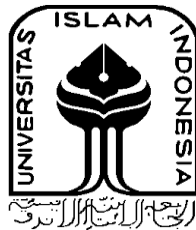


RANCANG BANGUN MEKANISME PENGGERAK PINTU OTOMATIS *SWING DOOR* MENGGUNAKAN SPUR GEAR

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Bagus Pribadi

No. Mahasiswa : 19525032

NIRM : 190126000311072001

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN MEKANISME PENGGERAK PINTU
OTOMATIS *SWING DOOR* MENGGUKAN SPUR GEAR**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Bagus Pribadi
No. Mahasiswa : 19525032
NIRM : 190126000311072001

Yogyakarta, 14 Agustus 2025

Pembimbing I,



Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng.,

IPP

Pembimbing II,



Agung Nugroho Adi, S.T., M.T

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

RANCANG BANGUN MEKANISME PENGGERAK PINTU OTOMATIS *SWING DOOR* MENGGUKAN SPUR GEAR

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Bagus Pribadi
No. Mahasiswa : 19525032
NIRM : 190126000311072001

Tim Penguji

Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

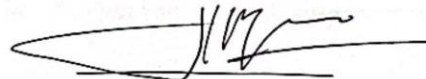
Ketua



Tanggal : 11 September 2025

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Anggota I



Tanggal : 9 September 2025

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

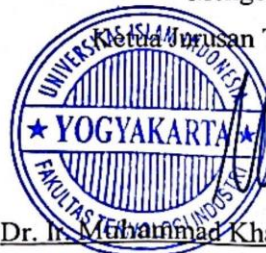
Anggota II



Tanggal : 05/09/2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Bagus Pribadi

NIM : 19525032

Program studi : S1, Teknik Mesin

Institusi : Universitas Islam Indonesia

Judul Laporan : Rancang Bangun Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door* Menggunakan Spur Gear

Dengan ini saya menyatakan, semua yang saya tulis pada Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan atau ringkasan yang saya ambil sebagai referensi dan telah saya cantumkan sumber-sumbernya. Apabila di kemudian hari pengakuan saya terbukti tidak benar, maka saya bersedia mengikuti hukuman ataupun sanksi yang diberikan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 16 September 2025



Bagus Pribadi

19525032

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, petunjuk, dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan segala kekurangannya. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur, bangga dan rasa terima kasih sebesar-besarnya penulis ingin mengucapkan kepada:

Kedua orang tua saya yang selalu mendukung penuh baik itu emosional, spiritual maupun finansial sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar. Bapak Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP dan bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, penguji dan pengajar yang telah membimbing dan membagikan ilmunya kepada penulis. Teman-teman dari jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, dan masih banyak hal yang dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis untuk masa yang akan datang.

HALAMAN MOTTO

“I guess, as long as I have life, all I can do is fight with all my might.”

- Subaru Natsuki

“The difference in ability, what about it? Do you think I should give up just because you're stronger than me?”

- Ichigo Kurosaki

“itami o kanjiro!, itami o kangaero!, itami o uketore!, itami o shire!, itami o shiranu mono ni, honton ho heiwa wakaran!, koko yori sekai ni itami o !

SHINRA TENSEI !”

- Pain Akatsuki

"Lebih baik dibenci karena apa adanya dirimu, daripada dicintai karena bukan dirimu."

- Hachiman Hikigaya

"Ketika kamu menyelesaikan sesuatu, itu bukanlah akhir dari sesuatu, itu adalah awal dari yang baru"

- Taiga Aisaka, Toradora

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

- QS As-Syarh : 5

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan menyebut nama Allah SWT. yang maha pengasih lagi maha penyayang. Puji syukur kehadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan karunia –Nya lah Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul: “RANCANG BANGUN MEKANISME PENGGERAK PINTU OTOMATIS *SWING DOOR* MENGGUKAN SPUR GEAR”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat wajib untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu Teknik Mesin di Universitas Islam Indonesia.

