

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT BANTU PENEGAK KEDISIPLINAN RAMBU
LARANGAN PARKIR**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

**Nama : Muhammad Raihan
No. Mahasiswa : 20525020
NIRM : 2002060007**

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT BANTU PENEGAK KEDISIPLINAN RAMBU
LARANGAN PARKIR**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :


Nama : Muhammad Raihan

No. Mahasiswa : 20525020

NIRM : 2002060007

Yogyakarta, 15 Oktober 2024

Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
ALAT BANTU PENEGAK KEDISIPLINAN RAMBU
LARANGAN PARKIR**

TUGAS AKHIR

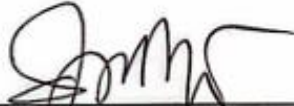
Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Raihan
No. Mahasiswa : 20525020
NIRM : 2002060007

Tim Penguji

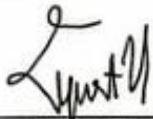
Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP

Ketua


Tanggal : 31 Oktober 2024

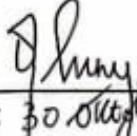
Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I


Tanggal : 31 okt 24

Finny Pratama Putera, S.T., M.Eng.

Anggota II


Tanggal : 30 Oktober 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Dr. Muhammad Khafid, S.T., M.T., IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah SWT yang telah memberikan kelimpahan rezeki pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sampai selesai. Serta segala doa dan dukungan yang diberikan pada penulis baik dari keluarga, sahabat, dan teman-teman sebaya Teknik Mesin 2020, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Tugas akhir yang penulis kerjakan, penulis persembahkan kepada kedua orang tua penulis, Bapak Muhammad Asri dan Ibu Rr. Hartini, yang telah memberikan dukungan tiada henti kepada penulis yang tidak dapat terhitung jumlah dengan alat ukur apapun itu.

Tugas akhir ini juga penulis persembahkan kepada dosen pembimbing penulis, yakni Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP yang telah mendidik penulis dengan penuh kesabaran dan senantiasa mendukung penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini, sehingga penulis dapat menimba ilmu yang sangat tak ternilai dan amat berharga.

Penulis berharap agar nantinya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas, baik dalam aspek akademis maupun dalam aspek kemanusiaan sesuai dengan judul Tugas Akhir yang telah penulis ambil.

HALAMAN MOTTO

“Kelak kamu akan ingat kepada apa yang kukatakan kepada kamu. Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah. Sesungguhnya Allah Maha Melihat akan hamba-hamba-Nya”

(QS. Ghafir: 44)

“I have no special talent, I am only passionately curious”

{Albert Einstein}

“We can't solve problems by using the same kind of thinking we used when we created them”

{Albert Einstein}

“Baik menjadi nomor satu, jauh lebih baik menjadi satu-satu nya..”

{ no name }

KATA PENGANTAR

“Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu”

Segala puji dan syukur penulis panjatkan pada Allah SWT yang telah memberikan segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir penulis yang berjudul “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT BANTU PENEGAK KEDISIPLINAN RAMBU LARANGAN PARKIR”. Laporan tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Dalam pelaksanaannya, penulis menyadari bahwa penulis mendapatkan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak baik dalam keluarga, maupun diluar keluarga. Dengan ini, izinkan penulis untuk mengucapkan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis, Bapak Muhammad Asri dan Ibu Rr. Hartini, serta saudara dan saudari penulis, Anggraeni Puspasari, Muhammad Ridwan, dan Muhammad Rizky, yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis dalam berbagai aspek, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
2. Bapak Dr. Muhammad Khafid S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP, sebagai Dosen Pembimbing tugas akhir penulis yang selalu melimpahkan ilmunya melalui arahan-arrahannya kepada penulis.
4. Bapak TS. DR. Hambali bin Boejang selaku *General Manager* Teaching Factory UTeM, Bapak TS. DR. Amir Hamzah bin Abdul Rasib sebagai *Supervisor* magang dan kerja praktek penulis.
5. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Rekan mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.angkatan 2020.
7. Rekan seperjuangan magang Teaching Factory UTeM penulis, Muhammad Idris Koda dan Agnes Novita Suyitno.

8. Teman-teman KKN UII Unit 245 Angkatan 67, Ma'ruf Budi Santoso, Agri Salva Seftian, Maritza Maysun Griselda, Fathia Putri Anwari, Alm. Olga Renada, Azizah Sephia, dan Nabilah Novradini Ratansi S.
9. Sahabat-sahabat karib penulis, Maritza Maysun Griselda (Ica), Muhammad Qoidul Islam (Iid), Ma'ruf Budi Santoso (Kakabuds), Agri Salva Seftian (Agiew), Inas Lubna Prabaniza (Bumi), dan Arfiana Rahmah, yang senantiasa memberikan dukungan dan mendengarkan keluh kesah penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini dan dalam banyak hal lainnya.
10. Teman-teman kontrakan Gang Mbahdrono, Budi, Qoidul, Boyo, Iksan, dan Muklis.
11. Serta diri Saya sendiri Muhammad Raihan, yang telah berusaha maksimal dalam melewati segala rintangan yang ada.
12. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini telah dilakukan dengan upaya sebaik-baiknya dan sangat memungkinkan terjadi kesalahan dan kekurangan dalam penulisan serta penyusunannya. Dengan demikian, penulis mengharapkan kritik serta saran untuk kebaikan Tugas Akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi segala pihak.

“Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Yogyakarta, 15 Oktober 2024

Muhammad Raihan

ABSTRAK

Rambu larangan parkir atau yang biasa dikenal dengan simbol huruf P dicoret, merupakan rambu lalu lintas yang mengatur tidak diperbolehkannya kendaraan parkir pada suatu area, dengan mempertimbangkan alasan keamanan dan kenyamanan berkendara pengendara lainnya. Akan tetapi, keberadaan dari rambu lalu lintas tersebut seringkali tidak dihiraukan oleh beberapa oknum pengendara yang tidak bertanggung jawab, sehingga dapat membahayakan pengendara disekitarnya. Oleh karena itu, dibutuhkan perancangan dan pembuatan alat bantu yang dapat meningkatkan kesadaran pengendara akan keberadaan rambu lalu lintas larangan parkir. Perancangan dan pembuatan alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir dibuat dengan memberikan urutan peringatan pada pelanggar rambu tersebut. Hasil dari perancangan ini adalah alat dapat memberikan peringatan pertama berupa suara dengan *mini speaker* sebagai sumber suara, peringatan kedua penyemprotan asap yang bersumber dari *Red Hand Flare DNS*. Sementara untuk peringatan ketiga berupa penyemprotan cairan pewarna sementara, secara sistem dan torsi aktuator telah bekerja dengan baik, namun mekanisme kerja alat yang diaplikasikan belum optimal.

Kata Kunci: Rambu Larangan Pakir, Sensor Ultrasonik, *Mini Speaker*, *Motor Stepper*, *Red Hand Flare DNS*, Cat Pewarna Sementara.

ABSTRACT

The no-parking sign, or what is commonly known as the crossed out letter P, is a traffic sign that regulates whether vehicles are not allowed to park in an area, taking into account safety reasons and the driving comfort of other drivers. However, the existence of these traffic signs is often ignored by some irresponsible motorists, so that they can endanger motorists around them. Therefore, it is necessary to design and manufacture tools that can increase motorists' awareness of the existence of traffic signs prohibiting parking. The design and manufacture of tools to enforce the discipline of parking prohibition signs is made by providing a sequence of warnings to violators of these signs. The result of this design is that the tool can provide a first warning in the form of a sound mini speaker as the source of the sound, the second warning of spraying smoke originating from Red Hand Flare DNS. Meanwhile, for the third warning in the form of spraying temporary dye liquid, the system and actuator torque worked well, but the working mechanism of the tool used was not optimal.

Keywords: *Parking Prohibition Signs, Ultrasonic Sensors, Mini Speaker, Stepper Motor, Red Hand Flare DNS, Temporary Paint.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak.....	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi.....	xvii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Sketsa Alat Bantu	6
2.2.2 CAD.....	6
2.2.3 Solidworks.....	6
2.2.4 CAM	7
2.2.5 ArtCam	7
2.2.6 Arduino Mega.....	8
2.2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	10
2.2.8 <i>Breadboard</i>	11

2.2.9	Kabel Jumper.....	13
2.2.10	<i>Stepper Motor</i> NEMA17 17HS4401	14
2.2.11	<i>Driver</i> A4988.....	15
2.2.12	Mini Speaker 8 ohm 3W.....	16
2.2.13	<i>Driver DFMini Player</i>	17
2.2.14	Besi Ulir.....	18
2.2.15	<i>Bracket Stepper Motor</i> NEMA17 17HS4401.....	19
2.2.16	Penampang Penampang Pengunci <i>Flare</i>	20
2.2.17	<i>Bearing</i> Penampang Besi Ulir	20
2.2.18	Kopling NEMA17 17HS4401 dan Besi Ulir.....	21
2.2.19	<i>Red Hand Flare DNS</i>	22
2.2.20	Cat Semprot <i>Rubber</i>	23
2.2.21	RPM Motor.....	23
2.2.22	Torsi.....	24
Bab 3 Metode Penelitian.....		25
3.1	Alur Penelitian	25
3.2	Peralatan dan Bahan.....	25
3.2.1	Alat	25
3.2.2	Bahan	26
3.3	Kriteria Perancangan.....	27
3.4	Observasi.....	28
3.5	3D Desain Alat Perancangan	28
3.6	Kriteria 3D Desain	28
3.7	Rencana Pembuatan Alat Perancangan.....	28
Bab 4 Hasil dan Pembahasan.....		30
4.1	Hasil Observasi	30
4.2	Pembuatan Desain Alat Perancangan	31
4.2.1	Kriteria Desain.....	32
4.2.2	Desain Alat Perancangan.....	32
4.3	Pembuatan Alat Perancangan.....	38
4.3.1	Pembuatan Kode Perintah Arduino IDE	38
4.3.2	Membuat Model Sirkuit Perangkat Kendali	44

4.3.3	Perakitan Perangkat Kendali	45
4.3.4	Proses Manufaktur.....	49
4.4	Perangkaian Mekanisme Kerja Alat Perancangan.....	56
4.5	Hasil Pengujian	60
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	64
Bab 5	Penutup.....	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	69
Daftar Pustaka.....		70

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 <i>Datasheet</i> Sensor HC-SR04.....	10
Tabel 3-1 Alat.....	26
Tabel 3-2 Bahan.....	26
Tabel 4-1 Trotoar Perempatan FTI UII	30
Tabel 4-2 Marka Parkir Kampus UII Kaliurang.....	30
Tabel 4-3 Rata-rata Jarak Mobil Parkir dengan Trotoar.....	30
Tabel 4-4 Kebutuhan Gaya dalam Penggunaan Media	31
Tabel 4-5 Percobaan Penggunaan <i>Red Hand Flare DNS</i>	31
Tabel 4-6 Percobaan Penggunaan Cat Semprot <i>Rubber</i>	31
Tabel 4-7 Pengujian Tahap Pertama.....	60
Tabel 4-8 Pengujian Tahap Kedua	60
Tabel 4-9 Kinerja Alat Hasil Pengujian Tahap Pertama	61
Tabel 4-10 Kinerja Alat Hasil Pengujian Tahap Kedua.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Arduino Mega.....	8
Gambar 2-2 Sensor HC-SR04	10
Gambar 2-3 Pin-pin Sensor HC-SR04.....	11
Gambar 2-4 <i>Breadboard</i>	12
Gambar 2-5 Diagram Alur <i>Breadboard</i>	12
Gambar 2-6 Macam-macam Kabel <i>Jumper</i>	13
Gambar 2-7 NEMA17 17HS4401	14
Gambar 2-8 <i>Driver A4988</i>	15
Gambar 2-9 <i>Mini Speaker</i> 8 ohm 3W.....	16
Gambar 2-10 <i>Driver DFMini Player</i>	17
Gambar 2-11 Besi Ulir	18
Gambar 2-12 <i>Bracket Stepper Motor</i> NEMA17 17HS4401	19
Gambar 2-13 Penampang Penampang Pengunci <i>Flare</i>	20
Gambar 2-14 <i>Bearing</i> Penampang Besi Ulir.....	20
Gambar 2-15 <i>Coupling Shaft</i>	21
Gambar 2-16 <i>Red Hand Flare DNS</i>	22
Gambar 2-17 Plasti DIP Cat Semprot <i>Rubber</i>	23
Gambar 3-1 Alur Penelitian.....	25
Gambar 4-1 Desain Pertama Alat Perancangan	32
Gambar 4-2 Desain Kedua Alat Perancangan	33
Gambar 4-3 Desain Ketiga Alat Perancangan.....	34
Gambar 4-4 Mekanisme Kerja Desain Ketiga Alat Perancangan	35
Gambar 4-5 Desain Keempat Alat Perancangan	36
Gambar 4-6 Rangka Alat Desain Keempat Alat Perancangan.....	37
Gambar 4-7 Mekanisme Kerja Desain Keempat Alat Perancangan.....	37
Gambar 4-8 Peletakan Sensor HC-SR04 dan <i>Mini Speaker</i>	38
Gambar 4-9 <i>Flowchart</i> Kode Perintah Arduino IDE	39
Gambar 4-10 Kode Perintah Pustaka.....	39
Gambar 4-11 Kode Perintah Definisi Pin.....	40
Gambar 4-12 Kode Perintah <i>Threshold</i> Objek.....	40

Gambar 4-13 Kode Perintah Variabel Waktu.....	41
Gambar 4-14 Kode Perintah Pengaturan <i>Motor Stepper</i>	41
Gambar 4-15 Kode Perintah Motor dan <i>Serial</i>	41
Gambar 4-16 Kode Perintah Mengukur Jarak.....	42
Gambar 4-17 Kode Perintah Fungsi <i>Setup</i>	42
Gambar 4-18 Kode Perintah Fungsi <i>Loop</i> Bagian 1.....	43
Gambar 4-19 Kode Perintah Fungsi <i>Loop</i> Bagian 2.....	43
Gambar 4-20 Kode Perintah Fungsi Mengukur Jarak.....	44
Gambar 4-21 Model Sirkuit Perangkat Kendali	45
Gambar 4-22 Perakitan Keseluruhan Perangkat Kendali	46
Gambar 4-23 Perakitan <i>Driver A4988</i>	47
Gambar 4-24 Perakitan <i>Driver DFPlayer Mini</i>	47
Gambar 4-25 Perakitan Sensor HC-SR04 Bagian 1	48
Gambar 4-26 Perakitan Sensor HC-SR04 Bagian 2.....	48
Gambar 4-27 Perakitan Pin-pin pada Mikrokontroler.....	49
Gambar 4-28 Proses Pemotongan Material Bagian 1.....	50
Gambar 4-29 Proses Pemotongan Material Bagian 2.....	50
Gambar 4-30 Penggabungan Rangka dan <i>Cover</i> Dengan Las Elektroda.....	51
Gambar 4-31 Penyesuaian Bentuk Dengan Desain Alat.....	51
Gambar 4-32 Proses Pemesinan CNC Penampang <i>Flare</i>	52
Gambar 4-33 Hasil Pemesinan CNC Bagian 1.....	53
Gambar 4-34 Hasil Pemesinan CNC Bagian 2.....	53
Gambar 4-35 3D <i>printing</i> L Penerus Gaya <i>Nozzle</i> Cat Semprot <i>Rubber</i>	54
Gambar 4-36 Penampang <i>Breadboard</i>	54
Gambar 4-37 Penampang <i>Bearing</i> Besi Ulir.....	55
Gambar 4-38 Hasil 3D <i>printing</i> L Penerus Gaya <i>Nozzle</i> Cat Semprot <i>Rubber</i>	55
Gambar 4-39 Hasil 3D <i>printing</i> Penampang <i>Breadboard</i>	56
Gambar 4-40 Hasil 3D <i>printing</i> Penampang Besi Ulir.....	56
Gambar 4-41 Perangkaian Mekanisme Kerja Utama Bagian 1.....	57
Gambar 4-42 Perangkaian Mekanisme Kerja Utama Bagian 2.....	58
Gambar 4-43 Implementasi <i>Cover</i> Sebagai <i>Support</i> Alat Perancangan.....	58
Gambar 4-44 Perangkaian Sensor HC-SR04 dan <i>Mini Speaker</i>	59

Gambar 4-45 Perangkaian Mekanisme Penahan Pin <i>Flare</i>	59
Gambar 4-46 Mekanisme Kerja Alat Pengujian Tahap 1.....	63
Gambar 4-47 Mekanisme Kerja Alat Pengujian Tahap 2.....	63
Gambar 4-48 Perbedaan Pengujian Tahap 1 dan 2.....	64
Gambar 4-49 Mekanisme Pemasangan <i>Cover</i> Sisi Kanan.....	67
Gambar 4-50 Pemasangan Mekanisme Kerja <i>Fixed</i> Pada <i>Cover Fixed</i>	68

DAFTAR NOTASI

FTI = Fakultas Teknologi Industri

UII = Universitas Islam Indonesia

CAD = *Computer Aided Design*

CAM = *Computer Aided Manufacturing*

CNC = *Computer Numerical Control*

Media = Perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan alat perancangan

B = Bekerja atau dapat bekerja dengan baik

TB = Tidak bekerja atau tidak dapat bekerja dengan baik

NEMA = *National Electrical Manufacturers Association*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rambu lalu lintas merupakan petunjuk berkendara yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pengendara mengenai lalu lintas dari jalan tersebut. Pada dasarnya, informasi yang diberikan kepada pengendara tersebut memiliki tujuan untuk menciptakan kondisi lalu lintas yang aman, tertib, dan teratur. Akan tetapi, keselamatan diri sendiri maupun orang lain sering kali tidak diperhatikan oleh pengendara. Pengendara sering kali bertindak seenaknya saja. (Rismawan, 2009).

Upaya tindak lanjut pelanggaran rambu lalu lintas sudah diupayakan oleh pihak terkait, akan tetapi, hal tersebut tidak menjadi efek jera bagi beberapa pengendara di jalanan. Pelanggaran rambu larangan parkir merupakan salah satu kategori pelanggaran rambu lalu lintas. Hal tersebut diatur dalam Pasal 105 Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009, mengenai pelanggaran-pelanggaran yang dapat merusak jalan, serta mengancam aspek keamanan dan keselamatan keberlangsungan lalu lintas. (Nurfauziah & Krisnani, 2021).

Penyebab pelanggaran rambu lalu lintas terus terjadi karena adanya celah melanggar yang diberikan pada pengendara serta tidak adanya upaya peningkatan kesadaran pengendara atas rambu lalu lintas yang sudah ada di lapangan. Aspek teknis bukanlah satu-satunya tantangan yang ada di jalan raya. Perilaku, kesadaran, dan penegakan rambu lalu lintas merupakan aspek yang dalam pelaksanaannya harus diselaraskan guna menciptakan dapat terwujudnya fungsi dari keberadaan jalan raya itu sendiri (Amyrulloh, 2024).

Pelanggaran rambu lalu lintas merupakan pelanggaran yang dapat dilakukan pengendara dengan kondisi kendaraan tersebut bergerak atau aktif dan dalam kondisi pasif (berhenti). Hal tersebut menjadi hal yang membatasi inovasi teknologi yang akan dilaksanakan. Mengingat, untuk membuat inovasi teknologi yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran pengendara atas rambu lalu lintas

yang ada, harus mempertimbangkan keadaan dari kendaraan tersebut dan keamanan pengendara ketika teknologi tersebut akan diterapkan.

Contoh sederhana pelanggaran rambu lalu lintas dengan kondisi kendaraan tidak bergerak atau tidak aktif yang masih sering terjadi pada lingkungan kampus Universitas Islam Indonesia adalah pelanggaran rambu lalu lintas larangan parkir. Beberapa tempat di lingkungan kampus memiliki rambu larangan parkir yang berarti tidak diperbolehkannya kendaraan untuk parkir di area tersebut.

Dengan adanya permasalahan yang terjadi di atas, maka diperlukan sebuah inovasi teknologi yang mampu membantu untuk mencegah terjadinya pelanggaran rambu larangan parkir yang cepat dan tanggap, guna memaksimalkan peran rambu larangan parkir yang ada, serta meningkatkan kesadaran pengendara atas rambu larangan parkir yang sudah ada di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang disebutkan di atas, maka rumusan masalah yang ada dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Alat bantu apa yang dapat meningkatkan kesadaran pengendara atas rambu lalu lintas larangan parkir?
2. Bagaimana kemampuan alat bantu tersebut dapat meningkatkan kesadaran pengendara atas rambu lalu lintas yang ada dengan mempertimbangkan faktor keamanan dari pengendara dan kendaraan tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut.

1. Pelanggaran rambu lalu lintas yang akan diberikan alat bantu padanya adalah rambu lalu lintas larangan parkir.
2. Rambu lalu lintas larangan parkir yang digunakan adalah rambu yang berada pada lingkungan kampus Universitas Islam Indonesia.
3. Alat perancangan hanya akan diaplikasikan pada kondisi kendaraan tidak bergerak.
4. Alat perancangan hanya akan diaplikasikan pada kendaraan roda empat (mobil).

5. Bentuk peringatan dari alat bantu yang akan dibuat adalah berupa peringatan suara, efek asap, dan pewarna sementara.
6. Alat perancangan ini tidak dilakukan analisis tegangan dan regangan.

1.4 Tujuan Perancangan

Bedasarkan rumusan dan batasan masalah yang ada di atas, perancangan ini dibuat dengan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang alat bantu untuk meningkatkan kesadaran pengendara atas rambu lalu lintas larangan parkir.
2. Dapat membuat konsep alat dengan menggunakan urutan peringatan.
3. Dapat menjalankan kinerja alat bantu sesuai dengan konsep alat yang sudah ditentukan.

1.5 Manfaat Perancangan

Penelitian dan perancangan ini memiliki manfaat bagi mahasiswa dan masyarakat. Manfaat-manfaat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu membuat produk alat bantu.
2. Mengetahui parameter-parameter yang digunakan untuk membuat produk alat bantu tersebut.
3. Menciptakan sebuah produk alat bantu yang berkualitas dengan dampak yang luas untuk kenyamanan berkendara masyarakat.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir, terdiri dari 5 bab yang disusun secara berurutan guna mempermudah pembaca dalam memahaminya. Bab 1 terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan. Bab 2 terdiri dari kajian pustaka dan dasar teori. Bab 3 merupakan bagian yang berisikan alur penelitian, peralatan dan bahan, kriteria perancangan, observasi, 3D desain alat perancangan, kriteria 3D desain, dan rencana pembuatan alat perancangan. Bab 4 yakni hasil dan pembahasan berisikan hasil observasi, desain alat perancangan, pembuatan alat perancangan, perangkaian mekanisme kerja alat perancangan, hasil pengujian, dan analisis serta

pembahasan. Dan bab 5 atau penutup berisikan kesimpulan, dan saran dari hasil perancangan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir merupakan alat bantu yang berfungsi untuk meningkatkan kesadaran pengemudi akan keberadaan dan pesan dari rambu larangan parkir tersebut. Penelitian dan perancangan ini tergolong baru untuk mahasiswa Teknik Mesin UII karena belum pernah dilakukan sebelumnya. Akan tetapi, dalam usaha untuk menegakkan kedisiplinan pengemudi dalam berkendara, pihak kepolisian sudah mengupayakan penegakan kedisiplinan yang dituangkan dalam bentuk peraturan-peraturan yang tertulis pada undang-undang, marka serta rambu lalu lintas, dan kehadiran dari polisi lalu lintas itu sendiri.

Permasalahan lalu lintas merupakan salah satu permasalahan yang berskala nasional yang berkembang seiring dengan perkembangan masyarakat. (Permana & Widodo, 2014). Dalam rangka usaha penegakan kedisiplinan di jalan raya lainnya, pihak kepolisian mengintegrasikan teknologi elektronik dengan membuat peralatan elektronik yang bernama Tilang Elektronik atau *Electronic Law Enforcement* (ETLE). Mengurangi kontak antara petugas dan pelanggar merupakan alasan dari kehadiran ETLE (*Electronic Traffic Law Enforcement*) itu sendiri. (Armala & Yasir, 2022). Tujuan lain dari kehadiran ETLE adalah untuk menghindari praktik kecurangan pungutan liar. (Ekartika & Kastubi, 2023). Di lain hal, sudah terdapat peringatan secara otomatis akan memperdengarkan suara ketika lampu merah sedang hidup sebagai bentuk peringatan agar pengemudi mematuhi rambu lalu lintas yang ada untuk alasan keamanannya sendiri dan juga pengemudi lainnya. (Suryadi, 2009).

Permasalahan serta solusi yang disebutkan di atas digolongkan dalam penegakan kedisiplinan dengan kondisi pengemudi sudah melanggar hukum yang ada. Tujuan dari perancangan dan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kesadaran pengemudi atas keberadaan rambu lalu lintas terkhusus rambu larangan

parkir dengan membuat alat bantu yang berfungsi untuk mencegah pengendara melakukan pelanggaran hukum rambu lalu lintas.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sketsa Alat Bantu

Dalam proses pembuatan produk *engineering*, diperlukan sebuah sketsa awal yang akan memberikan gambaran dari produk yang akan dibuat. Sketsa tersebut dibuat untuk memberikan informasi yang berupa ide awal produk yang akan dibuat. Pada umumnya sketsa awal dari produk *engineering* akan digambar oleh *engineer* itu sendiri dalam bentuk gambaran kasar menggunakan pensil dan kertas gambar.

