *International Journal of Refrigeration*, 46, 123–141.

Satwiko, P. (2004). *Fisika Bangunan 2* (1st ed.). Andi Offset.

Stoecker, W. F., Jones, J. W., & Supratman. (1996). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara* (2nd ed.). Erlangga.

Sulistiadi, S., Apriliani, F., & Kurniawan, A. (2021). Rancang Desain Alat Pengayak Modified Cassava Flour (MOCAF) Berdasarkan Analisis Kebutuhan, Morfologi, dan Teknik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(1), 73–84.

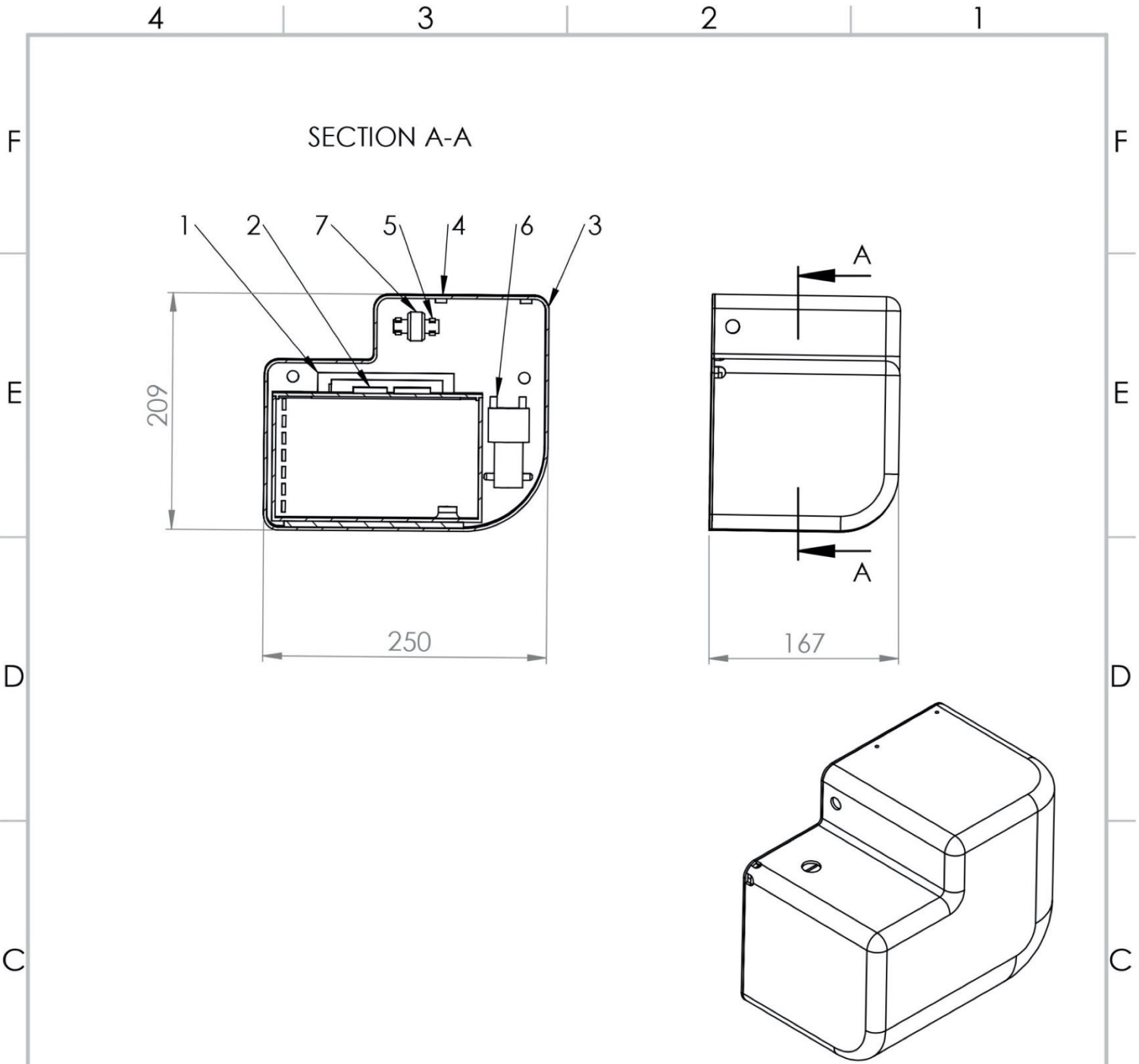
Syahrizal, I., Panjaitan, S., & Yandri. (2013). Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan (Studi Kasus di Politeknik Terpikat Sambas). *Jurnal ELKHA*, 5(1), 14–20.