Tugas Akhir ini tidak dapat berjalan dengan lancar tanpa bantuan dan masukan dari Dosen Pembimbing I dan II serta teman-teman dari Teknik Mesin. Untuk itu, penulis sampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Kedua Orang Tua, Keluarga, yang telah mendukung dan selalumemberikan doa kepada penulis.
3. Bapak Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing 1 yang selalu mendampingi dan memotivasi selama proses pembuatan tugas akhir.
4. Bapak Agung Nugroho Adi, ST., MT selaku dosen pembimbing 2 yang selalu mendampingi dan memotivasi selama proses pembuatan tugas akhir.
5. Semua dosen dan jajaran staf Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah banyak memberikan ilmu selama perkuliahan yang sangat bermanfaat untuk mendukung pengerjaan tugas akhir ini.
6. Kawan-kawan Javanese Class dan Dude Game yang menjadi teman seperjuangan dan teman berkeluh kesah selama perkuliahan.
7. Semua pihak yang terkait dari awal hingga akhir pengerjaan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas dukungan dan motivasinya.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi otomasi pintu swing di masa pandemi COVID-19 menuntut solusi yang mampu mengurangi kontak fisik tanpa merombak keseluruhan konstruksi pintu. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan mekanisme penggerak pintu otomatis swing door closer berbasis DC motor RS-555 dengan reduksi spur gear dan kendali mikrokontroler ESP32. Metode meliputi pengukuran gaya dan torsi door closer, perhitungan rasio gear 8 : 1 untuk menyesuaikan kecepatan putar motor dari 40 rpm menjadi 5 rpm sekaligus meningkatkan torsi hingga 28 Nm, perancangan komponen mekanik (gear module 1, coupling custom aluminium, frame PLA), serta implementasi perangkat lunak di Arduino IDE dengan sensor PIR dan limit switch sebagai sistem proteksi. Hasil pengujian tanpa beban menunjukkan bukaan 90° dalam rata-rata 5,5 detik, sedangkan pengujian pada prototipe beban mencatat rata-rata 7,5 detik dengan keberhasilan hanya pada percobaan pertama akibat selip coupling dan fluktuasi sinyal PIR. Analisis statis memperlihatkan faktor keselamatan 2,2 untuk middle gear, sementara final gear dan coupling memerlukan peningkatan kekuatan material. Secara keseluruhan, mekanisme penggerak ini membuktikan konsep otomasi pintu swing yang memenuhi spesifikasi torsi dan kecepatan, namun masih memerlukan penyempurnaan desain coupling dan stabilisasi sensor agar layak diimplementasikan secara luas.

Kata Kunci : *Spur Gear, Otomatis, Mekanisme, Pembuka Pintu, ESP-32.*

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Pernyataan keaslian	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Door closer	6
2.2.2 Spur Gear	7
2.2.3 Rasio <i>Gear</i>	7
2.2.4 Gaya	8
2.2.5 Torsi	9
2.2.6 Daya	9
2.2.7 <i>DC motor</i>	10
2.2.8 Coupling	10

2.2.9	ESP32 Board	10
2.2.10	Motor Driver BTS7960	11
2.2.11	PIR Motion Sensor	11
2.2.12	Arduino IDE	12
Bab 3 Metode Penelitian		13
3.1	Alur Penelitian	13
3.2	Kriteria Desain	14
3.3	Observasi	14
3.3.1	Perhitungan dan Pemilihan <i>DC motor</i>	14
3.3.2	Perancangan dan pengukuran <i>Coupling Swing Door Closer</i>	17
3.4	Perancangan Perangkat Keras	18
3.4.1	Perancangan dan Pemilihan Mekanisme Penggerak	19
3.4.2	Desain Reduksi Roda Gigi	22
3.4.3	Desain <i>Frame</i> Roda Gigi Reduksi dan Sistem Kendali	25
3.4.4	Perancangan <i>Coupling</i>	29
3.4.5	Perancangan Sistem Kendali	31
3.5	Perancangan Perangkat Lunak	33
3.6	Peralatan dan Bahan	34
3.6.1	Peralatan	34
3.6.2	Bahan	41
3.7	Metode Pengujian	47
3.8	Proses Perakitan	48
Bab 4 Hasil dan Pembahasan		51
4.1	Hasil Perancangan	51
4.1.1	Perancangan Alat Kendali	51
4.1.2	Perancangan Sistem Kendali	53
4.1.3	Perancangan Roda Gigi Reduksi	55
4.2	Hasil Pengujian	57
4.2.1	Hasil Pengujian Mekanisme Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis <i>Swing Door Closer</i> Tanpa Beban	58
4.2.2	Hasil Pengujian Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis <i>Swing Door Closer</i> Dengan Beban	58