Kemampuan sketsa merupakan tahapan pertama dalam penuangan rancangan melalui pemikiran sebagai bahasa antar individu sehingga adanya sketsa tersebut tidak mewakili gambaran “yang sempurna” dan dapat berubah kapan saja dalam perkembangannya. (Nurcahyo, 2022).

2.2.2 CAD

Menurut (Ningsih, 2005) *Computer Aided Design (CAD)* merupakan alat bantu insinyur teknik, arsitek, profesional perancangan yang digunakan secara luas dalam bentuk perangkat otoritas utama geometri yang meliputi perangkat lunak dan perangkat keras.

Dalam penelitian dan perancangan ini, program-program yang ada pada CAD akan sangat dibutuhkan. Program-program itu adalah *stress analysis*, *dynamic simulation of mechanisms*, *motion study*, dan program lainnya. Memberikan informasi yang mendekati keadaan sebenarnya, merupakan fungsi dari program-program CAD tersebut.

2.2.3 Solidworks

Solidworks adalah perangkat lunak yang berfungsi sebagai alat bantu desain 3D dan beberapa simulasi yang memiliki hasil dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Perangkat lunak *Solidworks* pada awalnya dikembangkan oleh

Solidworks Corporation, namun sekarang kepemilikannya sudah diambil alih oleh *Dassault System*.

Pada dasarnya, perangkat lunak *Solidworks* memiliki tiga fungsi utama. Fungsi yang pertama adalah fungsi *part*, berfungsi untuk membuat *part* 3D itu sendiri dengan berbagai program yang akan diberikan di dalamnya. Fungsi kedua dari *Solidworks* adalah fungsi *assembly* yang berperan untuk menggabungkan kumpulan *part-part* yang dibutuhkan.

Fungsi *drawing* merupakan fungsi utama ketiga *Solidworks* yang berperan untuk mengubah *part* atau gabungan-gabungan part (*Assembly*) menjadi gambar 2D dengan memberikan informasi-informasi pendukung seperti dimensi, tampak komponen 3D dari beberapa bagian, dan informasi singkat tentang pembuat, tanggal dibuat, skala yang digunakan, dan informasi pendukung lainnya.

2.2.4 CAM

CAM atau *Computer-Aided Manufacturing* adalah perangkat lunak yang berfokus pada proses atau langkah pembuatan dari komponen 3D yang telah di desain di CAD (*Computer-Aided Design*). Perangkat lunak CAM merupakan jembatan antara CAD dengan proses pemesinan secara nyata, maupun hanya dalam simulasi pada perangkat lunak CAM tersebut. Proses pemakanan, pemilihan *toolpath*, persiapan atau *setup* segala proses terkait, demi menghasilkan *part* yang sesuai dengan desain yang sudah dikerjakan pada proses gambar CAD merupakan proses desain gambar CAM. (Harjono, 2022).

2.2.5 ArtCam

Penelitian dan perancangan ini membutuhkan simulasi dalam proses pemesinan guna mengetahui beberapa parameter-parameter penting dari produk yang sedang dibuat. Berfungsi untuk menciptakan desain 3D yang berbasis artistik, *ArtCAM* merupakan salah satu perangkat lunak dari CAM yang dikeluarkan oleh Delcam, Inc.

Memberikan hasil gambaran yang signifikan dari produk yang akan melewati proses pemesinan dalam simulasinya, *ArtCAM* juga dapat memberikan beberapa informasi penting dari simulasi tersebut. *G-Code*, penggunaan mata

pahat, pemilihan strategi pemahatan, serta segala informasi yang berhubungan dengan pemahatan menggunakan *G-Code* atau yang lebih dikenal dengan *Computer Numerical Control* (CNC) merupakan informasi-informasi penting tambahan yang akan diberikan oleh *ArtCAM* bagi penggunanya.

2.2.6 Arduino Mega



Gambar 2-1 Arduino Mega

Arduino mega (Gambar 2-1) merupakan salah satu papan mikrokontroler dari semua papan mikrokontroler yang Arduino miliki. Perbedaan yang tampak dengan mata secara signifikan adalah jumlah pin *input* dan *output* Arduino mega memberikan lebih banyak jumlah pin-pin tersebut dibandingkan dengan mikrokontroler Arduino yang lainnya. Perbedaan yang tidak tampak oleh mata secara langsung adalah Arduino mega memiliki memori yang lebih besar dibandingkan dengan papan mikrokontroler Arduino lainnya.

Secara lebih jelas, Arduino mega memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Mikrokontroler
 - *Chip*: Atmega2560.
 - *Arsitektur*: AVR, 8-bit.
2. Kapasitas memori
 - *Flash* memori: 256 KB.

- SRAM: 8 KB.
- 3. Pin *input/output*
 - Pin *digital I/O*: 54 pin. Dapat digunakan sebagai input atau output.
 - Pin *input analog*: 16 pin.
 - Pin *output PWM*: 15 pin.
- 4. Komunikasi
 - *Port serial*: 4 port UART serial 0 – 3.
 - SPI: 1 port.
 - I2C: 1 port.
- 5. Slot konektivitas
 - USB: Konektor USB *Type-B* sebagai pemrogram dan daya.
 - *Power*: 7-12V DC jika berasal dari daya *jack* eksternal dan 5V dari USB.
- 6. Catu daya
 - *Power jack*: 7-12V DC.
 - Pin *vin*: sebagai pemberi daya eksternal pada papan.
 - Pin 3.3V dan 5V: sebagai pin penerus daya pada komponen elektronik dari papan.
- 7. Ukuran
 - Dimensi: 101,6 x 53,3 mm.
 - Berat: ± 37 g.

Dengan adanya spesifikasi yang Arduino mega miliki seperti data di atas, dapat disimpulkan bahwa Arduino mega memiliki keunggulan dalam hal kapasitas pin, memori, dan *port serial* yang lebih banyak dibandingkan dengan papan mikrokontroler Arduino yang lainnya. Sehingga, hal tersebut membuat Arduino mega lebih diunggulkan untuk membuat proyek elektronik yang lebih kompleks dengan proyek elektronik yang membutuhkan lebih banyak pin koneksi dalam penggunaannya.

2.2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2-2 Sensor HC-SR04

Gambar 2-2 adalah sensor hc-sr04 yang merupakan sensor ultrasonik yang berfungsi memantulkan gelombang ultrasonik untuk mengetahui jarak objek padat yang ada di depannya.

Tabel 2-1 *Datasheet* Sensor HC-SR04

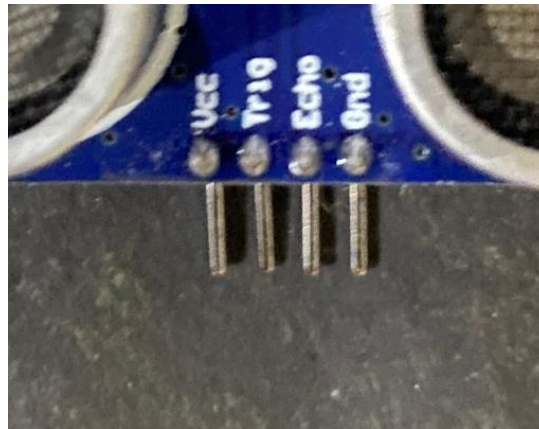
Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

Sumber datasheet hc-sr04

Dari tabel 2-1 sensor hc-sr04 memerlukan catu daya 5 V dan arus 15mA untuk membuatnya dapat bekerja. Kemampuan dalam mencari jarak dari sensor

hc-sr04 juga memiliki batasan, yakni dengan jarak minimal 2 cm dan jarak maksimum 4 m.

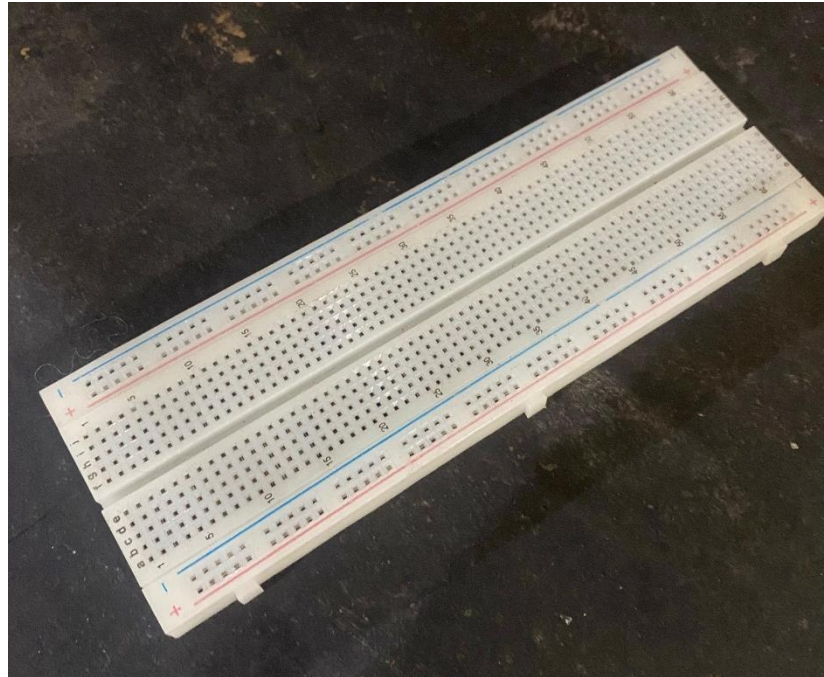


Gambar 2-3 Pin-pin Sensor HC-SR04

Bedasarkan gambar 2-3 sensor hc-sr04 memiliki empat pin untuk menjalankan fungsinya. Pin VCC adalah pin yang berfungsi sebagai input tegangan yang diperlukan sensor tersebut. Sementara pin GND merupakan pin *ground* atau 0 V berfungsi untuk menstabilkan atau menyamakan tegangan dari sensor hc-sr04 dengan komponen elektronik lainnya yang dihubungkan secara bersamaan dalam satu rangkaian. Sesuai dengan mekanisme kerja yang dimiliki sensor hc-sr04 yakni memantulkan gelombang ultrasonik, sensor hc-sr04 memerlukan dua pin untuk mengirimkan dan menerima sinyal dari pantulan gelombang tersebut. Pin TRIG merupakan pin yang berfungsi untuk menerima sinyal gelombang ultrasonik yang dikirimkan pada objek dan pin Echo sebagai pin yang berfungsi untuk menerima sinyal pantulan tersebut sampai pada akhirnya jarak objek dapat diketahui.

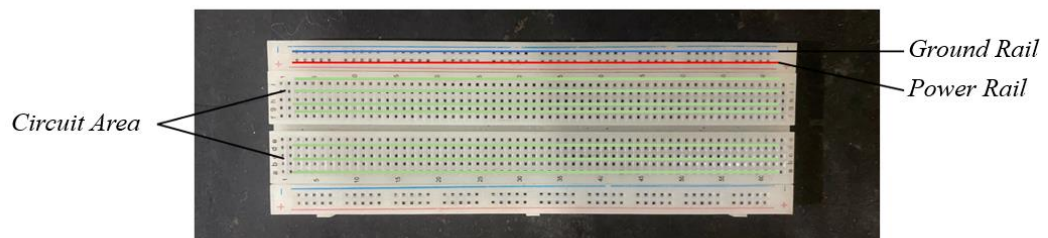
2.2.8 Breadboard

Papan sirkuit berbahan plastik yang memiliki baris dan kolom penghubung penghubung elektronik melalui kabel *jumper* yang berfungsi untuk merakit rangkain elektronik tanpa memerlukan proses *soldering* dapat disebut *breadboard* yang dapat dilihat pada gambar 2-4.



Gambar 2-4 *Breadboard*

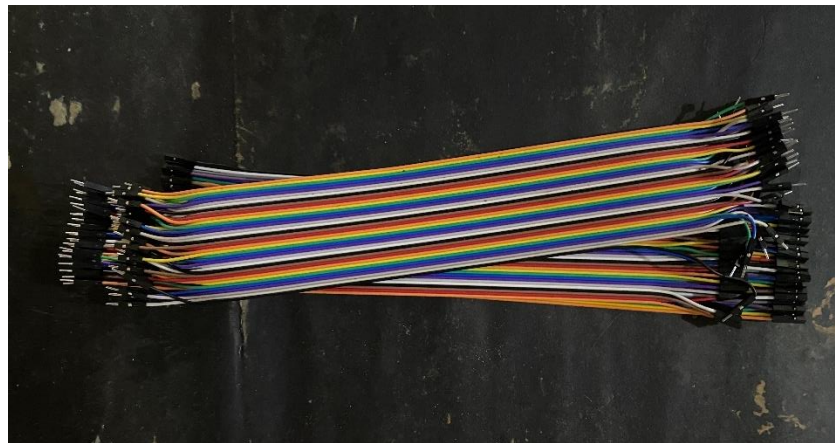
Breadboard pada terbagi menjadi satu baris yakni baris utama disisi kanan dan kiri *breadboard* tersebut yang berfungsi untuk meneruskan tegangan dari VCC dan GND secara horizontal di sepanjang *breadboard*. Sementara itu, kolom utama pada *breadboard* terhubung secara vertikal yang pada umumnya disetiap barisnya memiliki dua lubang yang akan terhubung secara bersamaan. Berikut diagram *breadboard* yang sebagaimana tertera pada gambar 2-5.



Gambar 2-5 Diagram Alur *Breadboard*

2.2.9 Kabel Jumper

Kabel *jumper* yang tertera pada gambar 2-6 adalah kabel yang berfungsi untuk menghubungkan komponen-komponen elektronik. Dengan demikian, kabel *jumper* dilengkapi dengan dua konektor di ujung-ujungnya yang dapat dihubungkan secara langsung pada komponen elektronik terkait dengan proses *soldering* atau melalui perantara *breadboard*.



Gambar 2-6 Macam-macam Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* memiliki tiga tipe yang berbeda. Yang pertama adalah kabel *jumper male ke male* (M-M). Ciri dari kabel *jumper* M-M adalah memiliki konektor *male* di kedua ujungnya. Yang kedua adalah tipe kabel *jumper female ke female* (F-F). Ciri dari kabel *jumper* tipe ini adalah memiliki konektor *female* di kedua ujung kabel *jumper* tersebut. Dan yang terakhir adalah tipe *male ke female* (M-F) dengan ciri memiliki satu konektor *male* dan satu konektor *female* di setiap ujungnya.

Setiap tipe kabel *jumper* memiliki fungsinya masing-masing seperti, tipe M-M berfungsi untuk menghubungkan pin perangkat elektronik ke pin *breadboard*. Tipe F-F berfungsi untuk menghubungkan pin dengan *header female* baik pada *breadboard* atau komponen elektronik lainnya. Dan tipe M-F berfungsi untuk menghubungkan pin perangkat elektronik atau pada *breadboard* dengan *header female* atau sebaliknya.

2.2.10 Stepper Motor NEMA17 17HS4401

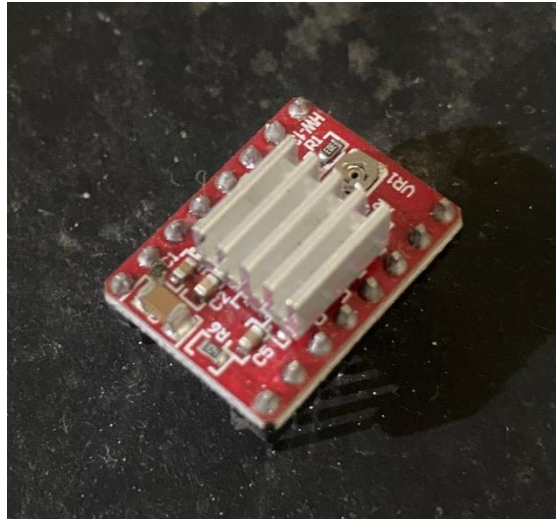


Gambar 2-7 NEMA17 17HS4401

NEMA17 17hs4401 (Gambar 2-7) merupakan *stepper motor* memiliki fungsi yakni menghasilkan jumlah langkah yang sama dengan pembagian satu putaran penuh motor listrik tersebut. Penamaan NEMA17 tipe 17hs4401 mengacu pada kode model NEMA17 pada bagian 17hs dan spesifikasi seperti torsi dan arus pada bagian 4401.

NEMA17 tipe 17hs4401 memiliki torsi 44 N.cm atau 0.44 N.m, serta memerlukan tegangan 12V-24V dan arus 1,7 A per fase. Langkah per putaran yang dihasilkan NEMA17 17hs4401 adalah 200 langkah per putaran penuh (1,8 per langkah). NEMA17 17hs5501 memiliki ukuran 43,5 x 43,5 mm dan memiliki empat kabel yang menghubungkannya pada dua kumparan pada NEMA17 17hs4401. Penghubungan empat kabel tersebut adalah kabel satu dan dua dihubungkan pada kumparan A dan kabel tiga dan empat dihubungkan pada kumparan B.

2.2.11 Driver A4988



Gambar 2-8 Driver A4988

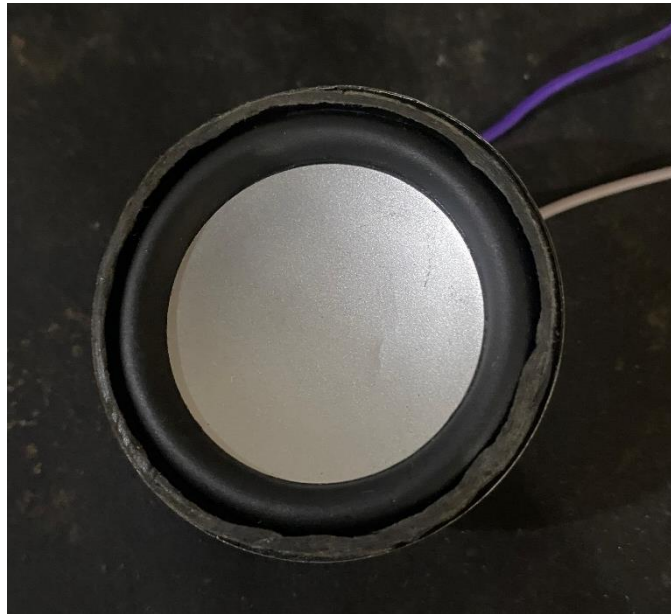
Gambar 2-8 adalah gambar *driver* A4988 yang merupakan *driver* motor *stepper* yang biasa digunakan dalam proyek elektronik. Pemanfaatannya sering digunakan seiring dengan kemampuannya untuk memberikan kontrol yang presisi dan fleksibel dalam menggerakkan motor. *Driver* A4988 dapat beroperasi dengan rentang tegangan 8V hingga 35V DC dan arus 2A per fase dan 1A per fase jika pendinginan tidak memadai. Pengaturan arus pada *driver* A988 dapat diatur dengan menggunakan potensiometer yang ada pada badan *driver* tersebut.

Driver A4988 memiliki sepuluh pin output yaitu:

1. VDD: Pin untuk tegangan(biasanya 5V).
2. GND: Pin untuk *ground* atau 0V.
3. VMOT: Pin untuk tegangan motor (8V hingga 35V).
4. GND motor: Pin untuk *ground* motor.
5. STEP: Pin untuk memberikan sinyal *pulse* atau langkah.
6. DIR: Pin untuk menentukan arah putaran motor. Biasanya diberikan sinyal *HIGH* atau *LOW*.
7. ENABLE: Pin untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *driver*.
8. MS1-3: Pin untuk mengatur *microstep* motor.
9. RESET: Pin untuk mereset kerja *driver*.

10. SLEEP: Pin untuk menempatkan *driver* agar masuk pada mode tidur guna menghemat daya.

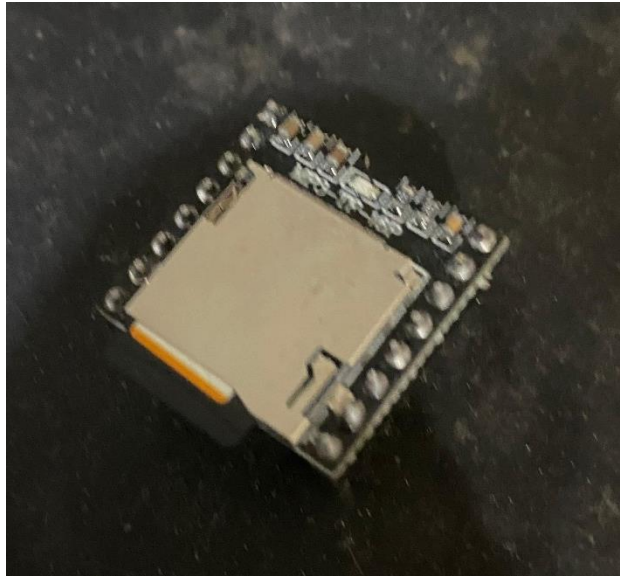
2.2.12 Mini Speaker 8 ohm 3W



Gambar 2-9 *Mini Speaker* 8 ohm 3W

Mini speaker 8 ohm 3W sesuai dengan gambar 2-9 adalah *speaker* dengan ukuran kecil yakni dengan diameter 1 – 3 inci dan membutuhkan impedansi 8 ohm serta daya maksimum 3W untuk mengoperasikannya. Impedansi 8 ohm pada *mini speaker* dirancang agar dapat bekerja dengan *amplifier* yang memiliki *output* 8 ohm pula. Sementara itu, *mini speaker* memiliki frekuensi respon 100 Hz – 20 kHz.

2.2.13 Driver DFMini Player



Gambar 2-10 Driver DFMini Player

Gambar 2-10 merupakan *driver DFPlayerMini* atau modul mp3 yang berfungsi untuk memutar audio dalam file mp3 dan WAV melalui *mini speaker*. *Driver* ini dapat memutar audio dari *microSD* dengan kapasitas maksimal 32GB. Untuk mengoperasikannya, *driver* ini membutuhkan *power supply* tegangan operasi 3,2 – 5V DC atau menggunakan catu daya eksternal yang dihubungkan secara langsung ke *output 5V* apabila dioperasikan menggunakan mikrokontroler.

Driver DFPlayer Mini memiliki delapan pin *output* yang memiliki fungsi yang berbeda-beda di setiap pinnya. Pin-pin tersebut adalah:

1. VCC: Pin untuk tegangan catu daya 3,2 – 5V.
2. GND: Pin untuk *ground* atau 0V.
3. TX: Pin untuk sinyal keluarannya serial atau data dari *DFPlayer*.
4. RX: Pin untuk sinyal masuknya atau data ke *DFPlayer*.
5. SPK_+: Pin positif untuk *output* dari *speaker*.
6. SPK_-: Pin negatif untuk *ouput* dari *speaker*.
7. KEY: Pin untuk mengatur *playback* dengan menggunakan sinyal *HIGH/LOW*.
8. IO1-2: Pin untuk mengontrol GPIO yang memungkinkan untuk dapat memutar file audio tertentu dengan menekan pin.

2.2.14 Besi Ulir



Gambar 2-11 Besi Ulir

Besi ulir (Gambar 2-11) merupakan modifikasi komponen logam berbentuk batang yang dikelilingi ulir pada permukaannya. Ulir yang ada pada permukaan batang besi berfungsi sebagai penggerak mekanisme mesin, dalam hal ini besi ulir berfungsi untuk menggerakkan penampang atau pengunci *flare* yang mengatur gerak translasi *flare*. Secara konkrit, besi ulir berfungsi untuk mengubah gerak rotasi menjadi translasi beban yang ada padanya.

Selain itu, besi ulir biasanya terbuat dari baja dan digunakan dalam aplikasi yang lainnya, seperti pengikat (*bolt*), penopang (*reinforcement bar*) seperti pada penggunaan alat ini, dan struktur-struktur lainnya. Secara konkrit, besi ulir memiliki fungsi untuk meningkatkan kekuatan sambungan dan memberikan daya dukung lebih baik pada suatu struktur, serta mencegah adanya pelonggaran pada sambungan akibat getaran atau beban.

Penggunaan besi ulir dalam mekanisme alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir, secara langsung memiliki hubungan dengan RPM motor. Hal tersebut karena besi ulir memiliki *pitch* yang mempengaruhi seberapa jauh

motor dapat bergerak untuk setiap langkah yang dihasilkannya. Jika *motor stepper* terhubung pada besi ulir, jarak yang ditempuh (d) per langkah dapat dihitung dengan rumus:

$$d = \text{pitch} \div \text{Jumlah langkah per revolusi} \quad (2.1)$$

Dengan d adalah jarak yang ditempuh per langkahnya.