Yogaswara, E., & Mansyur, R. R. (2008). *Refrigeran*. Afriko Raya.



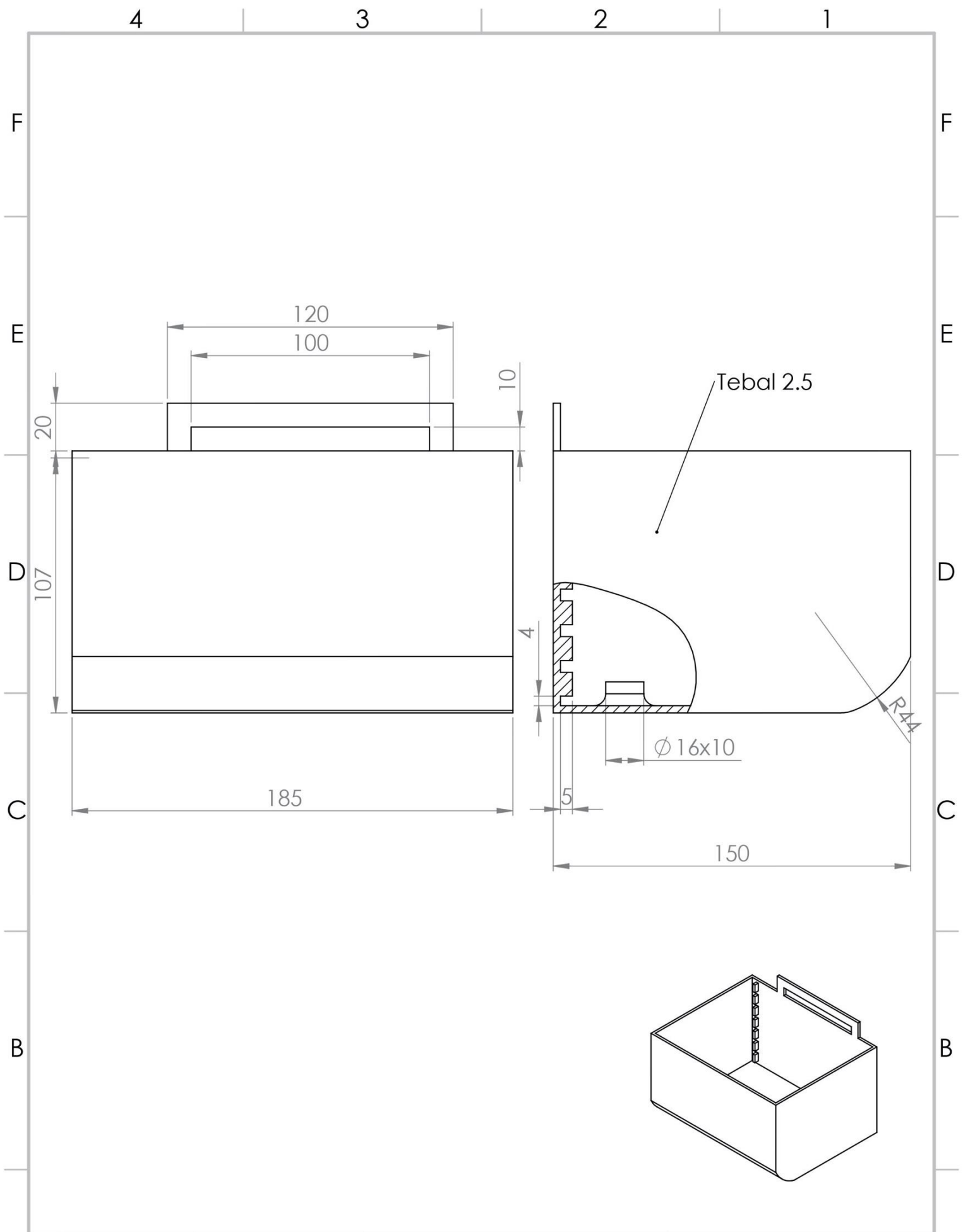


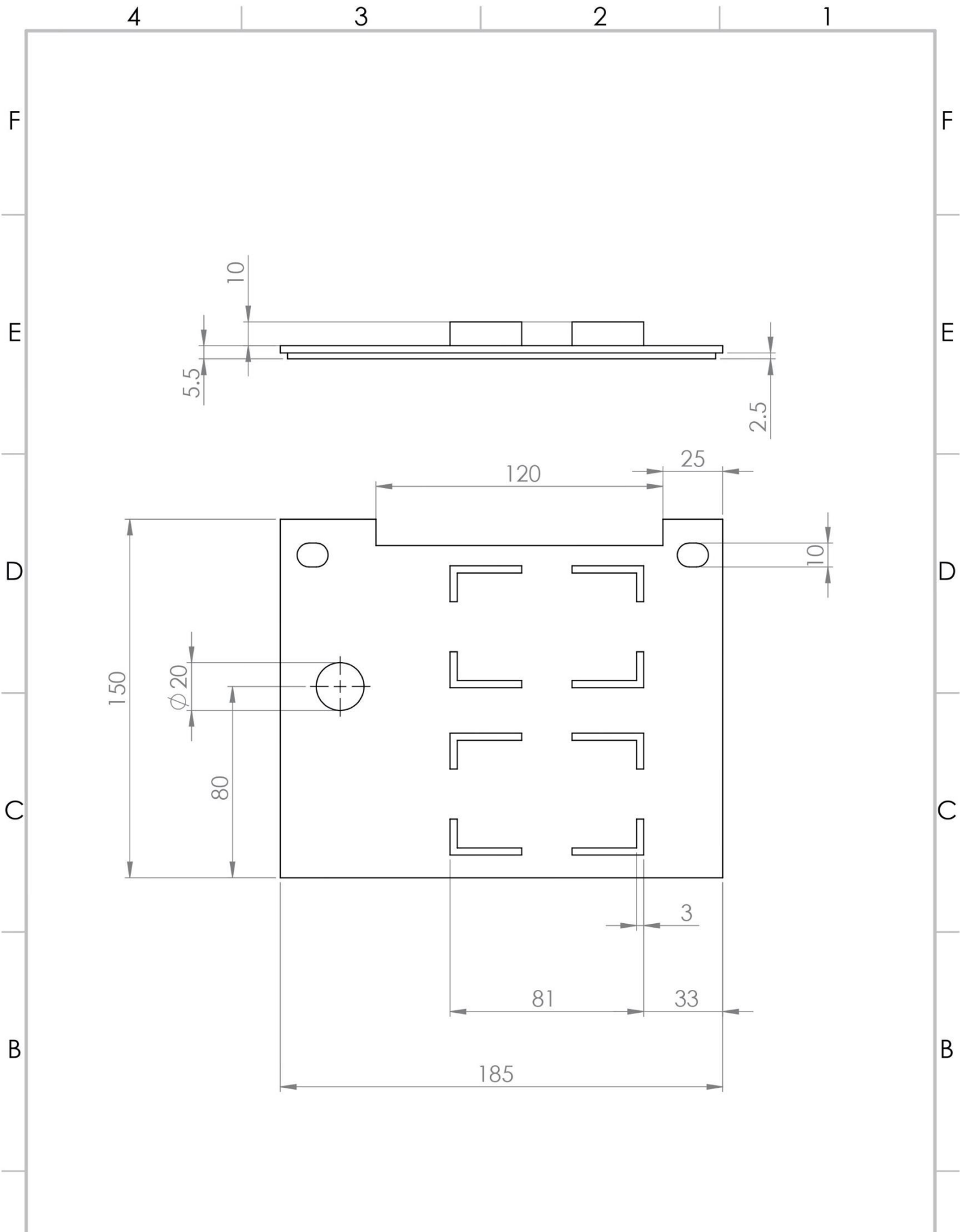
Lampiran



No komponen	Nama Komponen	Material	Jumlah
1	resevoir	PLA+	1
2	tutup resevoir	PLA+	1
3	rangka	PLA+	1
4	cover	PLA+	1
5	dudukan katub	PLA+	2
6	pompa	Purchased	1
7	katub satu arah	Purchased	1