4.2.3	Hasil Pengujian Keseluruhan Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis <i>Swing Door Closer</i>	59
4.3	Analisis dan Pembahasan	60
4.3.1	Analisis Gaya yang Terjadi pada <i>Gear</i>	60
4.3.2	Pembahasan Hasil Simulasi Membuka Pintu	61
4.3.3	Perbandingan Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis <i>Swing Door</i> Dengan Mekanisme Lain.....	63
Bab 5	Penutup.....	64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	64
	Daftar Pustaka	65
	LAMPIRAN 1.....	67
	LAMPIRAN 2.....	68
	LAMPIRAN 3.....	70
	LAMPIRAN 4.....	72
	LAMPIRAN 5.....	74
	LAMPIRAN 6.....	76
	LAMPIRAN 7.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Hasil Pengukuran Gaya <i>Door closer</i>	15
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Keseluruhan Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis <i>Swing Door Closer</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3-1 Alur Penelitian.....	13
Gambar 3-2 Pengukuran Gaya <i>Door Closer</i>	15
Gambar 3-3 Pengukuran Tebal Poros <i>Door Closer</i>	18
Gambar 3-4 Pengukuran Diameter Luar Poros <i>Door Closer</i>	18
Gambar 3-5 Mekanisme <i>Spur Gear</i>	19
Gambar 3-6 Mekanisme <i>Bevel Gear</i>	20
Gambar 3-7 Alternatif Mekanisme Penggerak <i>Shaft Coupling</i>	21
Gambar 3-8 Mekanisme <i>Timing Pulley</i>	21
Gambar 3-9 Desain <i>Gear Reducer</i> Tampak Atas Isometris	22
Gambar 3-10 Desain <i>Gear Reducer</i> Tampak Bawah Isometris	22
Gambar 3-11 <i>Spur Gear ISO Module 1 112T</i>	24
Gambar 3-12 Konfigurasi <i>Gear Reducer</i>	24
Gambar 3-13 Iterasi Desain 1	25
Gambar 3-14 Iterasi Desain 2	25
Gambar 3-15 Iterasi Desain 2.....	26
Gambar 3-16 Desain <i>Frame</i> Mekanisme Penggerak <i>Door Closer</i>	26
Gambar 3-17 <i>Exploded View</i> Desain <i>Frame</i> Mekanisme Penggerak <i>Door Closer</i>	27
Gambar 3-18 <i>Frame</i> penahan depan mekanisme penggerak <i>door closer</i>	27
Gambar 3-19 <i>Frame</i> Penahan Belakang Penggerak <i>Door Closer</i>	28
Gambar 3-20 <i>Frame</i> Sistem Kendali Penggerak <i>Door Closer</i>	28
Gambar 3-21 Desain <i>Full Assembly Frame Spur Gear</i> dan Sistem Kendali	29
Gambar 3-22 Bentuk dan Ukuran Poros <i>Door Closer</i>	30
Gambar 3-23 <i>Flexible Coupling</i> 6x8 mm.....	30
Gambar 3-24 <i>Coupling Custom</i> 6x13 mm.....	31
Gambar 3-25 Rangkaian Sistem Kendali Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis	32
Gambar 3-26 Diagram Skematik Rangkaian Sistem Kendali	33
Gambar 3-27 Skema Alur Kerja pada <i>ESP32</i>	34