Dengan mengetahui jarak yang ditempuh per langkahnya, maka dengan adanya RPM motor dan jarak tersebut, kecepatan linier dari mekanisme alat yang menggunakan *motor stepper* dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kecepatan linier} = \text{RPM} \times d \quad (2.2)$$

Keterangan:

1. RPM adalah jumlah revolusi motor dalam satu menit,
2. d adalah jarak yang ditempuh per langkah.

2.2.15 Bracket Stepper Motor NEMA17 17HS4401



Gambar 2-12 *Bracket Stepper Motor NEMA17 17HS4401*

Komponen mekanik pada gambar 2-12 adalah *bracket* NEMA17 17hs4401, berfungsi untuk memasang atau menghubungkan motor *stepper* pada bingkai atau struktur rangkaian elektronik. *Bracket* ini juga berfungsi untuk memastikan NEMA17 17hs4401 untuk terpasangan dengan aman dan stabil sehingga penggunaan NEMA17 17hs4401 dapat berjalan sesuai tujuan penggunaannya dengan maksimal.

2.2.16 Penampang Penampang Pengunci *Flare*



Gambar 2-13 Penampang Penampang Pengunci *Flare*

Gambar 2-13 atau penampang dari penampang pengunci *flare* merupakan bagian yang terhubung secara langsung pada besi ulir. Bagian ini berfungsi untuk menahan beban penampang pengunci *flare* dan *flare* itu sendiri, agar tetap bergerak secara translasi melalui gerak rotasi besi ulir melalui tenaga yang diberikan oleh NEMA17 17hs4401.

2.2.17 *Bearing* Penampang Besi Ulir



Gambar 2-14 *Bearing* Penampang Besi Ulir

Gambar 2-14 merupakan *bearing* penampang besi ulir yang sesuai dengan namanya berfungsi untuk menahan beban dari besi ulir. Selain itu, adanya *bearing* pada penampang ini juga berfungsi untuk mendukung gerak rotasi besi ulir yang diteruskan melalui NEMA17 17hs4401.

2.2.18 Kopling NEMA17 17HS4401 dan Besi Ulir



Gambar 2-15 *Coupling Shaft*

Kopling (Gambar 2-15) merupakan objek mekanik yang berfungsi untuk menghubungkan dua komponen dalam poros yang sama. Dalam perancangan ini, kopling berfungsi sebagai penghubung tenaga yang berada pada dua poros yang sama atau sebagai transmisor tenaga dari NEMA17 17hs4401 ke besi ulir yang pada akhirnya dapat menggerakkan komponen penampang atau pengunci *flare*. Selain fungsi utama tersebut, kopling juga berfungsi untuk mengatur posisi besi ulir agar tetap pada posisi linear dengan NEMA17 17hs4401.

2.2.19 *Red Hand Flare DNS*



Gambar 2-16 *Red Hand Flare DNS*

Pada dasarnya, *Red Hand Flare* (Gambar 2-16) berfungsi sebagai suar tangan yang digunakan untuk memberikan sinyal atau peringatan darurat. *Red hand flare* dalam penggunaannya dapat mengeluarkan suar berwarna merah dan asap dengan cara menarik *ring* pelatuk yang ada padanya. Maka dari itu, dengan adanya asap yang dihasilkan dari *red hand flare*, penulis memanfaatkannya sebagai salah satu bentuk peringatan yang diharapkan dapat meningkatkan perhatian pengendara akan asap yang ada disekitar kendaraannya sampai pada akhirnya pelanggar memindahkan mobilnya dari tempat ia memarkirkannya.

2.2.20 Cat Semprot *Rubber*



Gambar 2-17 Plasti DIP Cat Semprot *Rubber*

Penggunaan cat semprot *rubber* (Gambar 2-17) sesuai dengan konsep alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir adalah peringatan ketiga dalam perancangan alat ini. Cat semprot *rubber* memiliki karakteristik dapat mengubah cairan menjadi lapisan cat yang elastis seperti karet dan tahan lama. Bentuk peringatan menggunakan cat semprot *rubber* penulis gunakan karena hasil semprot yang ada mudah untuk dibersihkan dan tetap tahan lama apabila tidak dibersihkan tanpa merusak *body* kendaraan yang melanggar rambu dilarang parkir.

2.2.21 RPM Motor

RPM (*Revolutions Per Minute*) merupakan satuan yang digunakan dalam pengukuran kecepatan rotasi suatu mesin atau motor dalam satu menit. Contoh sederhananya adalah motor yang memiliki spesifikasi dengan RPM maksimal 400 RPM berarti motor tersebut akan berputar sebanyak 400 kali dalam satu menit.

Sementara itu, RPM yang berhubungan dengan *pitch* besi ulir, torsi, dan jumlah *step motor stepper*, memiliki rumus dasar sebagai berikut:

$$RPM = \frac{\text{Jumlah langkah per revolusi}}{\text{Waktu (dalam menit)}} \quad (2.3)$$

Steps per revolution adalah jumlah langkah yang diperlukan oleh sebuah *stepper motor* untuk berputar 360° atau satu putaran penuh.

2.2.22 Torsi

Dalam konteks sebuah *motor stepper*, torsi akan menampilkan kemampuan motor untuk menggerakkan beban. Dengan demikian, torsi adalah ukuran kekuatan yang menyebabkan suatu objek dapat berputar pada sumbu tertentu. Torsi dapat dihitung dengan rumus:

$$T = F \times r \quad (2.4)$$

Dengan penjelasan sebagai berikut:

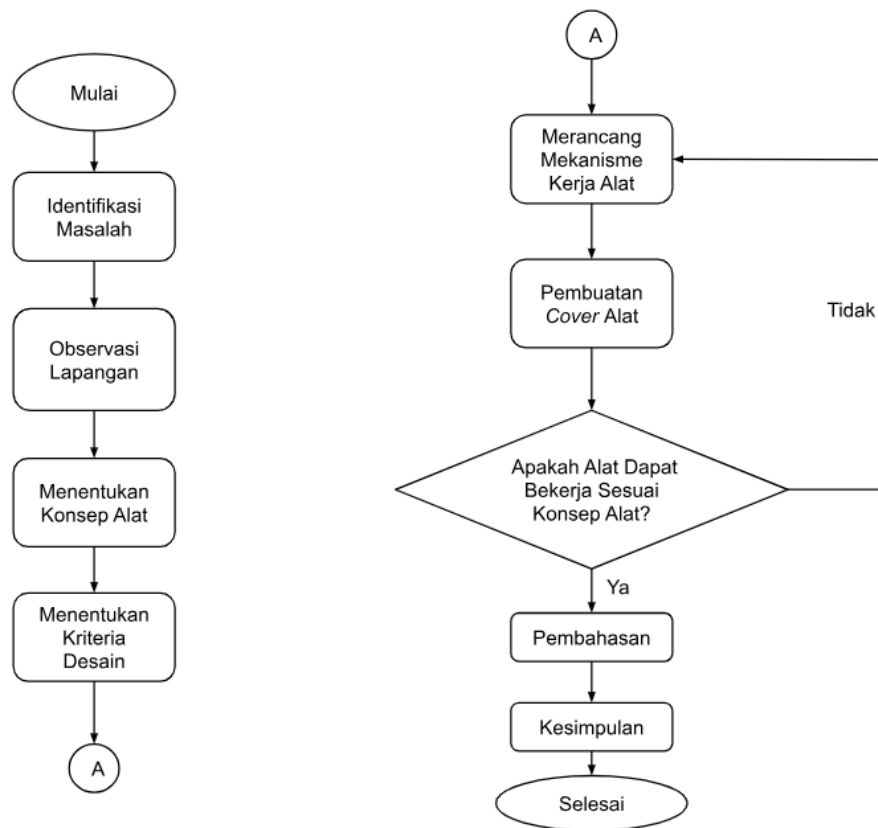
1. T adalah torsi (dalam Nm),
2. F adalah gaya yang diaplikasikan (dalam m),
3. r adalah jarak dari titik *pivot* ke titik penerapan gaya (dalam m).

Maka dari itu, torsi merupakan produk dari gaya dan jarak dari sumbu rotasi. Semakin besar gaya atau semakin jauh jarak penerapan gaya dari sumbu, semakin besar torsi yang akan dihasilkan. Sementara itu, torsi juga memiliki hubungan yang terbalik dengan RPM motor. Torsi motor sering kali akan berkurang apabila RPM motor meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, torsi maksimum sebuah motor biasanya dapat dicapai dengan menggunakan RPM motor yang cenderung rendah.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Berikut adalah Alur Penelitian pada penelitian Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu Penegak Kedisiplinan Rambu Larangan Parkir:



Gambar 3-1 Alur Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

3.2.1 Alat

Pada perancangan dan penelitian ini, alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut sesuai pada tabel 3-1.

Tabel 3-1 Alat

No	Alat	Fungsi
1	Laptop	Membuat 3d desain dan kode perintah kerja Alat Bantu
2	Jangka sorong 0,02 mm	Mengukur barang-barang dengan dimensi <i>fix</i> yang digunakan pada Alat Bantu
3	Gerinda	Memotong material sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan
4	Las elektroda	Menggabungkan dua atau lebih material logam sesuai bentuk yang dibutuhkan
5	3D <i>printing</i>	Mencetak produk 3D <i>printing</i> sesuai dengan <i>g-code</i> yang diberikan
6	Meteran	Mengukur jarak atau panjang

3.2.2 Bahan

Berikut bahan yang digunakan tertera pada tabel 3-2.

Tabel 3-2 Bahan

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Cat semprot <i>rubber</i>	Mengeluarkan cairan berbahan kimia yang hasilnya berupa karet
2	<i>Flare</i>	Mengeluarkan asap hasil dari bahan kimia di dalamnya
3	Alumunium 50 mm x 80 mm x 100 mm	Sebagai penampang <i>flare</i> dan penerus
4	Filamen	Sebagai bahan untuk mencetak produk 3d <i>print</i>

No	Nama Bahan	Fungsi
5	Kawat tembaga	Menghubungkan dua komponen elektronik atau lebih untuk meneruskan tegangan dan arus komponen-komponen tersebut dengan cara dilelehkan
6	Galvanis as 2 x 2 cm ketebalan 0.2 mm	Membuat rangka alat sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan
7	Plat galvanis ketebalan 0.2 mm	Menutupi atau sebagai <i>cover</i> alat sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan
8	Elektroda	Media penghubung dua logam atau lebih dengan menggunakan las elektroda
9	Mata gerinda	Sebagai mata potong mesin gerinda untuk mendapatkan dimensi alat yang dibutuhkan

3.3 Kriteria Perancangan

Pada perancangan alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir, perancangan mekanisme alat akan disesuaikan dengan konsep alat yang sudah ditentukan. Konsep alat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Peringatan pertama berupa suara.
2. Peringatan kedua berupa efek asap.
3. Peringatan ketiga berupa penyemprotan pewarna sementara.

Dengan adanya konsep alat sebagaimana yang tertulis di atas, maka terdapat kriteria perancangan mekanisme alat yang harus terpenuhi guna mendapatkan hasil perancangan yang optimal. Kriteria-kriteria perancangan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Alat dapat beroperasi secara otomatis.
2. *Red Hand Flare DNS* sebagai media asap dapat bergerak maju dan mundur (translasi).

3. Torsi yang dihasilkan motor *stepper* NEMA17 17hs4401 dapat menarik pin *flare*.
4. Torsi yang dihasilkan motor *stepper* NEMA17 17hs4401 lainnya dapat menekan *nozzle* pewarna sementara (cat semprot *rubber*).
5. Sistem *wiring assembly* tidak mengganggu mekanisme kerja alat.

3.4 Observasi

Untuk melakukan proses pembuatan alat perancangan, terlebih dahulu dilakukan observasi. Hal ini guna mendapatkan informasi yang relevan, sehingga dapat digunakan sebagai data pendukung dalam proses pembuatan alat perancangan setelahnya.

3.5 3D Desain Alat Perancangan

3D desain alat perancangan akan dibuat berdasarkan kriteria perancangan, konsep alat, dan hasil data dari observasi yang telah dilakukan. Hal tersebut menimbang faktor keamanan kendaraan, pengendara, kondisi lingkungan terbuka, dan media yang akan digunakan sebagai bentuk peringatan alat.

3.6 Kriteria 3D Desain

Proses penentuan kriteria 3D desain didasarkan pada hasil-hasil observasi yang akan dilakukan guna menghasilkan kriteria-kriteria 3D yang sesuai dengan kriteria perancangan serta konsep alat perancangan.

3.7 Rencana Pembuatan Alat Perancangan

Setelah kriteria perancangan, konsep alat, hasil observasi, dan 3D desain alat sudah ditentukan dan didapatkan, maka akan dibuat rencana pembuatan alat perancangan tersebut yang disesuaikan dengan data-data yang sudah ada. Rencana pembuatan alat perancangan adalah sebagai berikut:

1. Membuat 3D desain alat perancangan beserta perangkat mekanisme kerja alat.
2. Membuat kode perintah Arduino IDE sesuai dengan konsep alat yang sudah ditentukan.

3. Membuat model sirkuit perangkat kendali.
4. Menyiapkan material dan media-media yang akan digunakan.
5. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
6. Melakukan perakitan perangkat kendali.
7. Melakukan proses manufaktur material.
8. Merangkai keseluruhan mekanisme kerja alat perancangan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Proses observasi guna mendapatkan informasi yang relevan, sehingga dapat digunakan sebagai data pendukung dalam proses pembuatan alat, dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur meteran pada aspek-aspek lingkungan disekitar rambu larangan parkir yang ada di perempatan FTI UII. Berikut adalah hasil observasi pada tabel 4-1 sampai dengan 4-3.

Tabel 4-1 Trotoar Perempatan FTI UII

No	Trotoar Perempatan FTI UII	Jarak
1	Lebar	1,6 – 1,8 m
2	Tinggi	0,2 m

Tabel 4-2 Marka Parkir Kampus UII Kaliurang

No	Marka Parkir Kampus UII Kaliurang	Jarak
1	Panjang	4,97 m
2	Lebar	2,32 m

Tabel 4-3 Rata-rata Jarak Mobil Parkir dengan Trotoar

No	Mobil Parkir	Jarak Mobil Parkir dengan Trotoar
1	Mobil 1	38 cm
2	Mobil 2	41 cm
3	Mobil 3	40 cm
4	Mobil 4	42 cm
5	Mobil 5	40 cm
	Rata-rata	40,2 cm

Selain melakukan observasi akan aspek-aspek lingkungan disekitar rambu larangan parkir, observasi juga dilakukan pada media-media yang akan digunakan, yaitu *Red Hand Flare DNS* dan *Cat Semprot Rubber* untuk mengetahui karakteristik dari kedua media tersebut. Hasil dari observasi kedua media tersebut adalah sebagaimana dalam tabel 4-4 sampai dengan 4-6.

Tabel 4-4 Kebutuhan Gaya dalam Penggunaan Media

No	Media	Gaya yang dibutuhkan untuk penggunaannya (N)
1	<i>Red Hand Flare DNS</i> (1,5 kg)	14,715 (tarik)
2	Cat semprot <i>Rubber</i> (5 kg)	49,05 (tekan)

Tabel 4-5 Percobaan Penggunaan *Red Hand Flare DNS*

No	Percobaan <i>Red Hand Flare DNS</i>	Jarak
1	Pancaran Api	16,5 cm
2	Bekas Pancaran	30 cm

Tabel 4-6 Percobaan Penggunaan Cat Semprot *Rubber*

No	Percobaan Cat Semprot <i>Rubber</i>	Jarak
1	Jangkauan Terjauh Semprotan	53 cm
2	Panjang Semprotan	8,15 cm
3	Lebar Semprotan	2,2 cm

4.2 Pembuatan Desain Alat Perancangan

Berdasarkan informasi-informasi yang telah didapatkan pada proses observasi, tahap selanjutnya adalah membuat desain dari alat perancangan. Akan tetapi, sebelum melakukan proses desain alat perancangan, terlebih dahulu dilakukan proses penentuan kriteria desain alat perancangan. Maka demikian, berdasarkan data dari proses observasi yang telah dilakukan, kriteria desain dan desain alat perancangan harus sudah dapat ditentukan pada tahap selanjutnya.

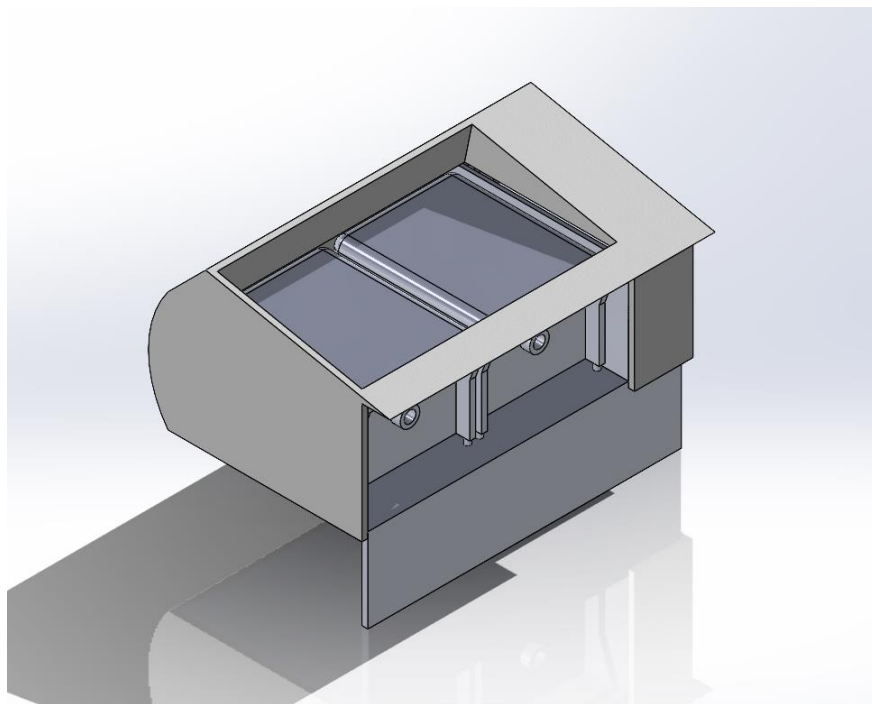
4.2.1 Kriteria Desain

Berikut adalah kriteria desain alat yang telah ditentukan berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan sebelumnya:

1. Bentuk alat harus mempertimbangkan kondisi ruangan atau lingkungan terbuka.
2. Material alat perancangan harus dapat menahan segala kondisi ruangan atau lingkungan terbuka
3. Desain alat harus memperhatikan faktor-faktor keamanan bagi pengendara maupun kendaraan pengendara tersebut.

4.2.2 Desain Alat Perancangan

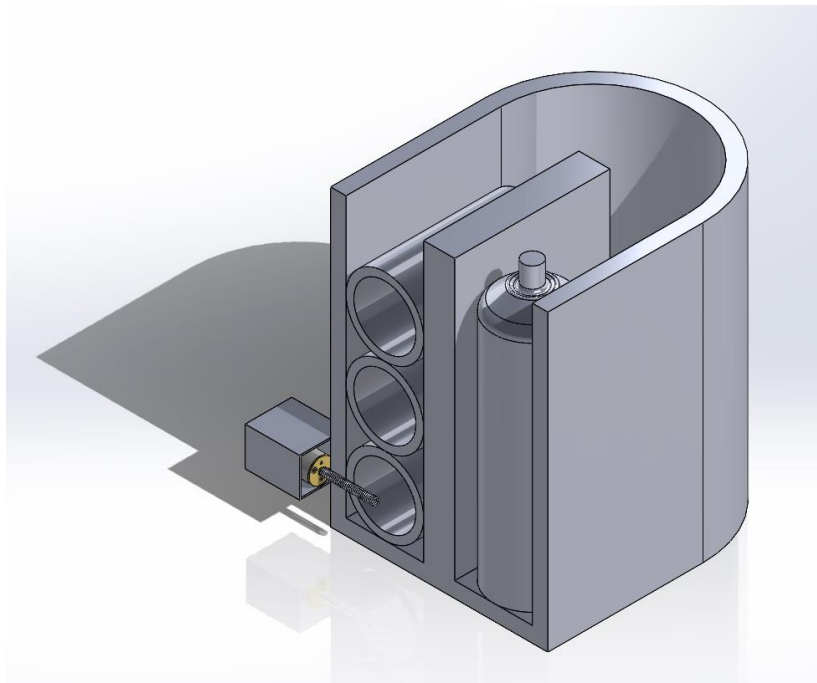
Didasarkan pada data observasi dan kriteria desain yang ada, proses pembuatan desain alat perancangan secara garis besar harus mempertimbangkan aspek keamanan pengendara maupun alat perancangan itu sendiri. Dengan demikian, gambar 4-1 merupakan desain pertama alat perancangan dengan segala pertimbangan yang ada.



Gambar 4-1 Desain Pertama Alat Perancangan

Desain pertama alat perancangan (Gambar 4-1) pada dasarnya dibuat untuk memberikan gambaran bagaimana bentuk alat dan bagaimana mekanisme kerja alat akan bekerja. Desain pertama alat memberikan gambaran bahwa bentuk atap alat perancangan merupakan aspek yang penting guna menahan segala objek yang dapat jatuh padanya. Selain itu, desain pertama secara garis besar juga memberikan informasi bahwa aspek penting utama dari desain alat perancangan ini adalah dapat mencakup keefektifan mekanisme kerja, mekanisme *wiring assembly*, dan keamanan alat perancangan.

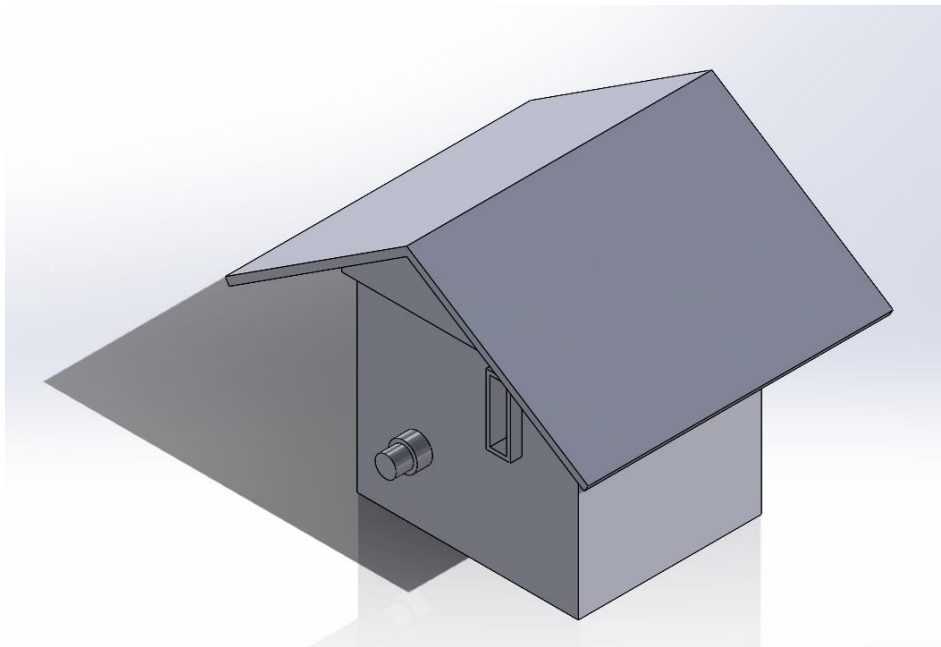
Sementara itu, desain pertama alat perancangan pada akhirnya tidak digunakan karena belum sesuai dengan kriteria perancangan walaupun sudah sesuai dengan konsep alat perancangan. Dalam lain hal, mengingat tempat peletakan alat perancangan nantinya akan berada pada trotoar perempatan FTI UII, desain pertama alat tergolong besar dan dapat mengganggu fungsi dasar dari trotoar yang ada.



Gambar 4-2 Desain Kedua Alat Perancangan

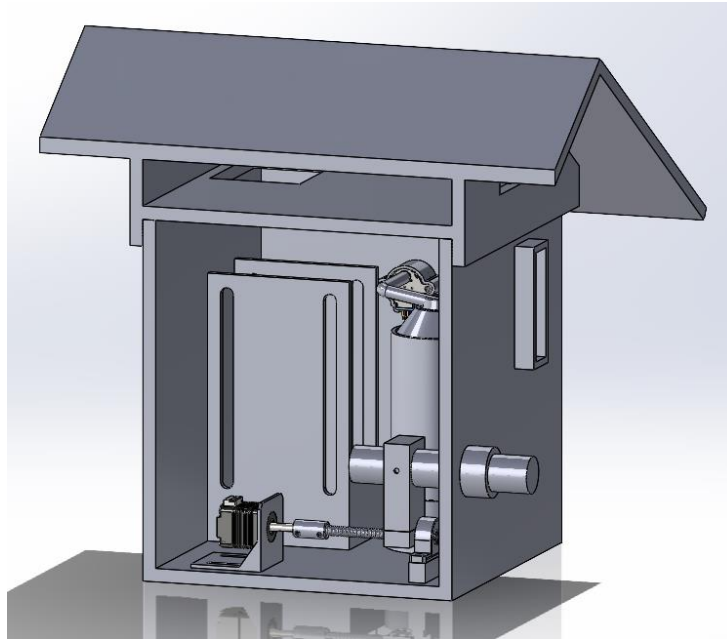
Gambar 4-2 adalah desain kedua alat perancangan. Desain kedua alat perancangan ini sudah sesuai dengan konsep alat perancangan dan beberapa

kriteria perancangan alat. Desain kedua alat perancangan belum dapat membuat *Red Hand Flare* dapat bergerak maju dan mundur (translasi). Desain kedua alat perancangan, juga masih menggunakan mekanisme yang kurang efektif dan membahayakan alat perancangan serta pengendara, karena sistem *reloading flare* yang akan dibuat secara otomatis, dapat membahayakan karena peletakannya yang terlalu berdekatan.