	Skala : 1:5	Digambar : Anggito B A	Keterangan :
	Satuan Ukuran: mm	NIM : 16525102	
	Tanggal: 19/08/21	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, St. MM	

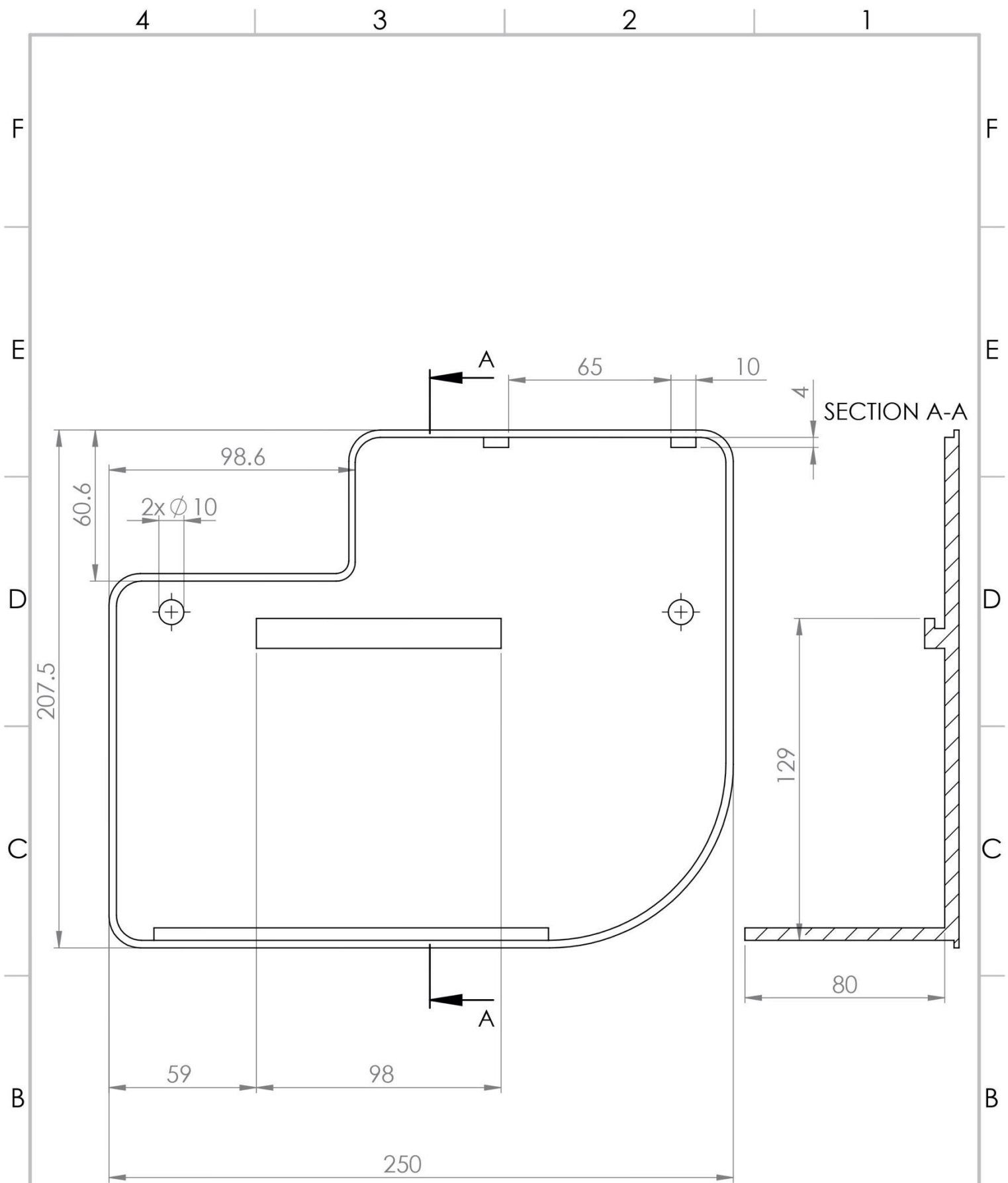




Skala : 1:2

Digambar : Anggito B A

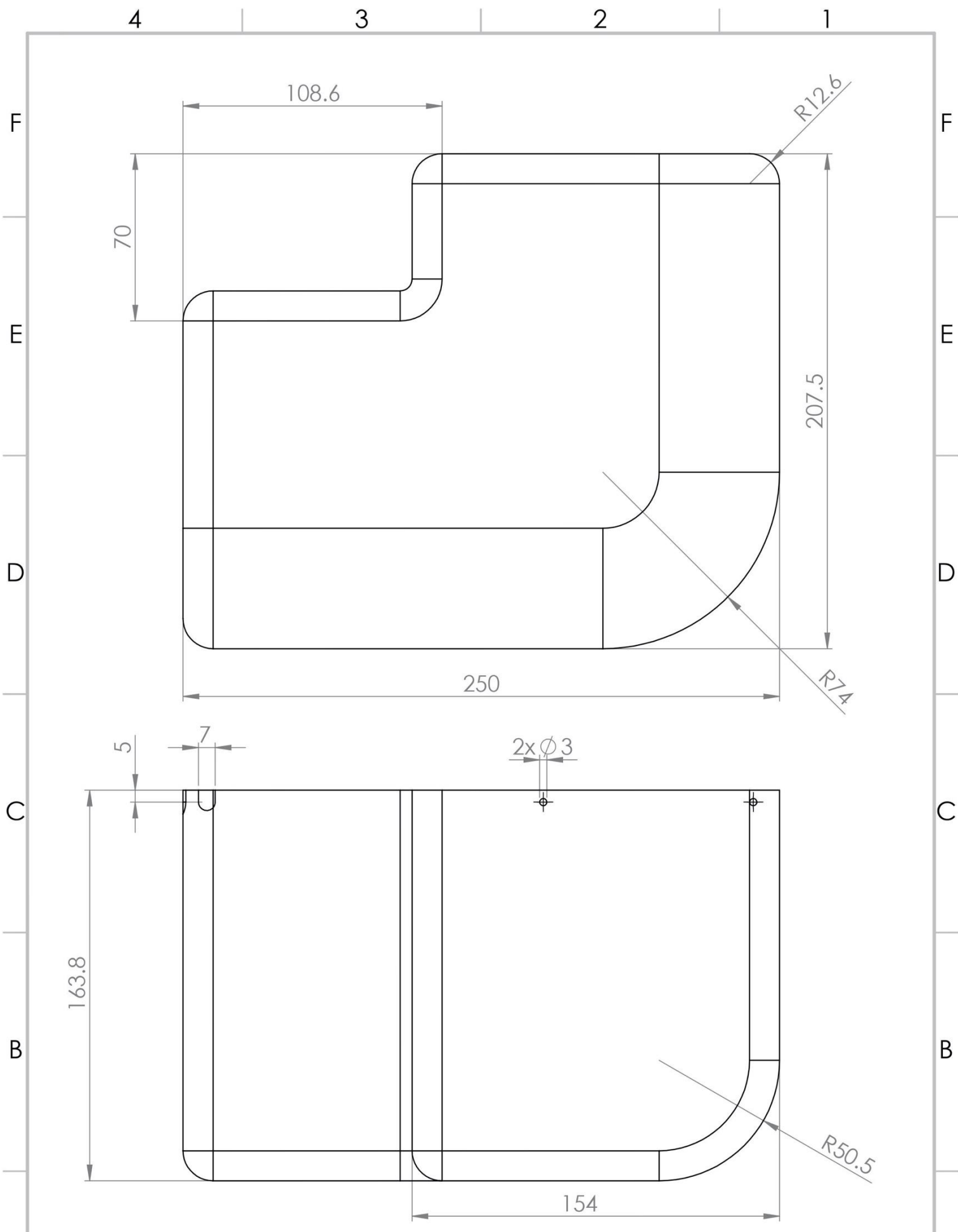
Keterangan :