Gambar 3-28 Mesin 3D <i>Printer</i>	34
Gambar 3-29 <i>Benchtop Drill Press</i>	35
Gambar 3-30 Timbangan Tarik	35
Gambar 3-31 Jangka Sorong	36
Gambar 3-32 Penggaris Busur Derajat	36
Gambar 3-33 Mesin Bubut	36
Gambar 3-34 Solder Listrik	37
Gambar 3-35 Atraktor	37
Gambar 3-36 Multimeter Digital	38
Gambar 3-37 Tang Potong	38
Gambar 3-38 Kunci L Set	39
Gambar 3-39 Mata Bor (Ukuran 2,8mm dan 2,6mm)	39
Gambar 3-40 Mata Ulir M3×0,5	39
Gambar 3-41 Power Supply <i>Adjustable</i> 24V10A	40
Gambar 3-42 <i>SolidWorks</i> 2022	40
Gambar 3-43 Arduino IDE	41
Gambar 3-44 Filamen PLA	41
Gambar 3-45 As Aluminium Bulat OD 25mm	42
Gambar 3-46 As Besi s45c	42
Gambar 3-47 ESP32 <i>Board</i>	42
Gambar 3-48 <i>Motor Driver</i> BTS7960	43
Gambar 3-49 DC Motor RS-555	43
Gambar 3-50 <i>Adjustable Step Down</i> LM2596	44
Gambar 3-51 <i>Limit Switch</i>	44
Gambar 3-52 <i>Digital Voltmeter</i>	44
Gambar 3-53 Bearing 688ZZ	45
Gambar 3-54 Baut L Tanam	45
Gambar 3-55 Baut Hexagonal, Mur dan Ring	46
Gambar 3-56 Pelumas <i>Grease</i>	46
Gambar 3-57 Timah Solder	46
Gambar 3-58 <i>PCB Dot Matrix Circuit Board Single Layer</i>	47
Gambar 3-59 Sensor Gerak PIR	47

Gambar 3-60 <i>Explode View</i> Perakitan Alat Kendali	49
Gambar 3-61 <i>Explode View</i> Perakitan Sistem Kendali	50
Gambar 4-1 <i>Full Assembly</i> Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis <i>Swing Door Closer</i>	51
Gambar 4-2 Pintu Prototipe	52
Gambar 4-3 Pembuatan Tanda Lubang pada Papan.....	52
Gambar 4-4 Pengeboran Lubang Baut pada Papan	52
Gambar 4-5 Hasil Perancangan	53
Gambar 4-6 Perancangan Sistem dan Program Kendali <i>DC motor</i>	53
Gambar 4-7 Perancangan Sistem dan Program Kendali dengan Tambahan <i>Limit Switch</i>	54
Gambar 4-8 Susunan Peletakan Rangkaian pada Kotak Elektrik.....	54
Gambar 4-9 Sketsa Dimensi Ukuran <i>Gear DC motor</i>	55
Gambar 4-10 Sketsa Dimensi Ukuran Keseluruhan <i>Gear</i>	56
Gambar 4-11 Sketsa Dimensi Ukuran <i>Gear Middle</i>	56
Gambar 4-12 Hasil Pembuatan <i>Gear Middle</i>	57
Gambar 4-13 Hasil Pembuatan Keseluruhan <i>Gear</i>	57
Gambar 4-14 Alat Kendali Memutar <i>Door Closer</i>	58
Gambar 4-15 Pengujian Mekanisme Penggerak <i>Door Closer</i> pada Pintu Prototipe	59
Gambar 4-16 Pengujian Keseluruhan Mekanisme Penggerak <i>Door Closer</i>	60
Gambar 4-17 Sketsa Distribusi Pembebanan <i>Spur Gear</i>	61
Gambar 4-21 <i>Coupling</i> dengan Empat Baut Pengunci.....	62
Gambar 4-22 <i>Coupling</i> Berputar dan Bergerak ke Atas.....	63