Gambar 4-3 Desain Ketiga Alat Perancangan

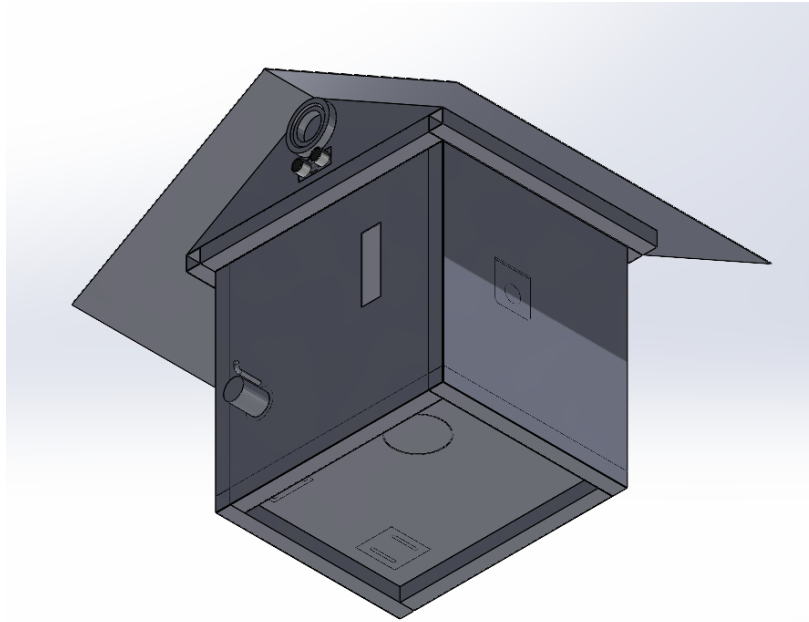
Gambar 4-3 yang merupakan desain ketiga alat perancangan, mulai berfokus pada mekanisme kerja alat serta keamanan yang harus ada untuk alat perancangan dan pengendara. Desain ketiga alat perancangan secara garis besar berbentuk rumah burung dara guna mengantisipasi segala bentuk objek yang akan jatuh padanya. Dengan memanfaatkan bentuk atap yang berbentuk segitiga, hal tersebut dapat mendorong agar apapun objek yang berada di atas alat dapat segera jatuh ke permukaan tanah tanpa harus menyangkut atau tertahan pada atap.



Gambar 4-4 Mekanisme Kerja Desain Ketiga Alat Perancangan

Mekanisme kerja desain ketiga alat perancangan (Gambar 4-4), menggunakan tiga aktuator, yang pertama adalah NEMA17 17hs4401 yang pemanfaatan torsinya digunakan untuk menarik pin *flare*, 28byj-48 sebagai aktuator kedua yang pemanfaatan torsinya digunakan untuk menekan cat semprot *rubber*, dan yang terakhir adalah *mini speaker* sebagai aktuator suara.

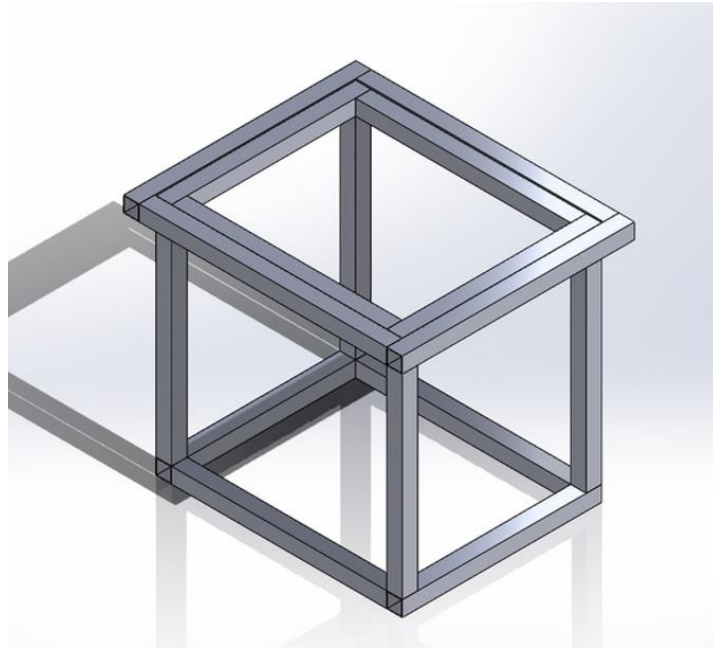
Secara keseluruhan, desain ketiga alat perancangan sudah memenuhi konsep alat dan kriteria perancangan. Akan tetapi, desain ketiga alat perancangan memiliki ketebalan *cover* atau dinding dengan ketebalan 1 cm. Ketebalan 1 cm untuk sebuah *cover*, tergolong boros dan tidak diperlukan dengan pertimbangan efisiensi biaya pembuatan alat perancangan.



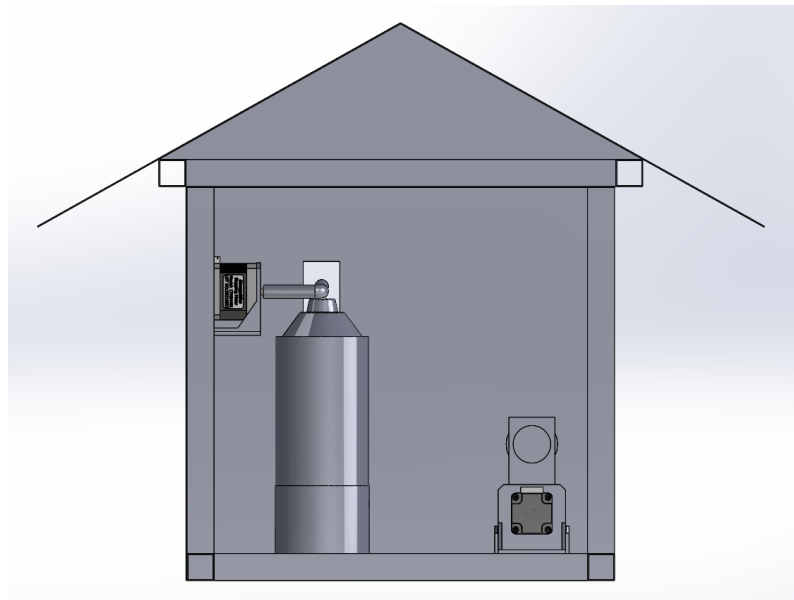
Gambar 4-5 Desain Keempat Alat Perancangan

Masih dengan mempertahankan bentuk rumah burung dara sebagai bentuk alat perancangan, desain keempat alat perancangan (Gambar 4-5) menawarkan solusi efisiensi serta masalah keborosan penggunaan material yang ada pada desain ketiga alat perancangan. Desain keempat alat perancangan secara garis besar menggunakan material galvanis dengan tipe as sebagai rangka alat, dan plat sebagai *cover* alat.

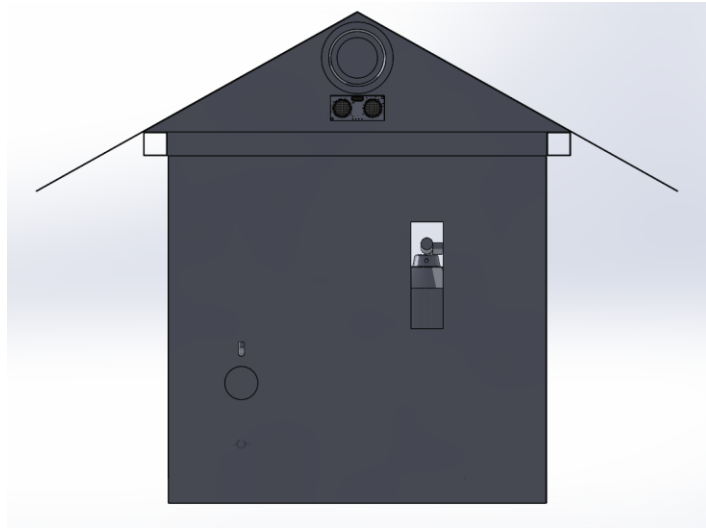
Galvanis as dengan ukuran 2 x 2 cm dan ketebalan 2 mm dimanfaatkan sebagai rangka alat perancangan pada desain keempat ini (Gambar 4-6). Plat galvanis dengan ketebalan 2 mm dimanfaatkan sebagai *cover* alat pada desain keempat alat perancangan. Selain kedua perbedaan di atas, pada desain keempat alat perancangan ini, juga mengganti *step motor* 28byj-48 yang sebelumnya digunakan pada desain ketiga menjadi NEMA17 17hs4401. Dengan demikian, kedua aktuator motor sampai dengan desain keempat, akan menggunakan dua buah *motor stepper* NEMA17 17hs4401 (Gambar 4-7). Di aktuator lainnya, *mini speaker* akan tetap digunakan sebagai sumber audio sesuai dengan konsep alat perancangan dengan peletakkan seperti pada gambar 4-8, dengan menimbang aspek keamanan mekanisme kerja sensor hc-sr04 dan *mini speaker* tersebut.



Gambar 4-6 Rangka Alat Desain Keempat Alat Perancangan



Gambar 4-7 Mekanisme Kerja Desain Keempat Alat Perancangan



Gambar 4-8 Peletakan Sensor HC-SR04 dan *Mini Speaker*

Pada akhirnya, dengan menimbang segala konsep alat dan kriteria perancangan yang sudah ditentukan sebelumnya, maka desain keempat alat perancangan akan dijadikan sebagai dasar desain dalam proses selanjutnya yakni proses pembuatan alat perancangan.

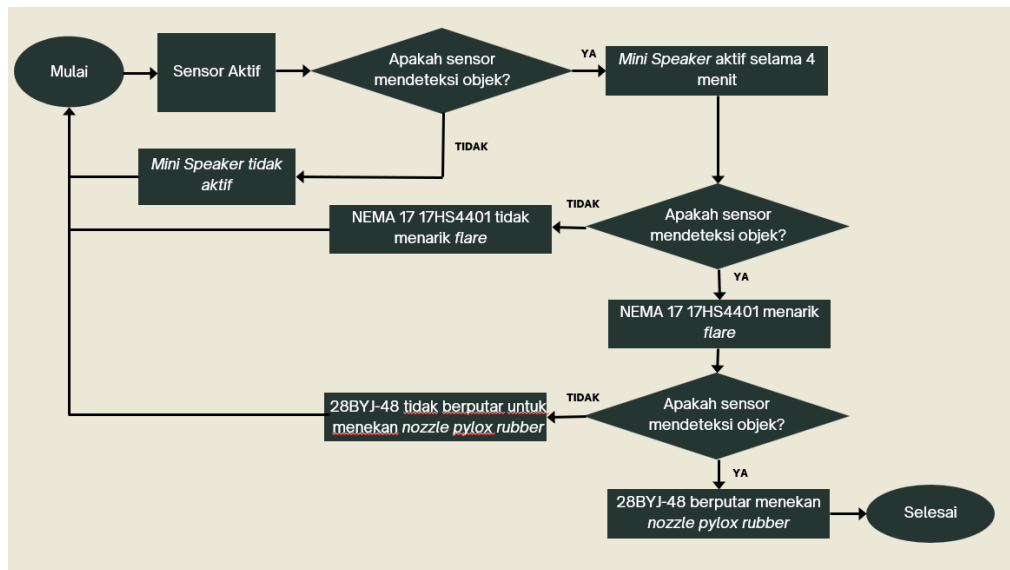
4.3 Pembuatan Alat Perancangan

Dengan telah dibuatnya opsi-opsi desain alat perancangan yang disesuaikan dengan kriteria desain serta hasil observasi yang ada, perancangan alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir memasuki tahap pembuatan alat perancangan. Dalam proses pembuatannya, tentunya akan dibagi menjadi beberapa tahapangan pembuatan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

4.3.1 Pembuatan Kode Perintah Arduino IDE

Pembuatan kode perintah arduino ide dilakukan untuk menjalankan kriteria perancangan agar alat dapat berjalan secara otomatis dalam pengoperasiannya. Dengan demikian, dibutuhkan kode perintah yang akan dikirim pada mikrokontroler yang pada tahapan selanjutnya, perintah akan dikirimkan pada seluruh aktuator-aktuator yang terhubung pada mikrokontroler tersebut. Dalam perancangan ini, mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega.

Berikut adalah *flowchart* kode perintah arduino ide (Gambar 4-9) yang akan dijadikan sebagai dasar pembuatan kode keseluruhan.



Gambar 4-9 *Flowchart* Kode Perintah Arduino IDE

Memanfaatkan kode perintah arduino ide yang serta komponen-komponen pendukung yang dapat dijalankan dengan memasukkan variabel waktu padanya, *flowchart* kode perintah ini akan dijadikan dasar pembuatan kode sebelum memasuki tahap pembuatan kode perintah yang sebenarnya.

Dengan adanya dasar kode perintah arduino ide dalam bentuk *flowchart*, tahap selanjutnya akan memasuki pada tahap pembuatan kode perintah yang sebenarnya. Kode perintah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pustaka (*Library*) yang diperlukan (Gambar 4-10)

```

1  #include <Stepper.h>
2  #include <SoftwareSerial.h>
3  #include <DFPlayerMini_Fast.h>

```

Gambar 4-10 Kode Perintah Pustaka

Gambar 4-10 merupakan informasi pustaka-pustaka yang digunakan dalam kode perintah alat perancangan. *Stepper.h* berfungsi untuk mengendalikan *stepper motor*. Sementara *SoftwareSerial.h* merupakan pustaka yang berfungsi

untuk menambahkan *port serial* untuk komunikasi dengan perangkat lain. Dan *DFPlayerMini_Fast.h* adalah pustaka yang berfungsi untuk mengendalikan *driver DFPlayer Mini* untuk memutar *file audio*.

2. Pendefinisian pin

```
6  const int trigPin = 9;
7  const int echoPin = 10;
8  const int speakerTxPin = 11;
9  const int speakerRxPin = 12;
10 const int nema17StepPin = 2;
11 const int nema17DirPin = 3;
12 const int byj48Pin1 = 4;
13 const int byj48Pin2 = 5;
14 const int byj48Pin3 = 6;
15 const int byj48Pin4 = 7;
```

Gambar 4-11 Kode Perintah Definisi Pin

Kode di atas (Gambar 4-11) berfungsi untuk menentukan pin *digital* pada arduino mega untuk berbagai komponen yang digunakan seperti sensor ultrasonik (HC-SR04), *DFPlayer Mini*, dan dua motor *stepper* (NEMA17 17hs4401 dan 28byj-48).

3. Pengaturan sensor dan jarak minimum objek

```
18 const int distanceThreshold = 7;
```

Gambar 4-12 Kode Perintah *Threshold* Objek

Kode tersebut (Gambar 4-12) berfungsi untuk mengatur jarak minimum atau ambang jarak (dalam cm) untuk memicu aksi ketika objek (mobil) terdeteksi oleh sensor sesuai dengan *flowchart* yang ada dan dapat dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas dari sensor.

4. Variabel Waktu

```
21 unsigned long speakerStartTime = 0;
22 unsigned long nema17StartTime = 0;
23 unsigned long byj48StartTime = 0;
24
25 bool speakerPlaying = false;
26 bool nema17Running = false;
27 bool byj48Running = false;
```

Gambar 4-13 Kode Perintah Variabel Waktu

Kode perintah di atas (Gambar 4-13) berfungsi untuk menyimpan waktu mulai untuk pengoperasian *DFPlayer Mini* dan *motor stepper*. Kode perintah *boolean* memiliki fungsi untuk memeriksa apakah komponen sedang aktif atau tidak.

5. Pengaturan *motor stepper*

```
30 const int nema17StepsPerRevolution = 200;
31 const int nema17SpeedRPM = 60;
32 const int byj48StepsPerRevolution = 2048;
33 const int byj48SpeedRPM = 10;
```

Gambar 4-14 Kode Perintah Pengaturan *Motor Stepper*

Kode perintah tersebut (Gambar 4-14) merupakan kode lanjutan yang berfungsi untuk menentukan jumlah langkah per revolusi dan kecepatan (RPM) untuk kedua *motor stepper* yang dalam pengoperasiannya dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan.

6. Objek Motor dan *Serial*

```
35 Stepper nema17Stepper(nema17StepsPerRevolution, nema17StepPin, nema17DirPin);
36 Stepper byj48Stepper(byj48StepsPerRevolution, byj48Pin1, byj48Pin2, byj48Pin3, byj48Pin4);
37 SoftwareSerial mySoftwareSerial(speakerRxPin, speakerTxPin);
38 DFPlayerMini Fast dfPlayer;
```

Gambar 4-15 Kode Perintah Motor dan *Serial*

Kode perintah (Gambar 4-15) yang berfungsi untuk membuat objek untuk kedua *motor stepper* dan untuk komunikasi *serial* dengan *DFPlayer Mini*.

7. Fungsi untuk mengukur jarak

```
41 long measureDistance();
```

Gambar 4-16 Kode Perintah Mengukur Jarak

Gambar 4-16 merupakan kode perintah yang berfungsi untuk mendeklarasikan fungsi yang akan digunakan untuk mengukur jarak dengan sensor ultrasonik.

8. Fungsi *setup*

```
41 long measureDistance();
42
43 void setup() {
44     Serial.begin(9600);
45     pinMode(trigPin, OUTPUT);
46     pinMode(echoPin, INPUT);
47
48     nema17Stepper.setSpeed(nema17SpeedRPM);
49     byj48Stepper.setSpeed(byj48SpeedRPM);
50
51
52     mySoftwareSerial.begin(9600);
53     if (!dfPlayer.begin(mySoftwareSerial)) {
54         Serial.println("DFPlayer Mini tidak ditemukan!");
55         while (true);
56     }
57     dfPlayer.volume(30);
58 }
```

Gambar 4-17 Kode Perintah Fungsi *Setup*

Fungsi di atas merupakan kode perintah (Gambar 4-17) yang mengatur komunikasi *serial*, menginisialisasi sensor ultrasonik dan *motor stepper*, serta memulai *DFPlayer Mini*. Selain itu, fungsi di atas juga memerintahkan untuk memeriksa apakah *DFPlayer* telah berhasil terhubung atau tidak.

9. Fungsi *loop*

```
60 void loop() {
61     long distance = measureDistance();
62     Serial.print("Distance: ");
63     Serial.println(distance);
64
65     if (distance <= distanceThreshold) {
66         if (!speakerPlaying) {
67             speakerStartTime = millis();
68             speakerPlaying = true;
69             dfPlayer.play(1);
70         }
71         if (speakerPlaying && millis() - speakerStartTime >= 10000) {
72             dfPlayer.stop();
73             speakerPlaying = false;
74             distance = measureDistance();
75             if (distance <= distanceThreshold && !nema17Running) {
76                 nema17StartTime = millis();
77                 nema17Running = true;
78                 while (millis() - nema17StartTime < 25000) {
79                     nema17Stepper.step(nema17StepsPerRevolution * (millis() - nema17StartTime) / 4000);
80                 }
81                 nema17Running = false;
82             }
83             distance = measureDistance();
84             if (distance <= distanceThreshold && !byj48Running) {
85                 byj48StartTime = millis();
86                 byj48Running = true;
87                 while (millis() - byj48StartTime < 6000) {
88                     byj48Stepper.step(byj48StepsPerRevolution / 4);
89                 }
90                 byj48Running = false;
```

Gambar 4-18 Kode Perintah Fungsi *Loop* Bagian 1

```
90         byj48Running = false;
91     }
92 }
93 } else {
94     dfPlayer.stop();
95     speakerPlaying = false;
96     nema17Running = false;
97     byj48Running = false;
98 }
99 }
```

Gambar 4-19 Kode Perintah Fungsi *Loop* Bagian 2

Gambar 4-18 sampai dengan 4-19 merupakan kode perintah fungsi *loop* yang berfungsi untuk mengukur jarak dan memeriksa apakah jarak tersebut kurang dari atau sama dengan ambang batas. Jika ya, maka *audio* akan berputar dan menggerakkan *motor stepper* sesuai dengan ketentuan. Dan jika tidak ada objek yang terdeteksi, semua perangkat akan dimatikan.

10. Fungsi Mengukur Jarak

```
102 long measureDistance() {
103     digitalWrite(trigPin, LOW);
104     delayMicroseconds(2);
105     digitalWrite(trigPin, HIGH);
106     delayMicroseconds(10);
107     digitalWrite(trigPin, LOW);
108     long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
109     long distance = (duration / 2) / 29.1;
110     return distance;
111 }
```

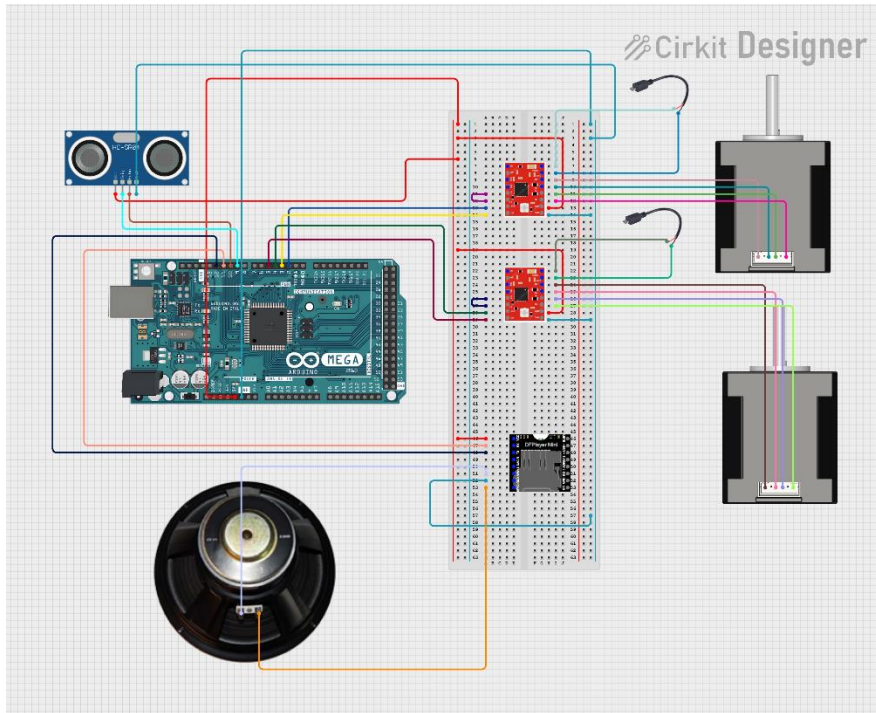
Gambar 4-20 Kode Perintah Fungsi Mengukur Jarak

Gambar 4-20 yang merupakan fungsi untuk mengukur jarak berfungsi sebagai fungsi yang menghitung jarak menggunakan sensor ultrasonik dengan mengirimkan pulsa dan mengukur durasi pantulannya. Dalam pengukuran ini, jarak diukur dalam cm berdasarkan durasi yang ada.

Seluruh rangkaian kode di atas dapat dimodifikasi untuk mendapatkan mekanisme kerja alat yang optimal sesuai dengan konsep alat tentang kinerja alat perancangan.

4.3.2 Membuat Model Sirkuit Perangkat Kendali

Sebelum menyiapkan keseluruhan bahan dalam perakitan perangkat kendali, terlebih dahulu dibuat model sirkuit yang berfungsi sebagai acuan dalam proses selanjutnya yaitu proses perakitan.