Skala : 1:2

Digambar : Anggito B A

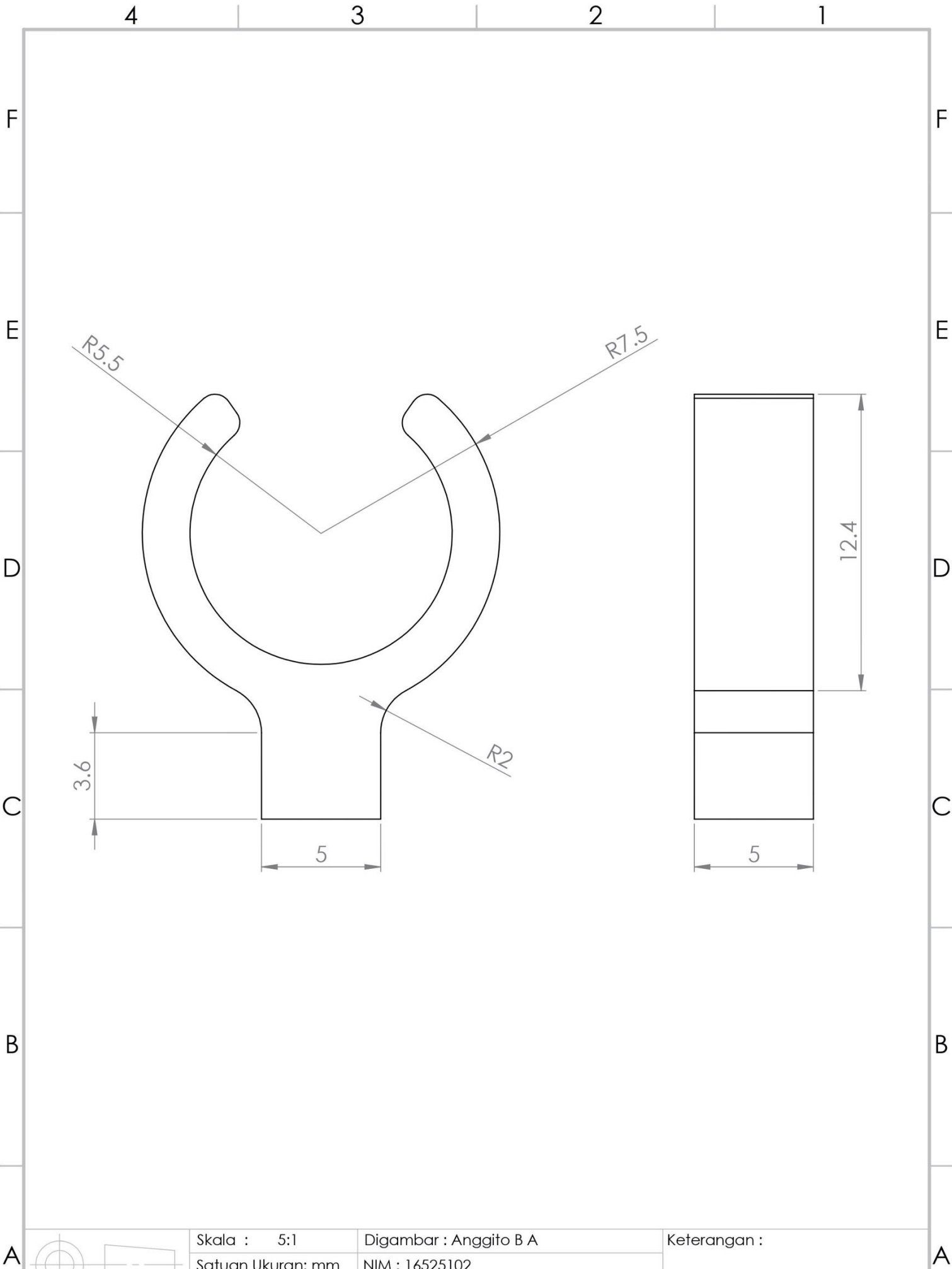
Keterangan :



Skala : 1:2

Digambar : Anggito B A

Keterangan :



Skala : 5:1	Digambar : Anggito B A
Satuan Ukuran: mm	NIM : 16525102
Tanggal: 18/08/21	Diperiksa : Santo Aije Dhewanto St. MM

Keterangan :