DAFTAR NOTASI

a = Percepatan (m/s^2)

d_1 = Diameter Awal (cm)

d_2 = Diameter Akhir (cm)

F = Gaya (N)

F_n = Gaya Normal (N)

i = Angka Transmisi

m = Massa (kg)

n_1 = Kecepatan Putar Awal (rpm)

n_2 = Kecepatan Putar Akhir (rpm)

N_{t1} = Jumlah Gigi pada Gear Pertama

N_{t2} = Jumlah Gigi pada Gear Kedua

Θ = Sudut (derajat)

r = Panjang (cm)

τ_1 = Torsi Awal (Nm) atau (kgf.cm)

τ_2 = Torsi Akhir (Nm) atau (kgf.cm)

ω_1 = Kecepatan Sudut Awal (rad/detik)

ω_2 = Kecepatan Sudut Akhir (rad/detik)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peristiwa pandemi COVID-19 yang telah terjadi di dunia tak terkecuali di Indonesia yang berlangsung kurang lebih 3 tahun, dapat dijadikan salah satu faktor kemajuan teknologi terutama pada pintu. Pintu yang dimaksud yaitu pintu berjenis pintu *swing* yang biasa digunakan pada rumah, rumah sakit, kantor, sekolah dan sebagainya. Kemajuan yang dimaksud pada pintu jenis *swing door* yaitu yang sebelumnya harus memegang gagang pintu untuk membuka atau menutup pintu. Kemudian karena terjadinya pandemi COVID-19 yang mengharuskan mengurangi kontak fisik baik antar manusia maupun benda, maka sebagian besar pintu jenis *swing door* di era sekarang sudah dilengkapi dengan sebuah sensor yang dapat membuka atau menutup pintu dengan otomatis tanpa harus memegang gagang pintu atau kontak fisik.

Penelitian sebelumnya telah dikembangkan sebuah robot asisten medis untuk mengantar keperluan medis. Akan tetapi, robot asisten medis tersebut kurang efektif karena masih membutuhkan interaksi manusia untuk membuka pintu. Maka dari itu terdapat beberapa alternatif solusi agar robot asisten medis dapat beroperasi tanpa perlu interaksi manusia untuk membuka pintu antara lain, mengembangkan robot asisten medis dengan menambah lengan atau mengubah pintu yang masih manual ke pintu otomatis. Pengembangan robot asisten medis yang memiliki lengan sudah dilakukan namun kurang efektif karena masih belum bisa membuka pintu secara penuh dan robot masih sering terjatuh ketika membuka pintu. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan alat mekanisme yang dapat mengubah pintu yang manual menjadi otomatis tanpa mengubah keseluruhan mekanisme pintu.

Sebelumnya sudah ada alat berupa penutup pintu otomatis atau *door closer* untuk jenis pintu *swing*, akan tetapi alat tersebut masih membutuhkan bantuan manusia untuk membuka pintu. Maka dari itu dibuatlah perancangan mekanisme penggerak otomatis *swing door closer* sebagai tambahan alat *door closer* agar

dapat menjadi otomatis tanpa perlu memegang gagang pintu untuk membuka pintu dan tanpa mengubah alat *door closer*. Dengan adanya rancangan mekanisme penggerak otomatis *swing door closer*, pintu-pintu yang berjenis pintu *swing* tidak perlu diubah menjadi pintu geser otomatis yang dapat menguras lebih banyak biaya untuk pemasangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan permasalahan meliputi:

1. Bagaimana rancangan mekanisme penggerak untuk mengotomasikan *swing door closer*?
2. Bagaimana rancangan sistem kendali untuk menggerakan sistem *swing door closer*?