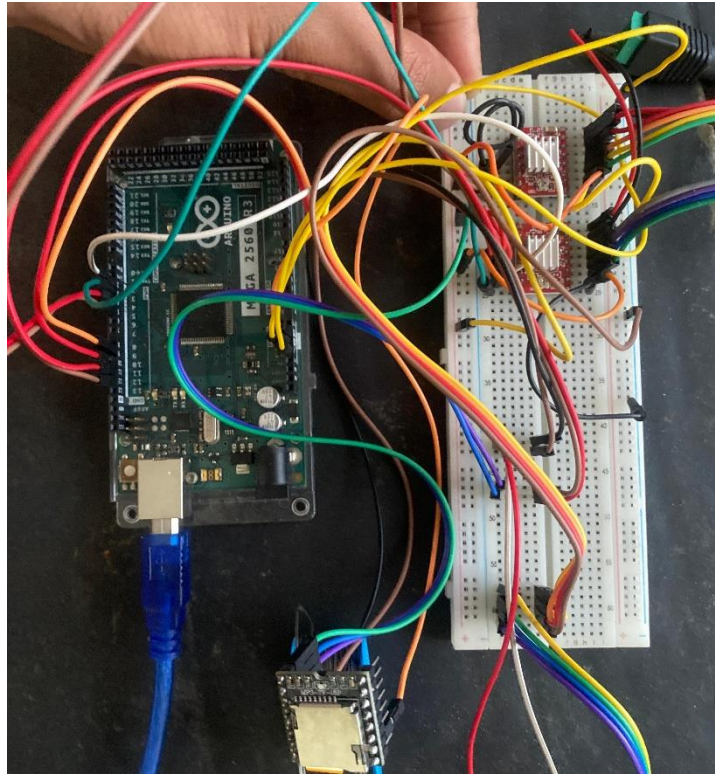


Gambar 4-21 Model Sirkuit Perangkat Kendali

Model sirkuit perangkat kendali di atas (Gambar 4-21), memberikan informasi dari dan akan kemana satu atau lebih sebuah pin akan dihubungkan. Sehingga, pada proses perakitan, model sirkuit perangkat kendali di atas dapat digunakan sebagai acuan. Selain itu, model sirkuit tersebut juga menampilkan komponen-komponen kendali apa yang akan dirakit nantinya, seperti mikrokontroler Arduino Mega, Sensor HC-SR04, dua buah *stepper motor* beserta *driver* A4988, dan *mini speaker* beserta *driver DFPlayer Mini* hingga breadboard untuk mendukung *wiring assembly* yang perlu dilakukan perangkaian padanya.

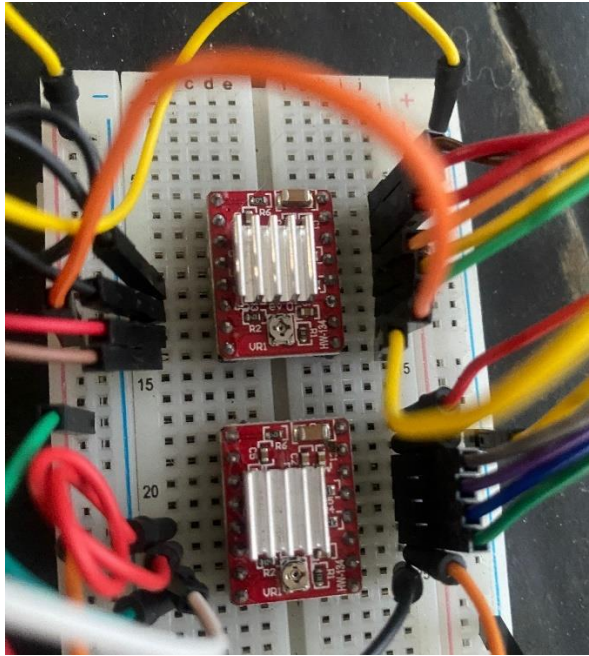
4.3.3 Perakitan Perangkat Kendali

Perakitan perangkat kendali (Gambar 4-22) dilakukan dengan menggunakan model sirkuit perangkat kendali sebagai acuannya. Peletakkan pin-pin harus disesuaikan dengan kode perintah yang telah dibuat dan untuk memodifikasi peletakkannya, maka diperlukan perubahan kode perintah pula.

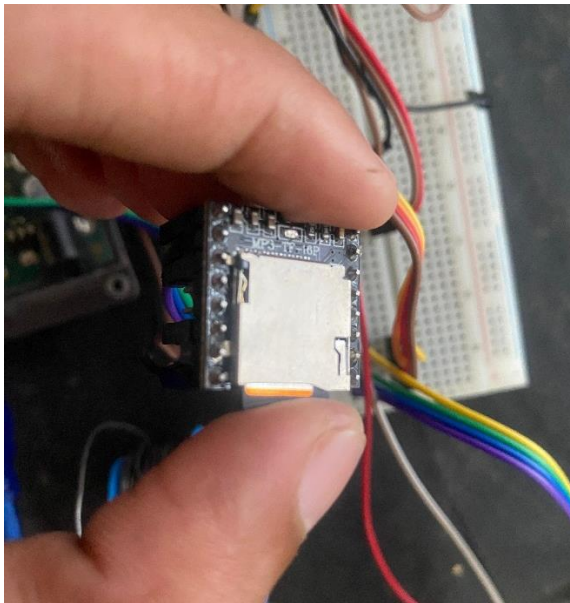


Gambar 4-22 Perakitan Keseluruhan Perangkat Kendali

Dengan model sirkuit sebagai acuan, terdapat tiga buah *driver* pada perakitan perangkat kendali ini. Dua buah *driver* A4988 untuk dua buah NEMA17 17hs4401 dan *DFPlayer Mini* untuk *driver Mini Speaker* seperti pada gambar 4-23 sampai dengan gambar 4-24.

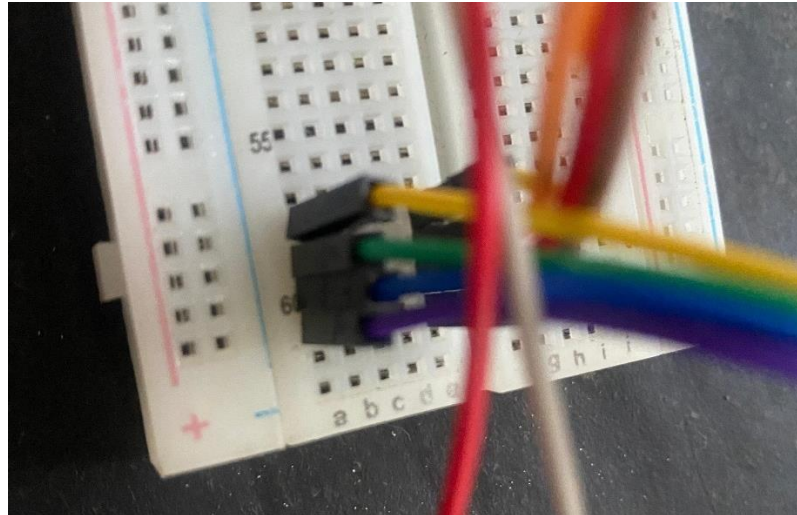


Gambar 4-23 Perakitan *Driver A4988*



Gambar 4-24 Perakitan *Driver DFPlayer Mini*

Selanjutnya, juga dilakukan perakitan pada sensor ultrasonik yang menjadi acuan dari urutan aksi-aksi yang akan terjadi pada keseluruhan rangkaianannya. Rangkaian pin-pin sensor hc-sr04 seperti pada gambar 4-25 dan gambar 4-26.

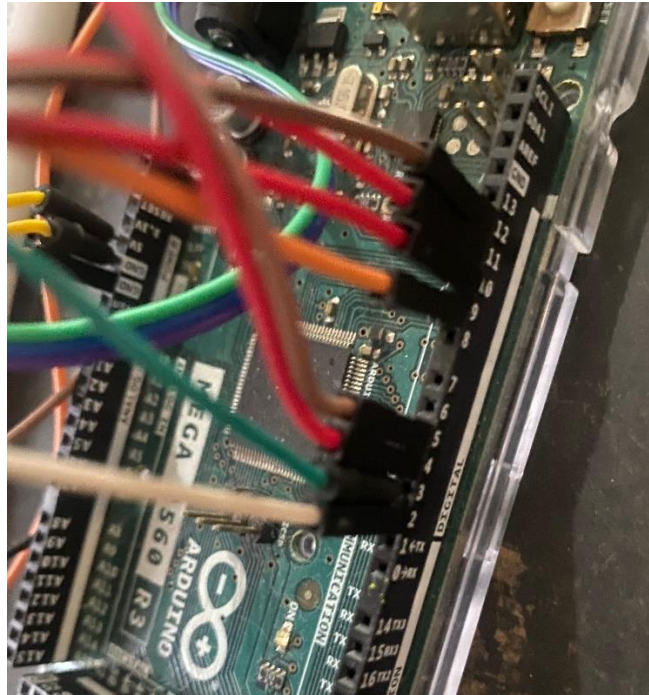


Gambar 4-25 Perakitan Sensor HC-SR04 Bagian 1



Gambar 4-26 Perakitan Sensor HC-SR04 Bagian 2

Selanjutnya keseluruhan rangkaian pin akan dihubungkan pada mikrokontroler Arduino Mega sesuai dengan kode perintahnya (Gambar 4-27).



Gambar 4-27 Perakitan Pin-pin pada Mikrokontroler

4.3.4 Proses Manufaktur

Setelah perangkat kendali selesai terakit, proses atau tahapan selanjutnya adalah melakukan proses manufaktur pada komponen-komponen yang membutuhkan proses manufaktur untuk mendapatkannya. Proses manufaktur pada pembuatan alat perancangan ini akan melibatkan beberapa tipe proses manufaktur seperti proses produksi, *CNC Machining*, dan *3Dprinting*.

1. Proses produksi

Proses produksi dilakukan pada proses pembuatan rangka dan *cover* alat perancangan. Hal ini disebabkan, bentuk alat yang seperti rumah burung dara membutuhkan rangka sebagai *support* kekuatan alat perancangan dan *cover* sebagai pelindung komponen-komponen mekanisme kerja alat yang berada di dalam alat. Proses produksi rangka dan *cover* alat dapat dilihat seperti pada gambar 4-28 sampai dengan 4-31.



Gambar 4-28 Proses Pemotongan Material Bagian 1



Gambar 4-29 Proses Pemotongan Material Bagian 2



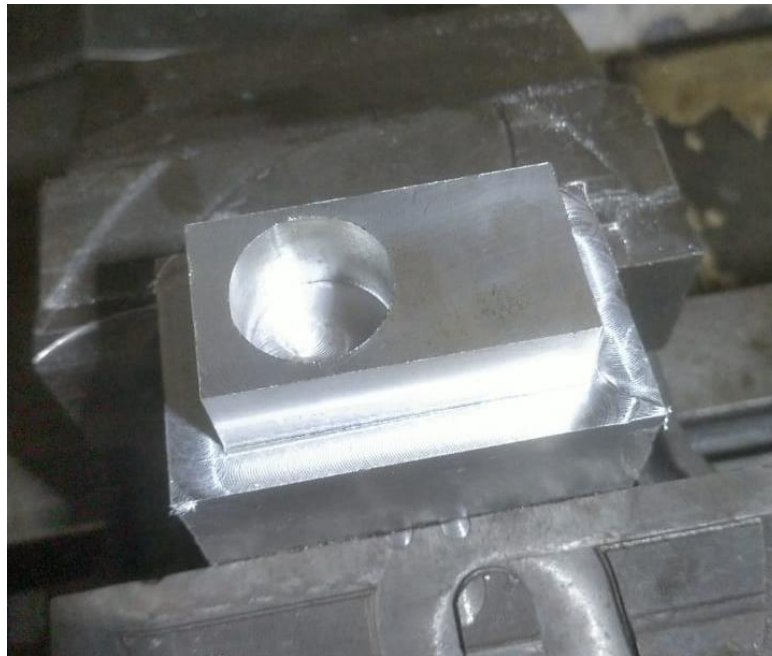
Gambar 4-30 Penggabungan Rangka dan Cover Dengan Las Elektroda



Gambar 4-31 Penyesuaian Bentuk Dengan Desain Alat

2. CNC Machining

Proses pemesinan CNC pada pembuatan alat perancangan ini dibutuhkan untuk membuat penampang sekaligus pengunci posisi dari *Red Hand Flare DNS* dengan menggunakan material aluminium. Mekanisme penampang *flare* terinspirasi dari mekanisme kerja *coupling shaft* yang menghubungkan *stepper motor* dan besi ulir. Berikut adalah proses pembuatan seperti pada gambar 4-32 dan hasil pemesinan seperti pada gambar 4-33 sampai dengan 4-34.



Gambar 4-32 Proses Pemesinan CNC Penampang *Flare*



Gambar 4-33 Hasil Pemesinan CNC Bagian 1

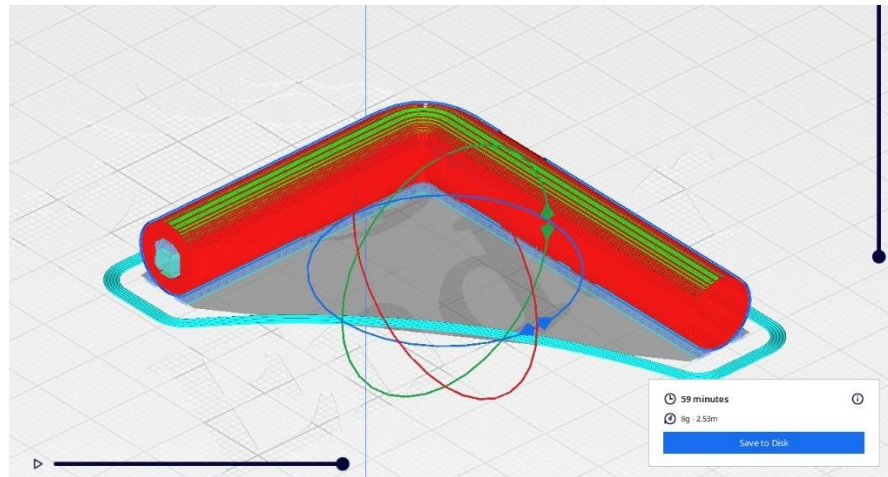


Gambar 4-34 Hasil Pemesinan CNC Bagian 2

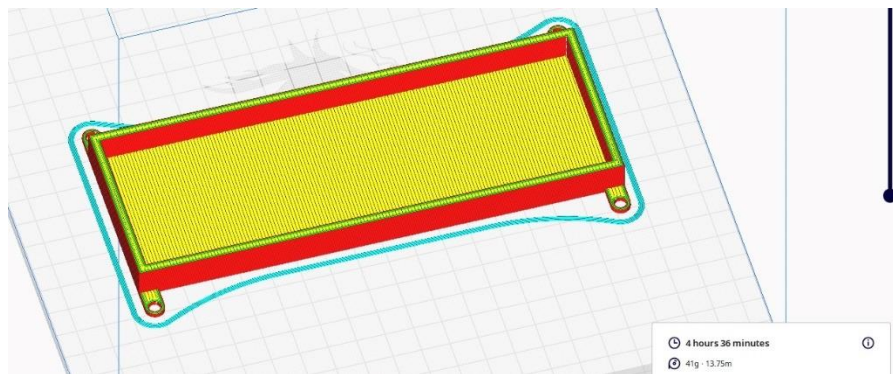
3. 3Dprinting

Selain proses produksi dan *CNC Machining*, pada alat perancangan ini juga terdapat komponen yang dapat terpenuhi dengan mengaplikasikan metode *3Dprinting* untuk membuatnya. Komponen-komponen tersebut adalah penampang

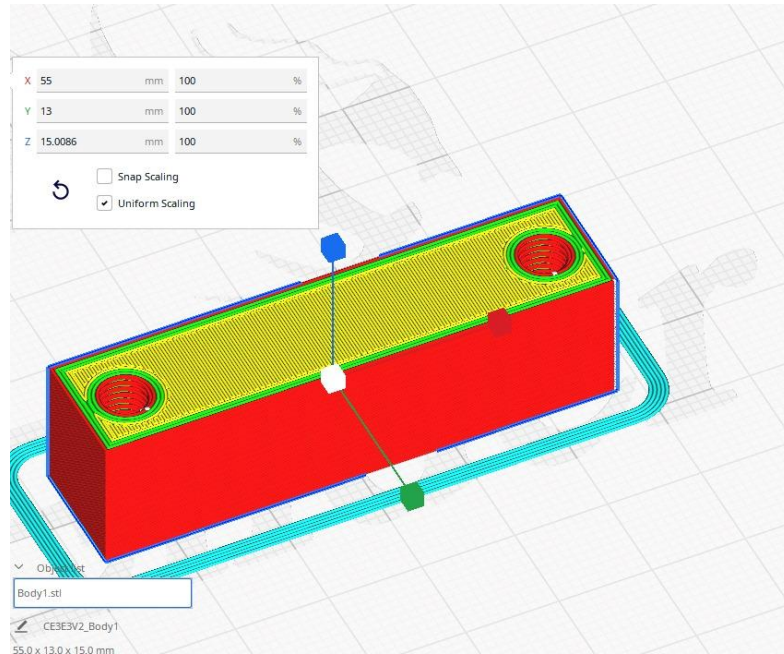
bearing dari besi ulir, L penerus gaya pada *nozzle* cat semprot *rubber*, dan penampang *breadboard* yang berfungsi untuk mempermudah peletakan *breadboard* pada alat nantinya. Proses 3D*printing* dapat dilihat pada gambar 4-35 sampai dengan 4-40.



Gambar 4-35 3D*printing* L Penerus Gaya *Nozzle* Cat Semprot *Rubber*



Gambar 4-36 Penampang *Breadboard*



Gambar 4-37 Penampang *Bearing* Besi Ulir



Gambar 4-38 Hasil 3Dprinting L Penerus Gaya *Nozzle* Cat Semprot *Rubber*



Gambar 4-39 Hasil 3Dprinting Penampang Breadboard



Gambar 4-40 Hasil 3Dprinting Penampang Besi Ulir

4.4 Perangkaian Mekanisme Kerja Alat Perancangan

Proses pembuatan alat perancangan telah sampai pada tahap perangkaian keseluruhan mekanisme kerja alat perancangan, baik mekanisme kerja utama maupun pendukung alat perancangan. Proses perangkaian atau perakitan alat

perancangan didasarkan pada desain alat yang telah ditentukan yakni desain keempat alat perancangan. Perangkaian mekanisme kerja alat perancangan dapat dilihat pada gambar 4-41 sampai dengan 4-45.



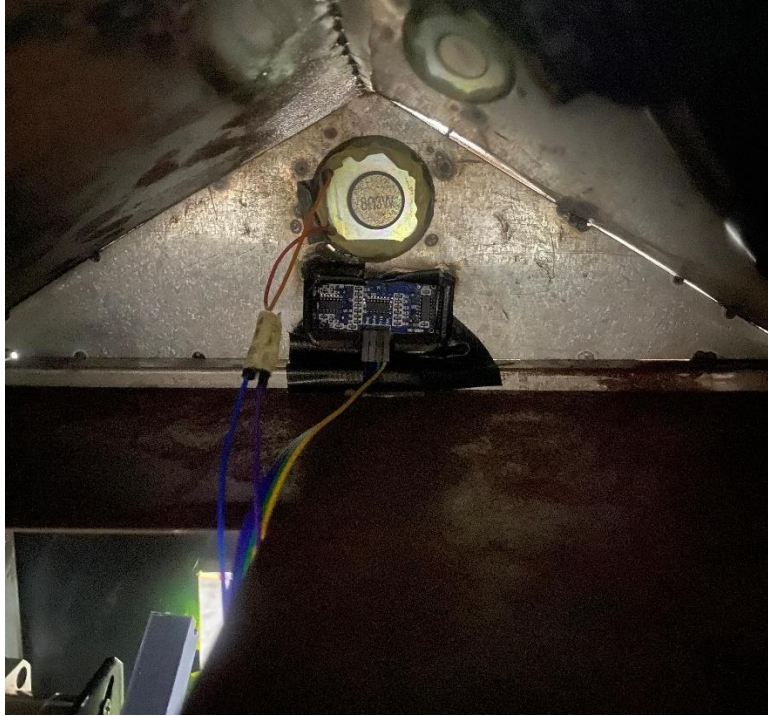
Gambar 4-41 Perangkaian Mekanisme Kerja Utama Bagian 1



Gambar 4-42 Perangkaian Mekanisme Kerja Utama Bagian 2



Gambar 4-43 Implementasi *Cover* Sebagai *Support* Alat Perancangan



Gambar 4-44 Perangkaian Sensor HC-SR04 dan *Mini Speaker*



Gambar 4-45 Perangkaian Mekanisme Penahan Pin *Flare*

4.5 Hasil Pengujian

Seluruh proses pembuatan alat perancangan telah selesai dilaksanakan. Dengan demikian, akan dilakukan pengujian alat perancangan untuk mengetahui kinerja alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir. Pengujian alat perancangan telah dilakukan sebanyak enam kali.

Pengujian yang dilakukan dapat dibedakan menjadi dua tahap pengujian, yaitu pengujian tahap pertama sebanyak tiga kali dengan mekanisme penyemprot cat semprot *rubber* menggunakan *step motor* 28byj-48 seperti pada tabel 4-7 dan pengujian tahap kedua sebanyak tiga kali dengan mekanisme penarik *flare* dan penyemprot cat semprot *rubber* menggunakan NEMA17 17hs4401 + *gearbox* 1:5 seperti pada tabel 4-8.

Tabel 4-7 Pengujian Tahap Pertama

No	Tanggal	Sensor HC-SR04		<i>Mini Speaker</i>		NEMA17 17HS4401		28BYJ-48	
		B	TB	B	TB	B	TB	B	TB
1	20 September 2024	✓			✓	✓			✓
2	23 September 2024	✓			✓	✓		✓	
3	30 September 2024	✓		✓		✓		✓	

Tabel 4-8 Pengujian Tahap Kedua

No	Tanggal	Sensor HC-SR04		<i>Mini Speaker</i>		NEMA17 17HS4401 I		NEMA17 17HS4401 II	
		B	TB	B	TB	B	TB	B	TB
1	3 Oktober 2024	✓		✓		✓		✓	
2	5 Oktober 2024	✓		✓		✓		✓	
3	10 Oktober 2024	✓		✓		✓		✓	

Dengan keterangan sebagai berikut:

1. B = Bekerja
2. TB = Tidak Bekerja

Dari data pada tabel 4-7 sampai dengan 4-8, menunjukkan progres yang signifikan dari segi bekerja atau tidak bekerjanya aktuator-aktuator alat perancangan. Sementara itu, berikut adalah kinerja alat perancangan seiring dengan progres aktuator-aktuator alat perancangan pada tabel 4-9 sampai dengan 4-10.

Tabel 4-9 Kinerja Alat Hasil Pengujian Tahap Pertama

No	Kinerja Alat	20/09/24		23/09/24		30/09/24	
		B	TB	B	TB	B	TB
1	Peringatan pertama berupa Suara (<i>Mini Speaker</i>)		✓		✓	✓	
2	Peringatan kedua berupa penyemprotan asap <i>flare</i> (NEMA17 17HS4401)		✓		✓		✓
3	Peringatan ketiga berupa penyemprotan cat semprot <i>rubber</i> (28BYJ-48)		✓		✓		✓

Tabel 4-10 Kinerja Alat Hasil Pengujian Tahap Kedua

No	Kinerja Alat	03/10/24		05/10/24		10/10/24	
		B	TB	B	TB	B	TB
1	Peringatan pertama berupa Suara (<i>Mini Speaker</i>)	✓		✓		✓	

No	Kinerja Alat	03/10/24		05/10/24		10/10/24	
		B	TB	B	TB	B	TB
2	Peringatan kedua berupa penyemprotan asap <i>flare</i> (NEMA17 17HS4401 + <i>gearbox</i> 1:5 I)		✓	✓		✓	
3	Peringatan ketiga berupa penyemprotan cat semprot <i>rubber</i> (NEMA17 17HS4401 + <i>gearbox</i> 1:5 II)		✓		✓		✓

Dengan keterangan sebagai berikut:

1. B = Bekerja
2. TB = Tidak Bekerja

Kinerja alat perancangan berdasarkan data pada tabel 4-9 sampai dengan 4-10, menunjukkan bahwa seluruh kinerja alat berbanding lurus dengan progres aktuator-aktuator alat perancangan kecuali pada kinerja alat perancangan peringatan ketiga. Berikut adalah pelaksanaan pengujian tahap pertama (Gambar 4-46) dan pengujian tahap kedua (Gambar 4-47).



Gambar 4-46 Mekanisme Kerja Alat Pengujian Tahap 1

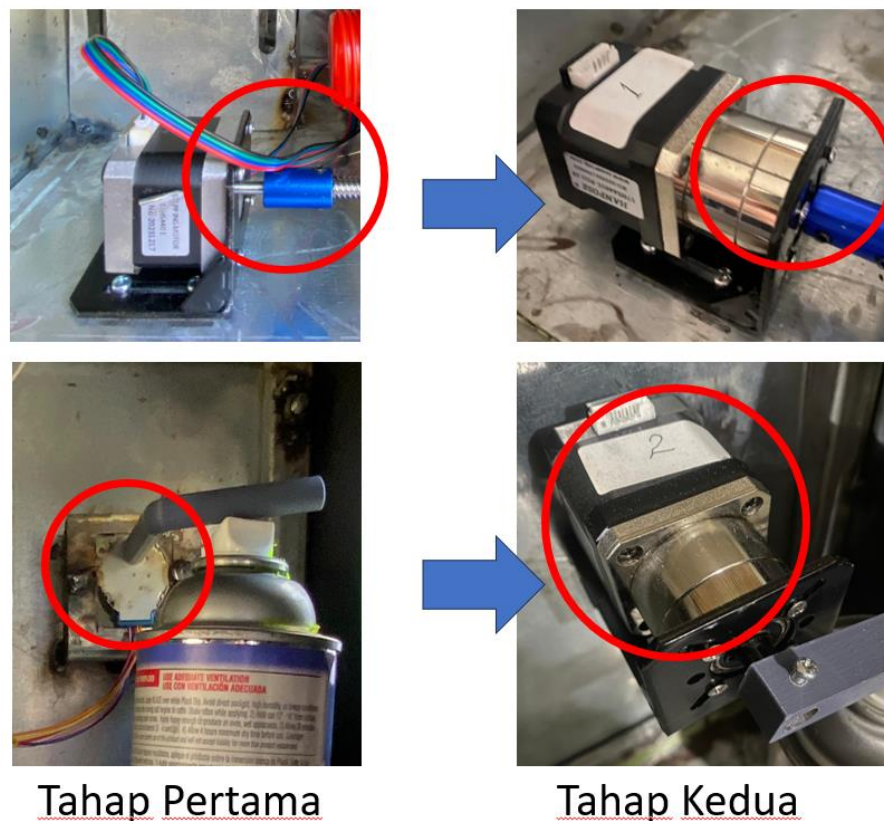


Gambar 4-47 Mekanisme Kerja Alat Pengujian Tahap 2

4.6 Analisis dan Pembahasan

Setelah dilakukan beberapa kali pengujian alat bantu penegak kedisiplinan rambu larangan parkir, didapatkan data-data hasil pengujian yang perlu dilakukan analisa dan pembahasan padanya.