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir, dilakukan mulai dari perancangan, pembuatan *prototype* hingga melakukan simulasi. Namun dalam proses perancangan dan pembuatan dibatasi oleh:

1. Pintu yang digunakan sebagai referensi perancangan dan simulasi yaitu pintu dorong/tarik.
2. Alat hanya dipasang di bagian atas kusen pintu.
3. Aktuator penggerak pintu menggunakan *DC motor* berjenis *gearbox*.
4. Pergerakan buka tutup pintu dapat dikendalikan secara nirkabel dan deteksi gerakan disekitar.
5. Pembuatan frame produk diproses dengan mesin 3D print berbahan PLA.
6. Prototype diuji pada model pintu.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan dari perancangan yang dilakukan pada tugas akhir ini yaitu :

1. Merancang dan membuat mekanisme penggerak untuk mengotomasikan *swing door closer*.

2. Merancang dan membuat sistem kendali untuk menggerakkan sistem *door closing*.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Dengan merancang mekanisme penggerak *swing door closer*, dapat digunakan sebagai alat yang dapat mengotomatiskan pintu manual serta dapat mengembangkan sistem otomasi ruangan di kampus.

1.6 Sistematika Penulisan

Bagian ini berisikan mengenai urutan dan sistematika penulisan laporan tugas akhir yang dilengkapi dengan ringkasan isi dari masing-masing bab dalam perancangan ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian ini menjelaskan terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan teori dan kajian pustaka yang mendukung pengerjaan tugas akhir.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bagian ini berisikan alur perancangan, kriteria desain serta alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan.

BAB IV : HASIL dan PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisikan tentang analisis data hasil perancangan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

BAB V : PENUTUP

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari perancangan mekanisme penggerak otomatis *swing door closer* menggunakan spur gear.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Robot merupakan sistem mekanik dan elektronik yang diprogram untuk melakukan tugas-tugas tertentu secara otomatis. Dalam dunia medis, teknologi robot berperan besar seperti mengantar makanan, obat ataupun alat kesehatan lainnya hingga dapat membantu tindakan operasi baik kecil maupun besar. Namun pengembangan robot asisten medis mempunyai kesulitan tersendiri, dikarenakan prosedur dalam kepentingan medis lebih ketat dan lebih sulit dibanding untuk kepentingan lainnya serta robot untuk keperluan medis pada dasarnya diharapkan mampu berperan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan terhadap pasien.

Terdapat penelitian terkait pengembangan robot pelayanan kesehatan adalah rancang bangun robot pelayan medis untuk pasien karantina *COVID-19* dengan kendali berbasis android[1]. Penelitian tersebut berisi tentang perancangan robot berbentuk seperti rak yang dapat dikendalikan jarak jauh yang bertugas untuk membantu pelayanan rutin berupa mengantarkan makanan, obat dan keperluan medis lainnya serta untuk mengurangi kontak fisik antara perawat dengan pasien *COVID-19*. Akan tetapi robot tersebut masih memiliki kekurangan yaitu saat robot pelayan medis sedang mengantar ke pasien *COVID-19*, pasien tetap harus membuka pintu agar robot pelayan medis tersebut dapat masuk ke ruangan pasien.

Oleh karena itu, robot tersebut dikembangkan lagi seperti pada penelitian rancang bangun prototipe mekanisme pembuka pintu pada robot asisten medis[2]. Penelitian tersebut mengembangkan yang awalnya robot pelayan medis yang berwujud seperti rak yang dapat dikendalikan jarak jauh yang kemudian dimodifikasi diberikan dua lengan robot yang berfungsi untuk membuka pintu supaya pasien tidak perlu lagi untuk membuka pintu. Dari pengembangan robot tersebut, masih memiliki beberapa kekurangan antara lain lengan yang ditambahkan pada robot masih sulit ketika membuka pintu sehingga pintu tidak terbuka dan ketika robot membuka pintu robot cenderung miring sehingga sering terjatuh.