Sesuai dengan data hasil pengujian, pengujian dilaksanakan dengan dua tahap pengujian dengan pembeda tahap pertama dan kedua adalah aktuator NEMA17 17hs4401 yang diberikan penambahan *gearbox* 1:5 pada tahap kedua dan 28byj-48 yang digantikan dengan NEMA17 17hs4401 *gearbox* 1:5. Sehingga, secara praktis *stepper motor* yang digunakan pada tahap kedua memiliki jenis dan *gearbox* yang sama, yang masing-masing memiliki peruntukan yang berbeda.



Gambar 4-48 Perbedaan Pengujian Tahap 1 dan 2

Pergantian *motor stepper* (Gambar 4-48) dilakukan setelah tidak maksimalnya hasil yang didapatkan pada pengujian tahap pertama, sehingga pada kelanjutannya dilakukan analisis perhitungan gaya motor yang harus dapat

memenuhi beban gaya masing-masing media, sesuai pada hasil observasi yang telah dilakukan.

Perhitungan Mekanisme Kerja Tarik *Red Hand Flare DNS*:

1. Gaya Tarik dari *Stepper Motor* (NEMA17 17HS4401+gearbox1:5)
 - Torsi Maksimum Motor: 168 N.cm
 - Karena motor terhubung dengan besi ulir 10 cm, maka perlu dihitung gaya tarik yang dihasilkan oleh motor. Torsi (T) berhubungan dengan gaya (F) dan jarak (r) dari sumbu putar

$$T = F \times r$$

Dengan $r = 0,1$ m (10 cm), maka:

$$F = \frac{T}{r} = \frac{168 \text{ N.cm}}{10 \text{ cm}} = 16,8 \text{ N}$$

2. Gaya gravitasi pada *red hand flare DNS*
Berat dari *red hand flare DNS* dengan massa 0,126 kg dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W = m \times g = 0,126 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,23 \text{ N}$$

3. Gaya Bersih
Ketika *stepper motor* beroperasi, gaya yang diterapkan (16,8 N) lebih besar dari pada gaya berat *red hand flare DNS* (1,236 N). Maka, gaya bersih dari mekanisme penarikan adalah:

$$F_{\text{net}} = F_{\text{motor}} - W = 16,8 \text{ N} - 1,23 \text{ N} = 15,57 \text{ N}$$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, percobaan yang dilakukan dengan menarik *red hand flare DNS* pada timbangan gantung dengan hasil massa 1,5 kg dan gaya berat 14,715 N, tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan teoritis yaitu 15,564 N.

Perhitungan Mekanisme Kerja Tekan Cat Semprot *Rubber*:

1. Gaya Tekan dari *Stepper Motor* (NEMA17 17HS4401+*gearbox*1:5)
 - Torsi Maksimum Motor: 168 N.cm
 - Karena motor terhubung dengan part 3Dprint 10 cm, maka perlu dihitung gaya tarik yang dihasilkan oleh motor. Torsi (T) berhubungan dengan gaya (F) dan jarak (r) dari sumbu putar

$$T = F \times r$$

Dengan $r = 0,05$ m (5 cm), maka:

$$F = \frac{T}{r} = \frac{168 \text{ N.cm}}{5 \text{ cm}} = 33,6 \text{ N}$$

2. Gaya gravitasi pada *Pylox Rubber*

Berat dari *pylox rubber* dengan massa 0,365 kg dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W = m \times g = 0,365 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,58 \text{ N}$$

3. Gaya Bersih

Ketika *stepper motor* beroperasi, gaya yang diterapkan (33,6 N) lebih besar dari pada gaya berat *pylox rubber* (3,58 N). Maka, gaya bersih dari mekanisme penarikan adalah:

$$F_{net} = F_{motor} - W = 33,6 \text{ N} - 3,58 \text{ N} = 30,02 \text{ N}$$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, percobaan yang dilakukan dengan cara menekan *pylox rubber* pada timbangan dengan hasil massa 4,905 kg, yang berarti menggunakan gaya sebesar 49,05 N. Tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan teoritis gaya bersih, yaitu dengan besar gaya bersih sebesar 30,02 N.

Setelah melakukan analisa terhadap perbedaan kemampuan kedua motor *stepper* yang digunakan pada tahap pertama dan kedua pengujian alat perancangan, dapat disimpulkan bahwa pergantian *motor stepper* yang disertai dengan *gearbox* 1:5, berhasil meneruskan gayanya pada media yang digunakan (*Red Hand Flare* DNS dan Cat Semprot *Rubber*).

Analisa perhitungan dilakukan berdasarkan data hasil observasi gaya, yang dibutuhkan oleh media yang digunakan dan dibandingkan dengan kemampuan motor *stepper* dalam meneruskan gayanya. Apabila gaya motor *stepper* lebih besar dari gaya yang dibutuhkan oleh medianya, maka motor *stepper* dapat menarik dan menekan dengan memperhatikan mekanisme penarikan dan penekanan media.

Dua faktor utama yang dapat digaris bawahi dari pengujian dan hasil analisa adalah gaya yang mencukupi dan mekanisme kerja yang efektif. Pada pengujian tahap kedua, aspek gaya yang mencukupi sudah memenuhi berdasarkan hasil analisa untuk kedua media, baik *Red Hand Flare DNS* maupun *Cat Semprot Rubber*. Akan tetapi, aspek mekanisme kerja yang efektif belum dapat diberikan pada mekanisme kerja penekan cat semprot *rubber*, baik pada pengujian tahap pertama, maupun pada pengujian tahap kedua. Mekanisme kerja penekan *nozzle* cat semprot *rubber* yang dipasang pada *cover* alat yang pemasangannya tidak *fixed* (Gambar 4-49), merupakan salah satu faktor utama bahwa mekanisme kerja penekan *nozzle*, terjadi pendistribusian gaya, karena mekanisme kerja yang dipasang pada komponen yang tidak *fixed*.



Gambar 4-49 Mekanisme Pemasangan *Cover* Sisi Kanan

Berbeda dengan pemasangan mekanisme kerja alat penarik pin *flare*, yang secara pemasangan dipasang pada komponen (*cover* alas bawah) alat yang terpasang secara *fixed* dengan metode pengelasan pada rangka alat (Gambar 4-50).



Gambar 4-50 Pemasangan Mekanisme Kerja *Fixed* Pada *Cover Fixed*

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan hasil yang telah didapatkan, Perancangan dan Pembuatan Alat Bantu Penegak Kedisiplinan Rambu Larangan Parkir dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil merancang alat bantu untuk meningkatkan kesadaran pengendara atas rambu lalu lintas larangan parkir.
2. Telah membuat Alat bantu yang terdiri dari tiga urutan peringatan, dan dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan konsep alat. Terdapat perubahan yang semula hanya dengan NEMA17 17HS4401 menjadi NEMA17 17HS4401 + *gearbox* 1:5 (peringatan kedua dan ketiga) dengan adanya catatan pada peringatan ketiga, yakni penyemprotan cairan pewarna sementara (*Cat Semprot Rubber*).
3. Peringatan pertama berupa (*Mini Speaker*) berfungsi dengan baik dan dapat menghasilkan suara yang jernih. Peringatan kedua berupa peringatan asap (*Red Hand Flare DNS*) telah berjalan dengan baik. Dan peringatan ketiga berupa penyemprotan cairan pewarna sementara (*Cat Semprot Rubber*), secara sistem dan torsi aktuator telah bekerja dengan baik, namun mekanisme kerja alat yang diaplikasikan belum optimal.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Membuat gambaran proses pembuatan mekanisme kerja alat dalam bentuk *flowchart*, guna meminimalisir bagian-bagian penting yang tidak masuk dalam perhatian pembuat, dalam proses pembuatan alat.
2. Memperhatikan distribusi gaya pada mekanisme kerja alat yang diletakkan pada komponen yang tegak atau vertikal (mekanisme kerja peringatan ketiga alat).

DAFTAR PUSTAKA

- Amyrulloh, B. (2024). Analisis penyebab pelanggaran lalu lintas oleh pengendara kendaraan bermotor. *Kultura: Jurnal Ilmu Hukum, Sosial, dan Humaniora*, 2(2), 81-103.
- Armala, Y., & Yasir, M. (2022). Implementasi Electronic Traffic Law Enforcement (ETLE) di Wilayah Hukum Kepolisian Resor Bojonegoro. *JUSTITIABLE-Jurnal Hukum*, 5(1), 32-44.
- Harjono, A. S. (2022). Proses Manufacture Spare Part Variasi Sepeda Motor Dengan Program Autodesk Fusion 360 Pada Mesin CNC Milling 3 Axis. *Inisiasi*, 9-14.
- Ningsih, D. H. U. (2005). Computer aided design/computer aided manufactur [CAD/CAM]. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 10(3), 143-149.
- Nurchayho, M. (2022). Kajian Peran Sketsa Dalam Proses Kreatif Dan Pendidikan Desain (Kasus Pengalaman Belajar Desain Di Era Digital). *LINTAS RUANG: Jurnal Pengetahuan dan Perancangan Desain Interior*, 10(2), 86-97.
- Nurfauziah, R., & Krisnani, H. (2021). Perilaku pelanggaran lalu lintas oleh remaja ditinjau dari perspektif konstruksi sosial. *Jurnal Kolaborasi Resolusi Konflik*, 3(1), 75-85.
- Sahadina, R. E. (2023). Pelaksanaan Sistem Tilang Elektronik Dalam Penegakan Kedisiplinan Berlalu Lintas.
- Rismawan, E. (2009). Faktor Penyebab Pelanggaran Lalu Lintas Oleh Pengendara Sepeda Motor di Kota Semarang. Skripsi) Jurusan Hukum Dan Kewarganegaraan Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang.
- Suryadi, S. (2009). Pengatur Lampu Lalu Lintas Sistem Digital Berbasis Mikrocontroler. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 1(1), 60-66.
- Sarry, Y. P., & Widodo, H. (2014). Upaya Polisi Lalu Lintas dalam Meningkatkan Kedisiplinan Berlalu Lintas Pengendara Bermotor (Studi Deskriptif terhadap Program Kanalisasi Lajur Kiri pada Satlantas Polrestabes Surabaya). *Kajian Moral dan Kewarganegaraan*, 2(2), 564-578.

LAMPIRAN 1 *DATA SHEET*

SECTION 10: STABILITY AND REACTIVITY

10.1. Reactivity

Stable under normal conditions of handling and storage.

10.2. Chemical stability

Stable at temperature and pressure values under normal conditions of handling and storage.

10.3. Possibility of hazardous reactions

Stable at temperature and pressure values under normal conditions of handling and storage.

10.4. Conditions to avoid

Do not expose to temperature above 75 °C.

10.5. Incompatible materials

None known.

10.6. Hazardous decomposition products

If the product is involved in a fire emits a large amount of aerosol and radiates a high heat.

SPRAYING: Pressure pot may be used (siphon cup not recommended). Dilute with recommended thinners up to 50% as needed. Gently mix before spraying. Apply wet overlapping coats, holding gun 6" -12" from surface, using a 4"-6" pattern. Allow 10 -20 minutes dry time before applying additional coats to desired thickness.

RECOMMENDED EQUIPMENT AND SETTINGS:

Gun: Binks® model 95

Nozzle: 63B

Needle: 663A

Material: 20-25psi

Atomization: 15 -25psi

Dilution: as needed

Cap: 63PB (up to 50% dilution) or 66S D (up to 50% dilution) for heavier build up.

Clean up: see recommended thinners.

SPRAYING: Airless equipment may be used. Use as described above.

Tip size: .011 - .019

Pressure: as needed

Dilution: up to 50%

DIPPING: Dilute with recommended thinners up to 25% as needed. Gently mix before each use. Do not introduce air bubbles. Insert item 1" every 5 seconds. Remove at same rate. Allow 30 -40 minutes (dry to the touch) dry time before applying additional coats to desired thickness.

BRUSHING: Dilute with recommended thinners up to 25% as needed. Gently mix before each use. Apply wet overlapping coats using a soft natural bristle brush. Allow 10 -20 minutes (dry to the touch) dry time before applying additional coats to desired thickness.

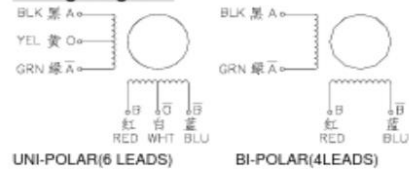


MotionKing (China) Motor Industry Co., Ltd.

2 Phase Hybrid Stepper Motor 17HS series-Size 42mm(1.8 degree)



Wiring Diagram:

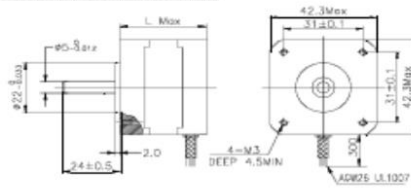


Electrical Specifications:

Series Model	Step Angle (deg)	Motor Length (mm)	Rated Current (A)	Phase Resistance (ohm)	Phase Inductance (mH)	Holding Torque (N.cm Min)	Detent Torque (N.cm Max)	Rotor Inertia (g.cm ²)	Lead Wire (No.)	Motor Weight (g)
17HS2408	1.8	28	0.6	8	10	12	1.6	34	4	150
17HS3401	1.8	34	1.3	2.4	2.8	28	1.6	34	4	220
17HS3410	1.8	34	1.7	1.2	1.8	28	1.6	34	4	220
17HS3430	1.8	34	0.4	30	35	28	1.6	34	4	220
17HS3630	1.8	34	0.4	30	18	21	1.6	34	6	220
17HS3616	1.8	34	0.16	75	40	14	1.6	34	6	220
17HS4401	1.8	40	1.7	1.5	2.8	40	2.2	54	4	280
17HS4402	1.8	40	1.3	2.5	5.0	40	2.2	54	4	280
17HS4602	1.8	40	1.2	3.2	2.8	28	2.2	54	6	280
17HS4630	1.8	40	0.4	30	28	28	2.2	54	6	280
17HS8401	1.8	48	1.7	1.8	3.2	52	2.6	68	4	350
17HS8402	1.8	48	1.3	3.2	5.5	52	2.6	68	4	350
17HS8403	1.8	48	2.3	1.2	1.6	46	2.6	68	4	350
17HS8630	1.8	48	0.4	30	38	34	2.6	68	6	350

*Note: We can manufacture products according to customer's requirements.

Dimensions: unit=mm



Motor Length:

Model	Length
17HS2XXX	28 mm
17HS3XXX	34 mm
16HS4XXX	40 mm
16HS8XXX	48 mm

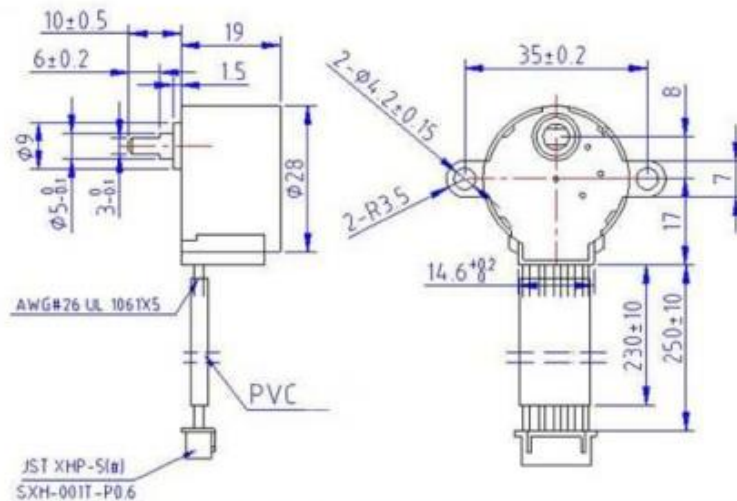
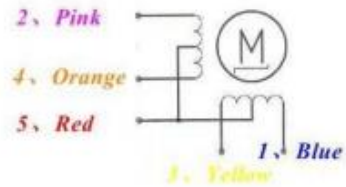
DATA SHEET 28BYJ-48

28BYJ-48 – 5V Stepper Motor

The 28BYJ-48 is a small stepper motor suitable for a large range of applications.



Rated voltage :	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625°/64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MΩ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation grade	A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz, No load, 10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V



P.O. Box 8231, Cherrywood, Tauranga, New Zealand. Phone: ++64 7 578 7799. Fax: ++64 7 578 7749. E-mail: enquiry@katronics.com
 Website: www.katronics.com. Copyright © Welken Holdings Ltd - Specifications subject to change without further notice.

DATA SHEET HC-SR04 SPECIFICATIONS

2. HC-SR04 Specifications

The sensor chosen for the Firefighting Drone Project was the HC-SR04. This section contains the specifications and why they are important to the sensor module. The sensor modules requirements are as follows.

- Cost
- Weight
- Community of hobbyists and support
- Accuracy of object detection
- Probability of working in a smoky environment
- Ease of use

The HC-SR04 Specifications are listed below. These specifications are from the Cytron Technologies HC-SR04 User's Manual (source 1).

- Power Supply: +5V DC
- Quiescent Current: <2mA
- Working current: 15mA
- Effectual Angle: <15°
- Ranging Distance: 2-400 cm
- Resolution: 0.3 cm
- Measuring Angle: 30°
- Trigger Input Pulse width: 10uS
- Dimension: 45mm x 20mm x 15mm
- Weight: approx. 10 g

The HC-SR04's best selling point is its price; it can be purchased at around \$2 per unit.

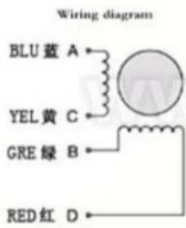
DATASHEET NEMA17 17HS4401 + GEARBOX 1:5

Model: 17hs4401S-PG518
Phase: 2
Step Angle: 1.8°
Motor Frame Size: 42 * 40MM
Shaft: "D" shaft 16 * Φ8MM
outlet way: "4" plug line
motor leads: Dupont line 1M



Note: Due to different measurement methods, the size of a certain error, the error of about 1MM, the specific size, please prevail in kind (page data for reference only)

4 Pin cables (bipolar)

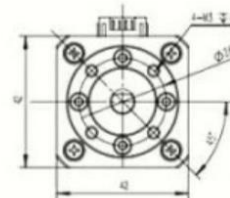
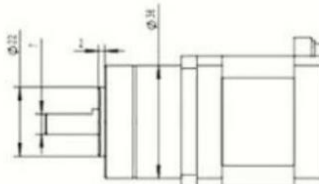
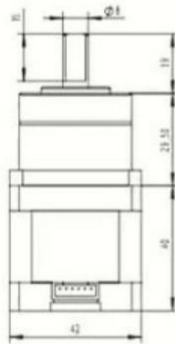
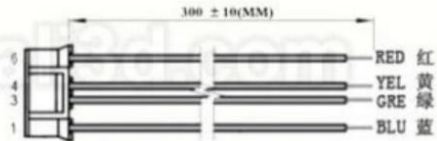


Wiring sequence

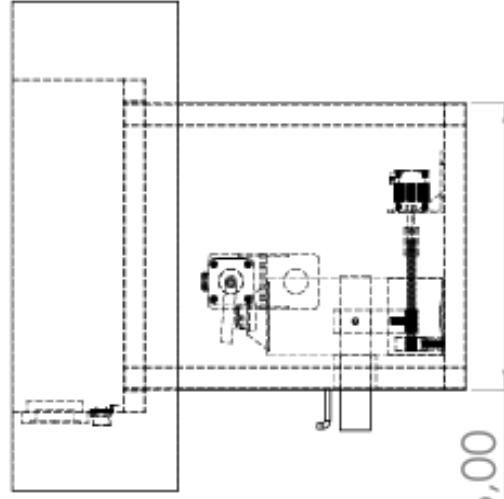
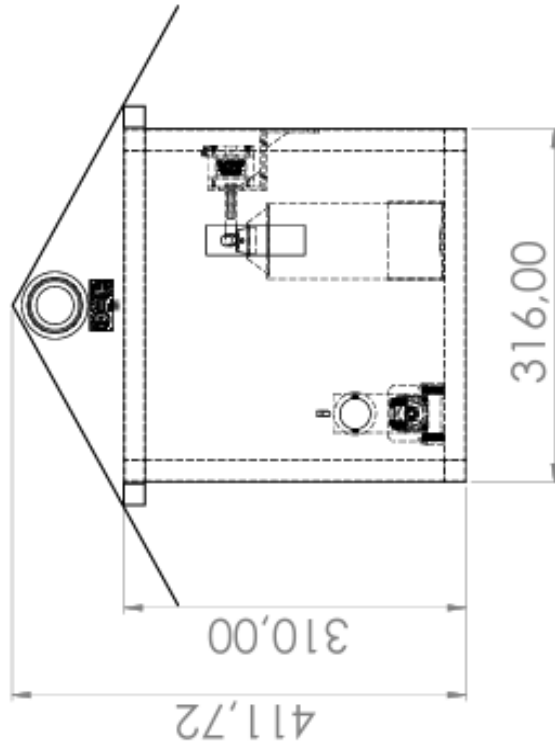
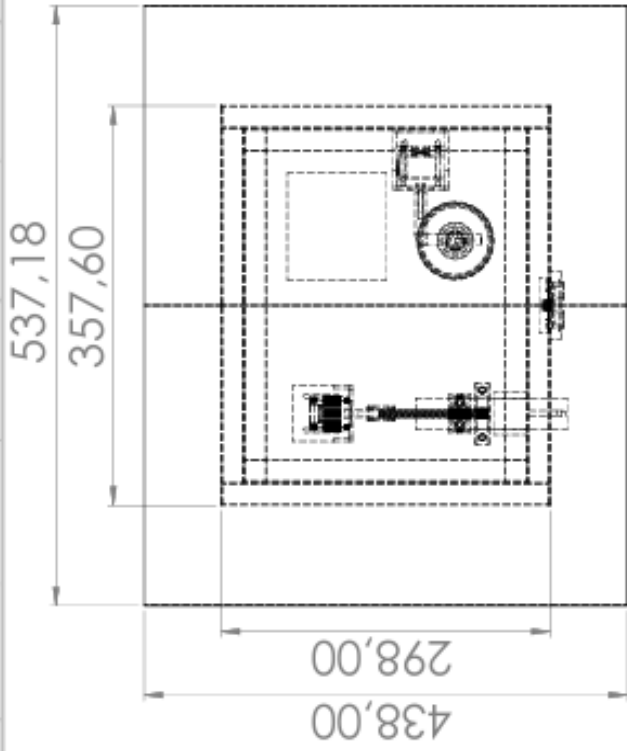
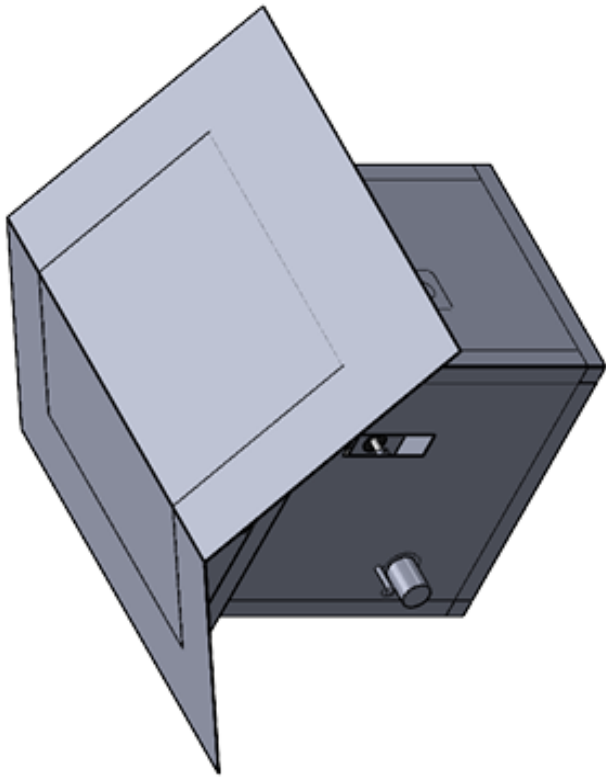
步序	A	B	C	D
1	+	+	-	-
2	-	+	+	-
3	-	-	+	+
4	+	-	-	+

Take the plane facing the motor cover as a reference

Default wiring



**LAMPIRAN 2 GAMBAR MANUFAKTUR
ALAT BANTU**



256,00

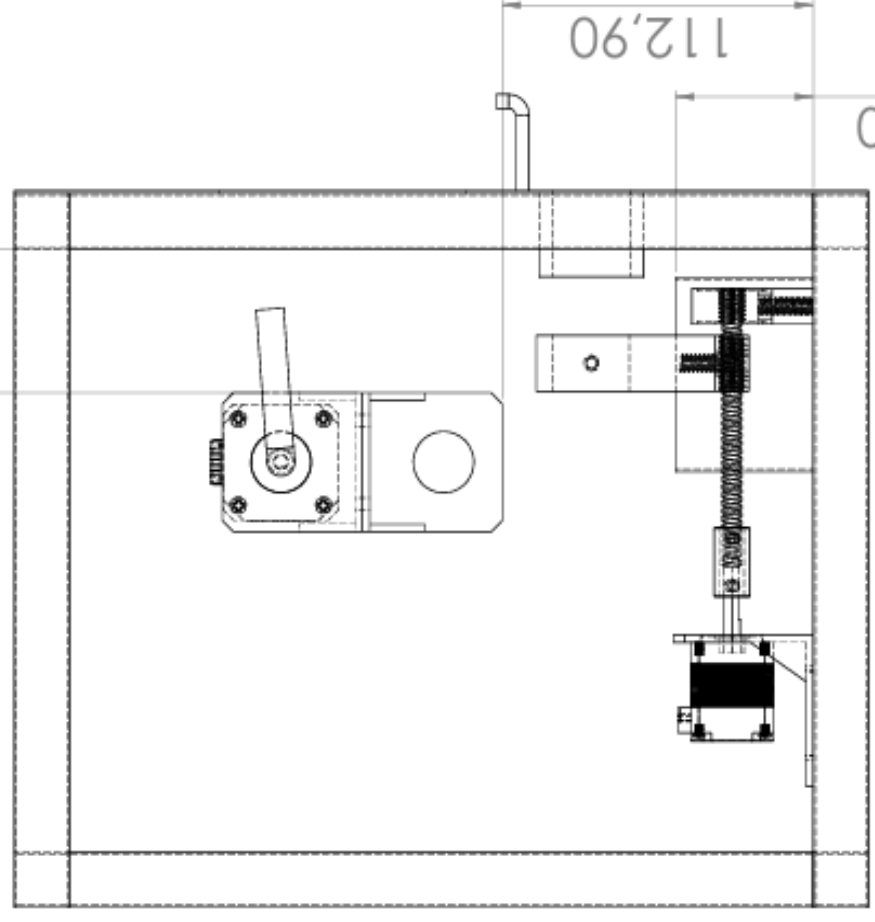
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH: SURFACE FINISH: TOLERANCES:		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
		LINEAR: ANGULAR:		CERISE AND BESAL SHARP EDGES			
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE				
DRAWN							
CHECKED							
APPROVED							
AWG							
Q.A.							
			MATERIAL:		DWG. NO.		A4
					SCALE 1:10		SHEET 1 OF 1
					WEIGHT:		2

Keseluruhan Alat

51,50

112,90

50,00



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: LINEAR ANGULAR		FINISH		DEBURS AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REGION	
DESIGN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE		SCALE: 1:5		SHEET 1 OF 1	
CHKD									
APP'D									
WGC									
G.A.									
				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
						Tampak Kiri Mekanisme Kerja Alat			

276,00

16,24

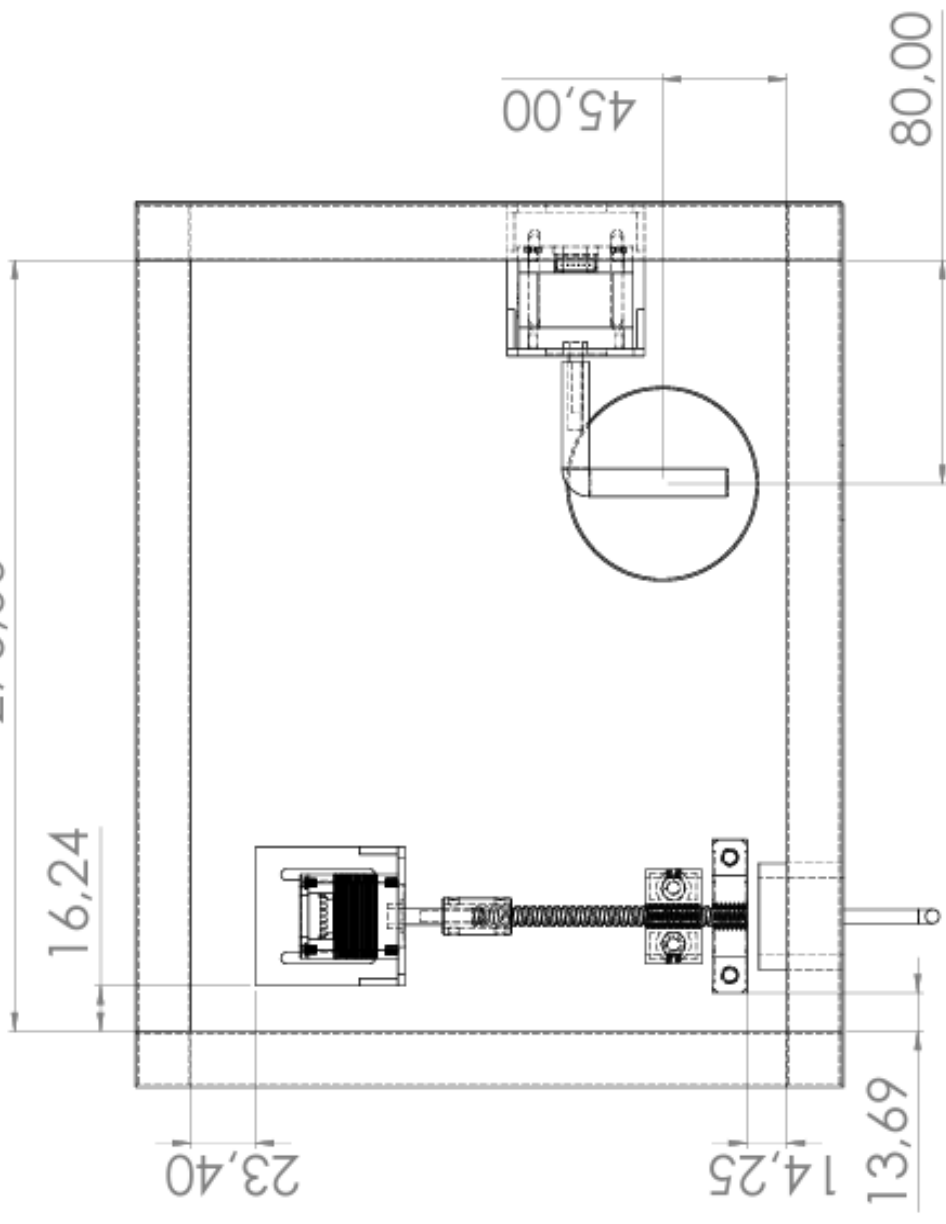
23,40

14,25

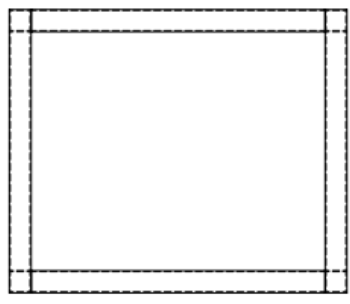
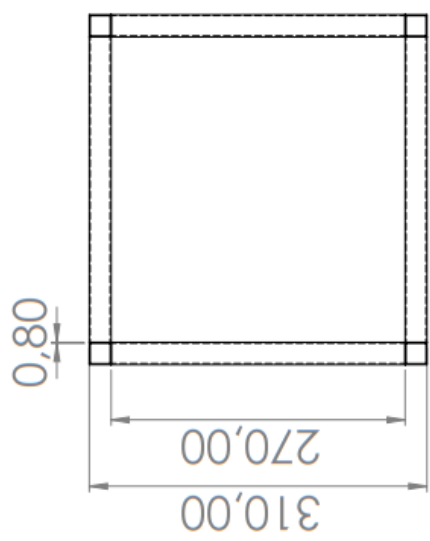
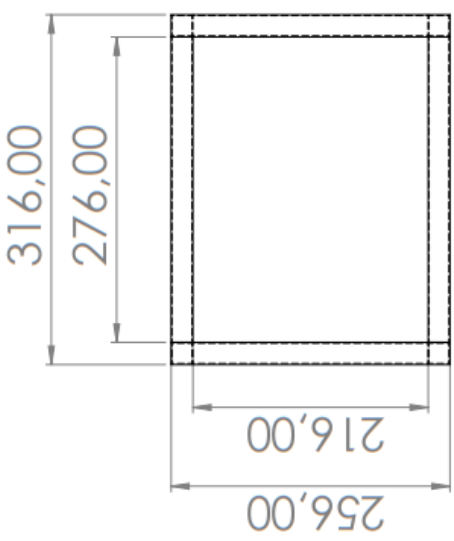
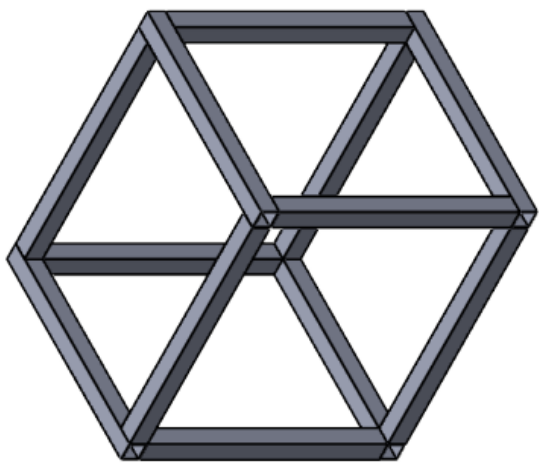
13,69

45,00

80,00



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: HORIZONTAL ANGULAR		FINISH		DEBURS AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DS/HR	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE					
CHKD									
APP'D									
MFG									
G.A.									
				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
						Tampak Atas Mekanisme Kerja Alat		SCALE 1:1	
				WEIGHT:		SCALE 1:1		SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:		CORNER AND BREAK SHARP EDGES					
TOLERANCES:		NAME		SIGNATURE		DATE	
LINEAR:		DRAWN					
ANGULAR:		CHK'D					
		APP'VD					
		MFG					
		Q.A.					
		MATERIAL:				TITLE:	
		DWG NO.		Rangka Alat		A3	
		WEIGHT:		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

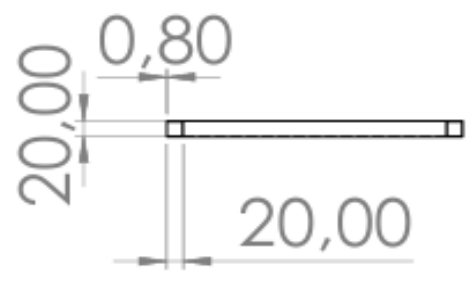
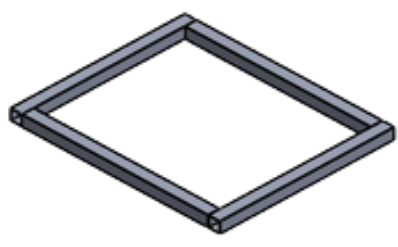
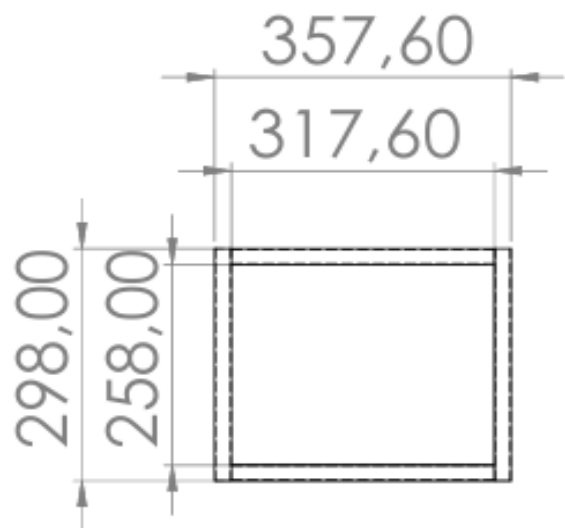
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APP'VD					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:	
DWG NO.	
<h1>Rangka Atap</h1>	
SCALE: 1:5	SHEET 1 OF 1

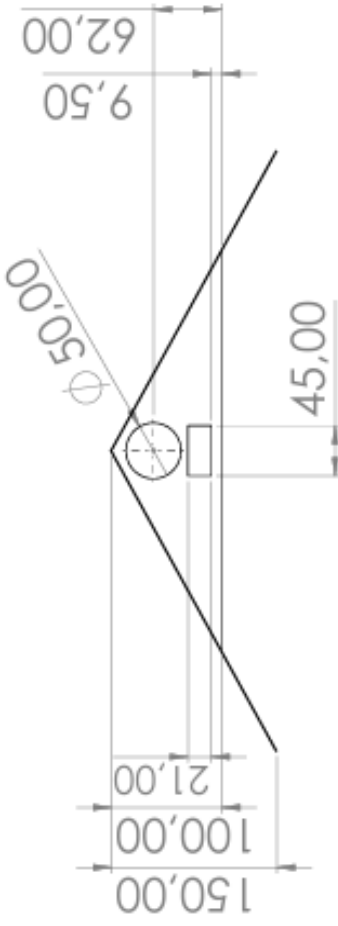
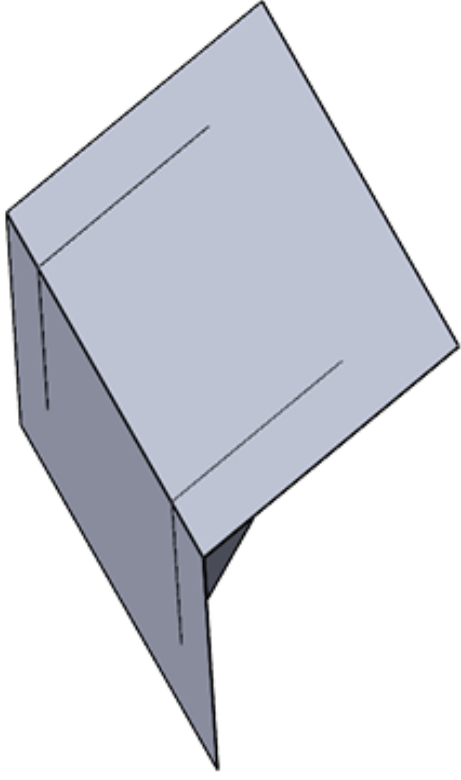
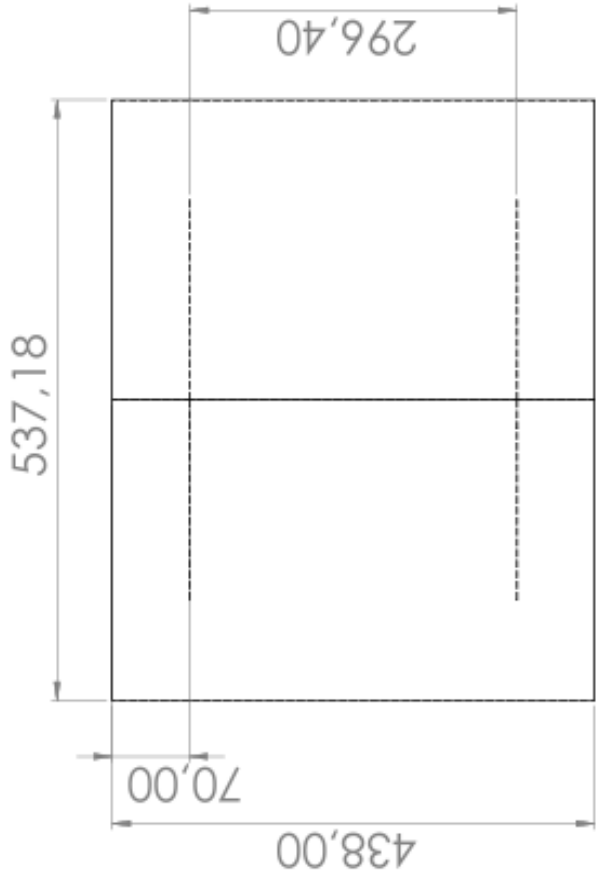
A4

4

3

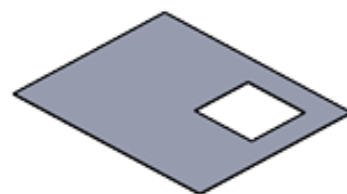
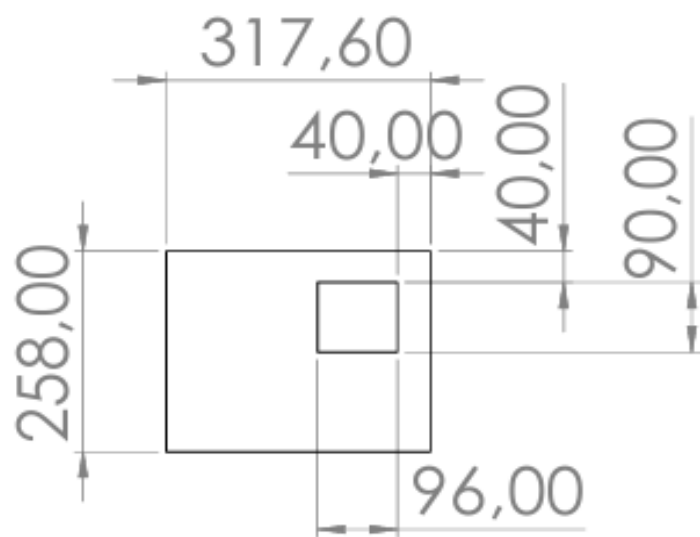
2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: DIMENSIONS FINISHES		FINISH	DEBBS AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REGION
DOWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE	
CHECK					
APPROV					
W/C					
G.A.				MATERIAL	
				DRG NO.	
				A4	
				SCALE: 1:1	
				SHEET OF 1	

Atap Alat Bantu



0,80

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APP'VD					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

DWG NO.

Alas Rangka Atap

A4

SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

4

3

2

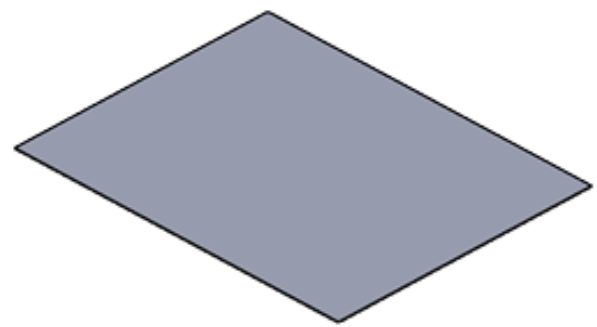
1

F

F

276,00

216,00



E

E

D

D

C

C

0,80



B

B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
DRAWN									
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A				MATERIAL:		DWG NO.		A4	
						SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	

A

A

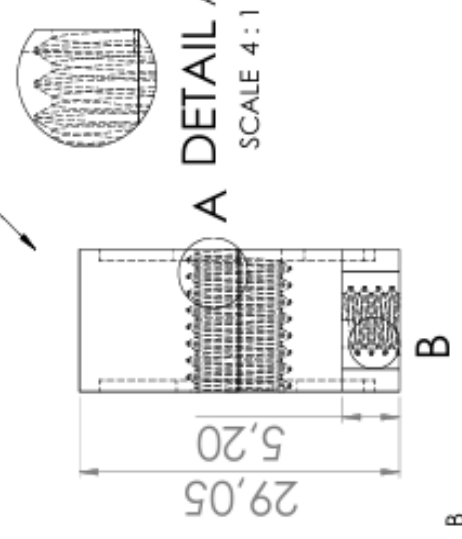
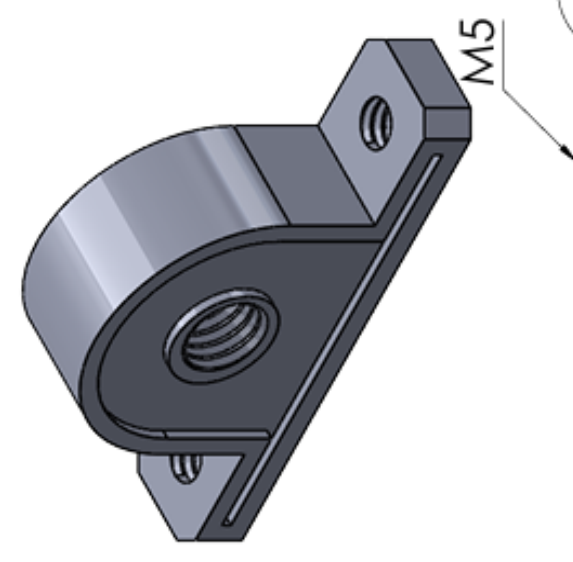
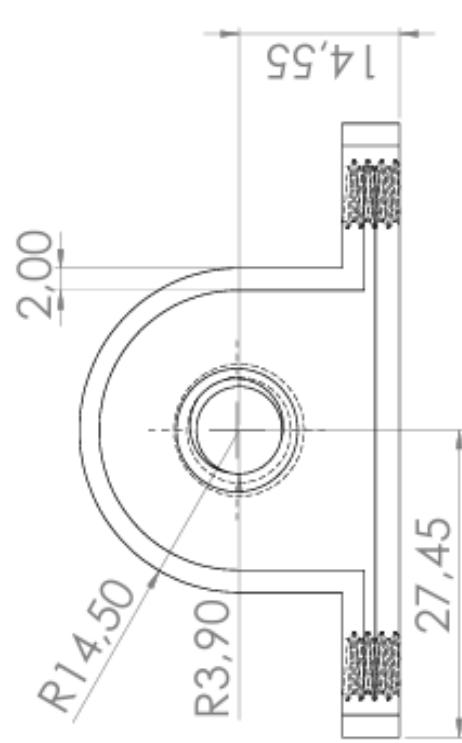
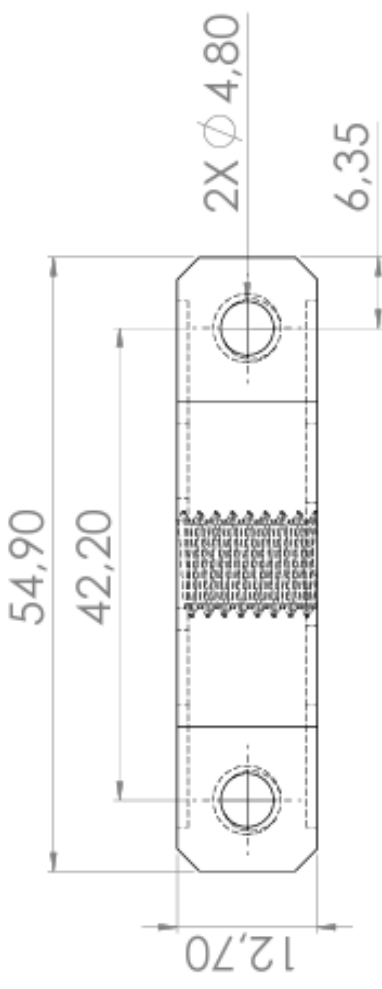
Alas Rangka Bawah

4

3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH: BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE				
DRAWN							
CHECKED							
APPROVED							
MFG							
Q.A.							
MATERIAL:			DWG. NO.		SCALE:		SHEET 1 OF 1
			A4		Bearing		2

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

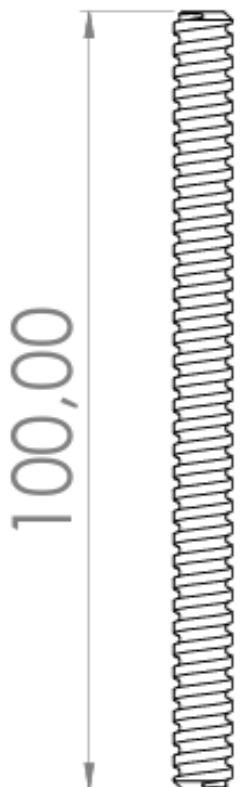
C

B

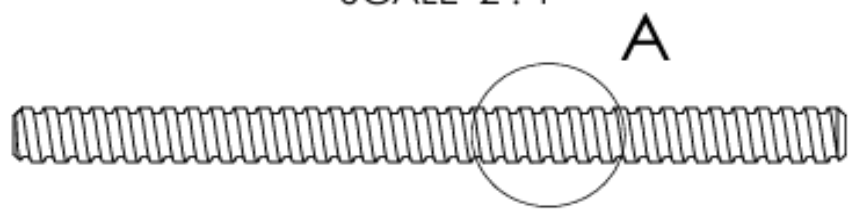
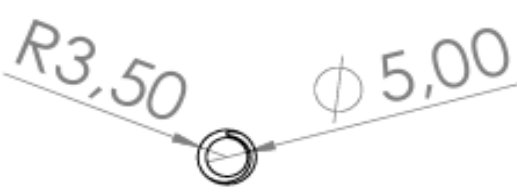
B

A

A



DETAIL A
SCALE 2:1



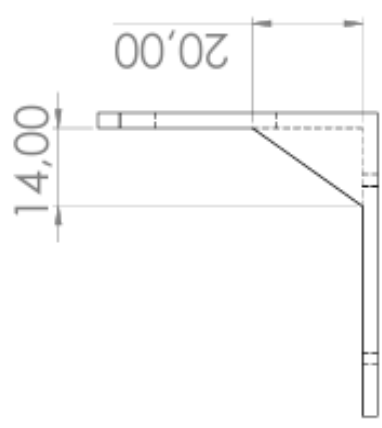
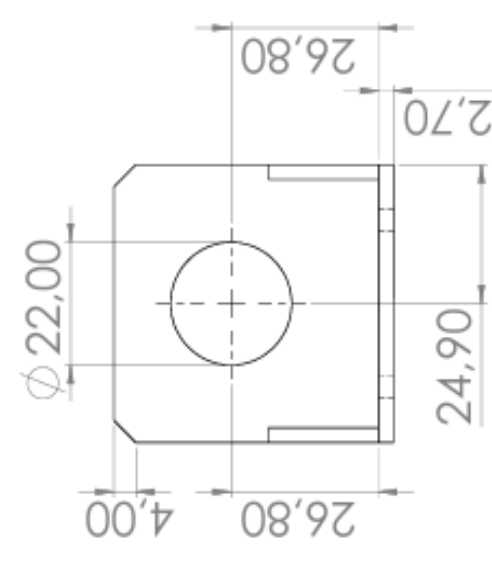
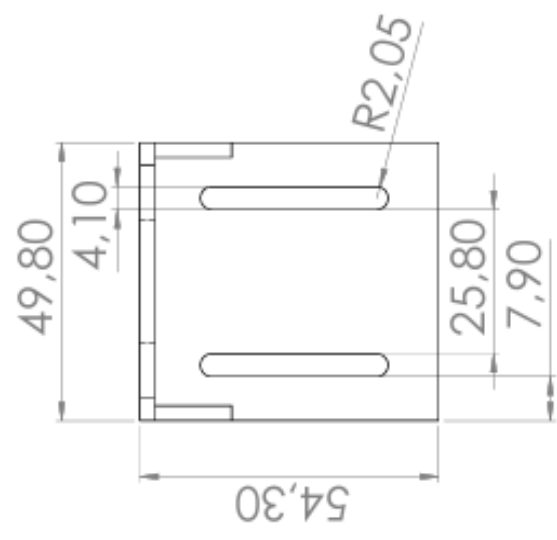
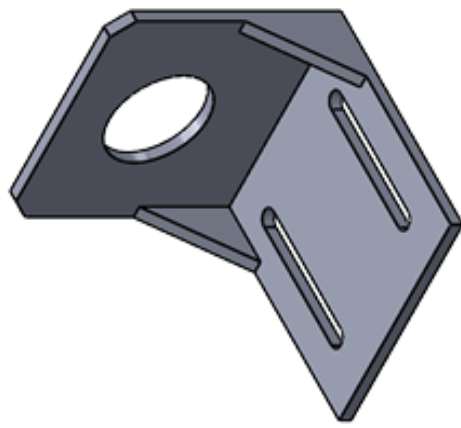
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN			SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHK'D										
APP'VD										
MFG										
Q.A							MATERIAL:		DWG NO.	
									Besil Ulir	
									A4	
							WEIGHT:		SCALE:1:1	
									SHEET 1 OF 1	

4

3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: LINEAR ANGULAR		FINISH		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DEBURS AND BREAK SHARP EDGES							
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE			
CHECKED							
APPROVED							
MFG							
C.A.							
				MATERIAL			
				DWG. NO.			
				Bracket NEMA17			
				A4			
				SCALE: 1:1			
				SHEET 1 OF 1			

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

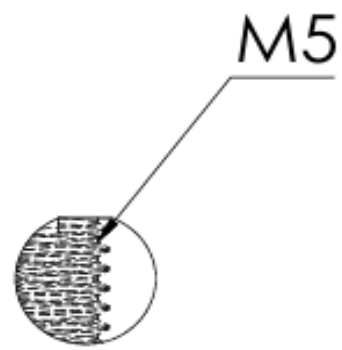
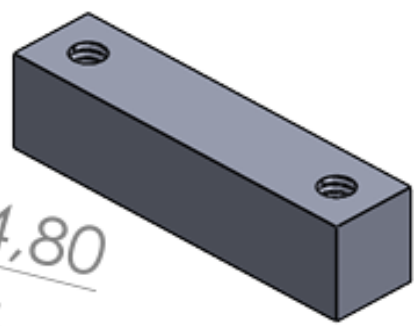
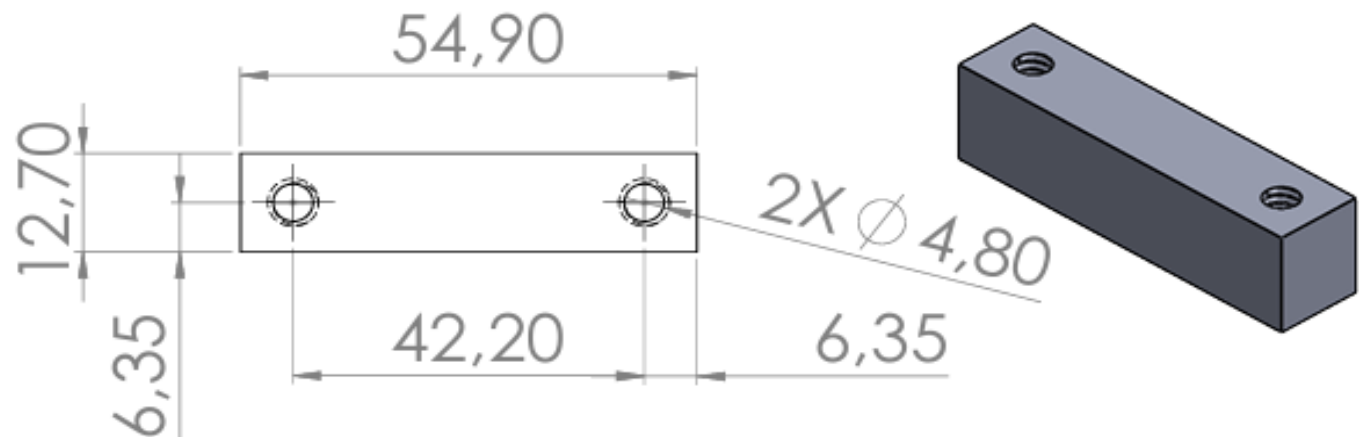
C

B

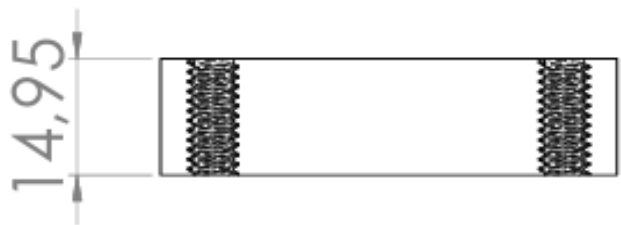
B

A

A



DETAIL A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.	
								Dudukan Bearing	
						WEIGHT:		SCALE:2:1	
								SHEET 1 OF 1	

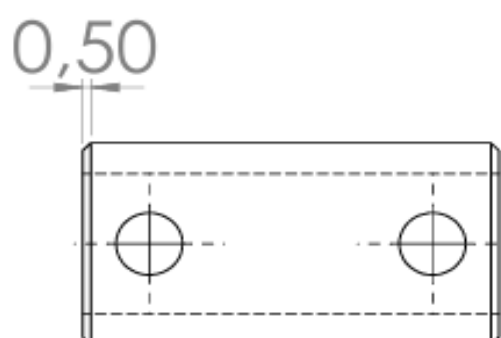
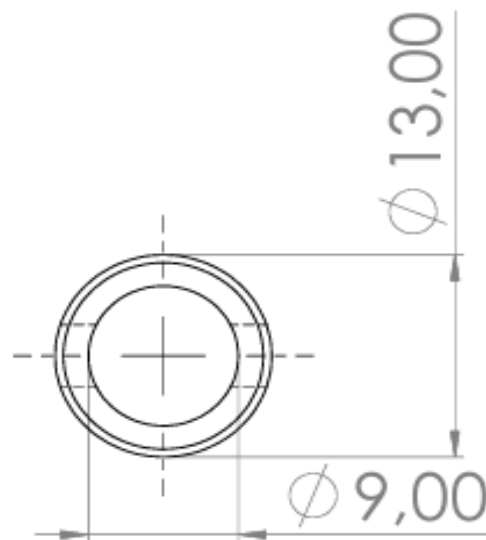
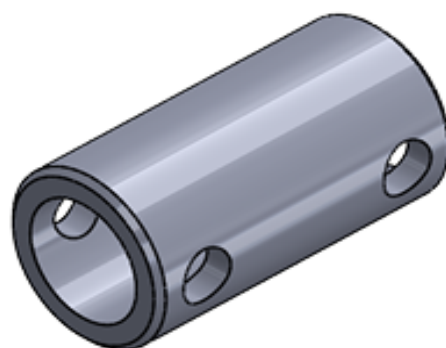
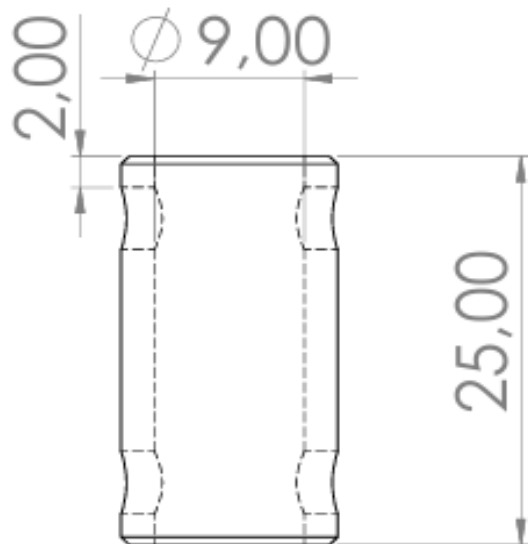
A4

4

3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

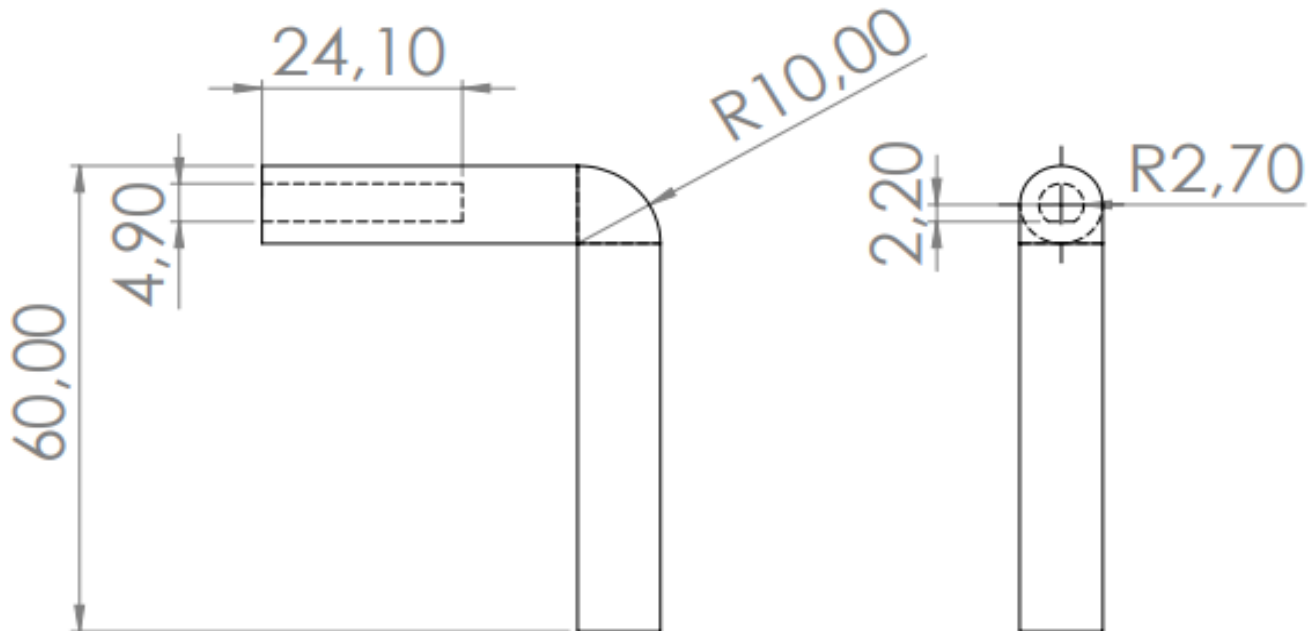
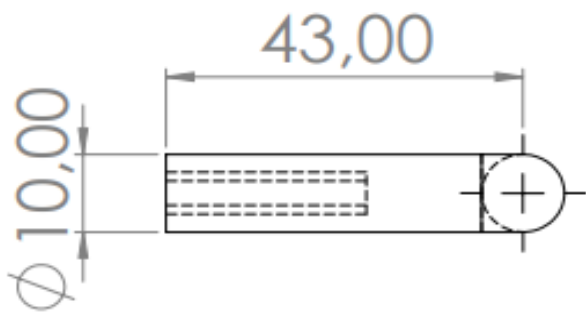
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN		
CHK'D		
APP'VD		
MFG		
Q.A		

TITLE:	
DWG NO.	Kopling NEMA17 & Besi Ulir
SCALE:2:1	SHEET 1 OF 1
MATERIAL:	
WEIGHT:	
	A4

4 3 2 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE	
DRAWN				
CHK'D				
APP'VD				
MFG				
Q.A				
				MATERIAL:
				WEIGHT:

TITLE:

DWG NO.

L Penekan Nozzle

A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

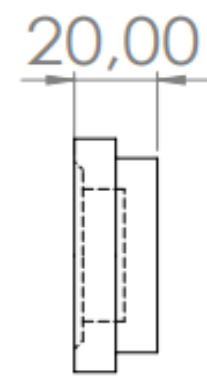
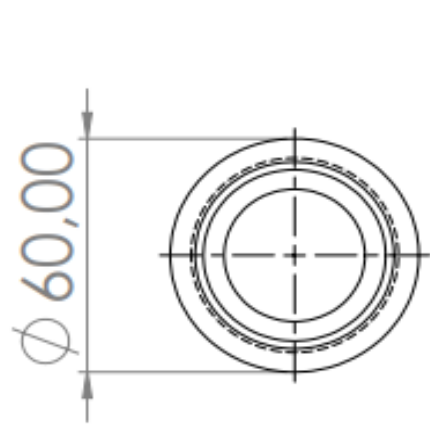
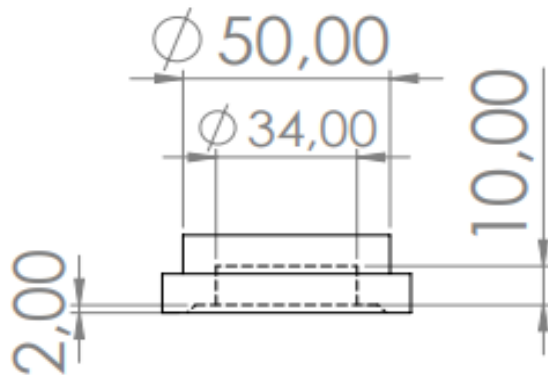
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN				SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHK'D								DWG NO. Mini speaker			
APPV'D											
MFG											
Q.A											
				MATERIAL:				SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1	
				WEIGHT:						A4	

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

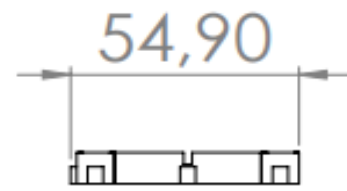
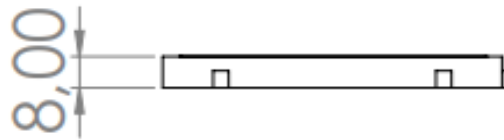
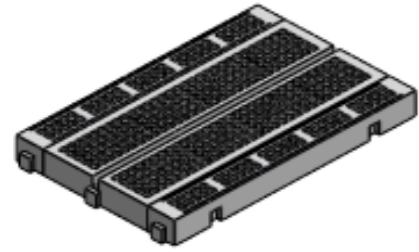
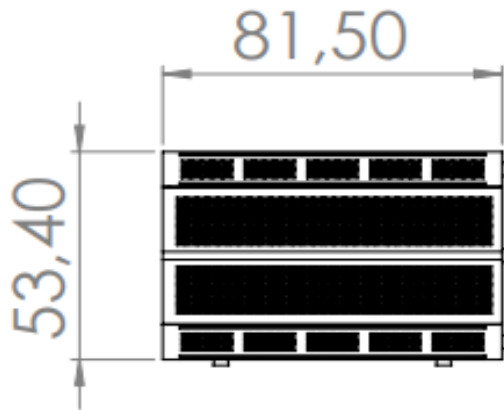
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APP'VD					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

DWG NO.

Breadboard

A4

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1

4

3

2

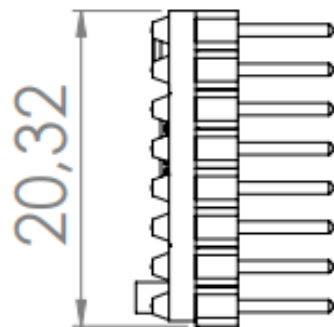
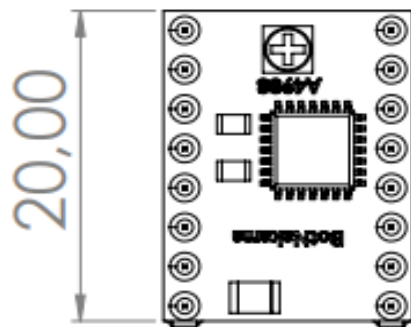
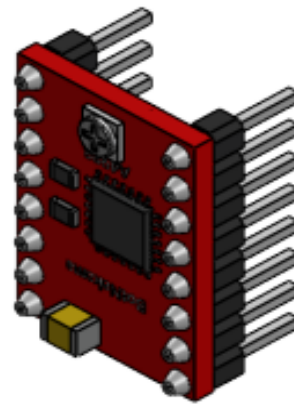
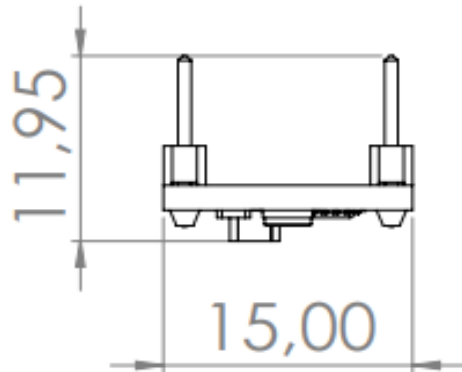
1

4

3

2

1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHKD					
APPVD					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:

DWG NO.

Driver A4988

A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

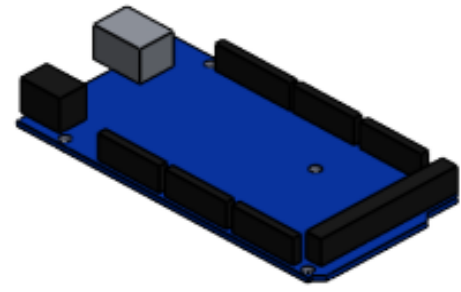
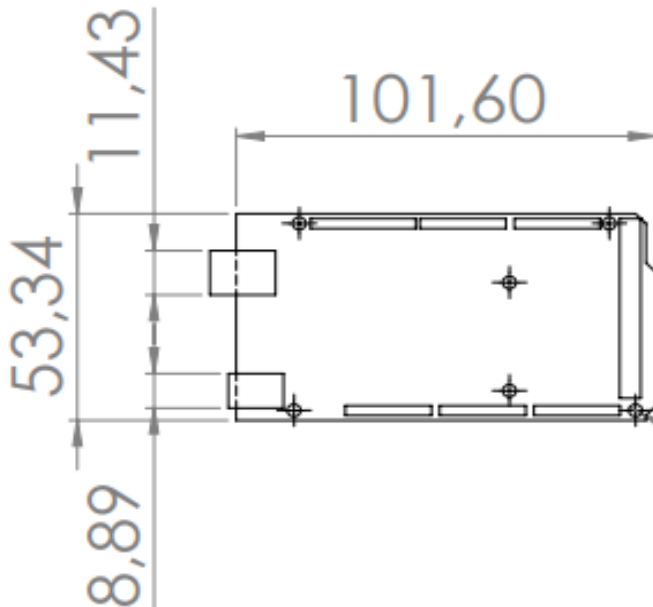
C

B

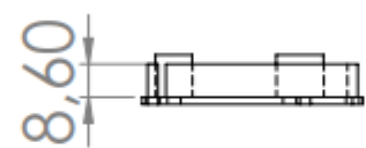
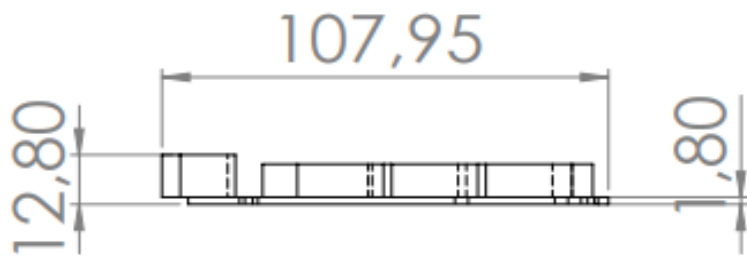
B

A

A



6X ϕ 3,20



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING
REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE	
DRAWN				
CHK'D				
APP'VD				
MFG				
Q.A.				

TITLE:

DWG NO.
Arduino Mega R3
A4
SCALE:1:1
SHEET 1 OF 1

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

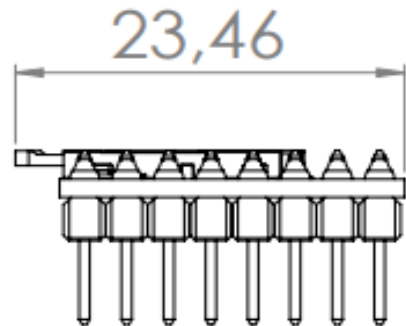
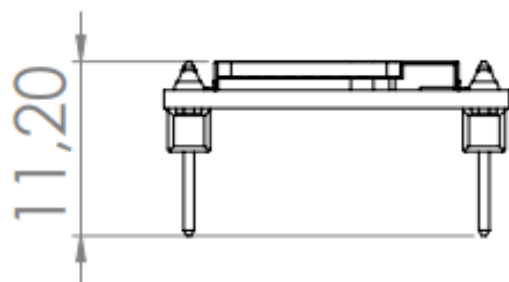
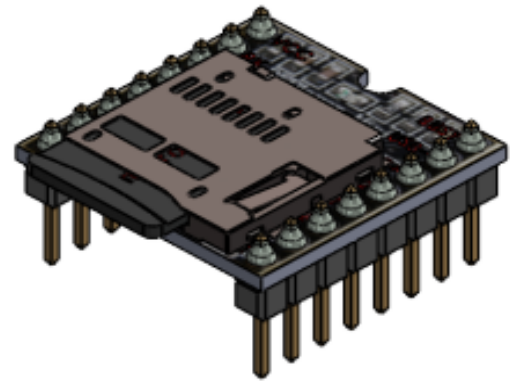
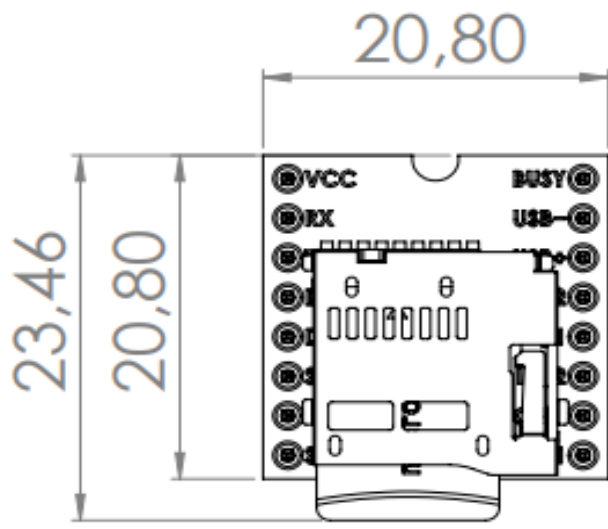
C

B

B

A

A



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN			SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHKD										
APPVD										
MFG							MATERIAL:		DWG NO.	
Q.A									DFPlayer Mini Assem	
							WEIGHT:		SCALE:2:1	
									SHEET 1 OF 1	

DFPlayer Mini Assem

A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

4

3

2

1