Penelitian lain yang memiliki kesamaan pada penelitian pertama yaitu perancangan robot pembantu perawat berbasis IOT menggunakan nodemcu esp8266 dan blynk. Penelitian tersebut memiliki kesamaan berupa robot pelayan medis yang bertugas mengantar keperluan medis ke pasien atau sesama perawat, namun robot yang dirancang berbentuk seperti keranjang yang dapat dikendalikan menggunakan *smartphone* yang dihubungkan ke Wi-Fi[3]. Robot pelayan medis bekerja efektif tetapi masih ada beberapa kendala yang dialami yaitu masih perlunya kontak fisik dari pasien untuk membantu membuka pintu dan jika robot melewati dinding yang tebal sinyal atau jaringan yang terhubung melalui Wi-Fi terkadang hilang sehingga robot tiba-tiba berhenti.

Penelitian yang berjudul rancang bangun robot pelayan pasien berbasis internet of things (iot) memiliki kesamaan dalam rancangan robot pelayan medis seperti pada penelitian pertama. Robot pelayan medis yang dirancang berbentuk seperti rak dengan ditambah beberapa fitur seperti *hand sanitizer* otomatis dan dapat melakukan komunikasi *video call*[4].

Maka dari itu, tidak hanya pengembangan yang dilakukan pada robot pelayan medis tetapi pengembangan dapat dilakukan pada pintu yang ada di rumah sakit. Pengembangan yang sudah dilakukan pada pintu rumah sakit seperti mengganti keseluruhan pintu yang manual yang memerlukan kontak fisik untuk membuka dan menutup pintu diubah menjadi pintu otomatis yang dapat membuka dan menutup pintu secara otomatis tanpa perlu kontak fisik baik dari pasien maupun tenaga medis. Akan tetapi, pintu yang diubah menjadi otomatis harus mengubah keseluruhan bentuk pintu. Maka dari itu diperlukan pengembangan pintu otomatis tanpa perlu mengubah wujud pintu.

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk pengembangan terhadap mekanisme pintu otomatis seperti pada penelitian perancangan pintu otomatis menggunakan sensor *PIR (passive infrared receiver)* dimasa pandemi *COVID-19*[5]. Pengembangan yang dilakukan pada pintu yaitu dengan menambahkan sensor gerak *PIR* sebagai pemicu gerakan pintu yang dihubungkan motor *servo*. Keunggulan dari pengembangan pintu tersebut yaitu jika dihubungkan dengan pengembangan robot yang telah dilakukan pada penelitian

sebelumnya, robot pelayan medis dapat dengan mudah mengantarkan keperluan medis tiap ruangan tanpa perlu untuk membuka atau menutup pintu.

Penelitian lain yang berkaitan dengan pengembangan pintu otomatis seperti pada penelitian pintu otomatis berbasis *ultrasonic internet of things*. Pengembangan pintu otomatis tersebut memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan penelitian pengembangan pintu otomatis sebelumnya. Pengembangan pintu yang dilakukan agar menjadi otomatis yaitu dengan menambahkan sensor jarak ultrasonik *HC-SR04* sebagai pemicu gerakan pintu yang dihubungkan ke motor *servo*[6]. Pengembangan pintu menggunakan sensor jarak ultrasonik *HC-SR04* memiliki kekurangan yaitu jangkauan sensor jarak tidak seluas sensor gerak *PIR*, karena sensor jarak mendeteksi gerakan berdasarkan jarak antar objek dengan sensor pada jarak yang telah ditentukan pada program sedangkan jika menggunakan sensor gerak *PIR* mendeteksi gerakan secara langsung jika ada objek yang langsung bergerak atau di depan sensor gerak *PIR* tanpa mengatur jarak antar sensor dengan objek.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Door closer

Door closer adalah perangkat mekanis yang mengatur kecepatan dan tindakan gerakan pintu saat membuka dan menutupnya secara otomatis. Door closer biasanya menggunakan sistem piston hidraulik atau pneumatik untuk mengontrol gerakan pintu. Fungsi utama door closer adalah untuk menjaga keamanan dan keselamatan dan mencegah pintu terbuka terlalu cepat.

Door closer dengan sistem hidrolik sebagian besar menggunakan sistem hidrolik overhead: Sistem ini bekerja dengan menggunakan tegangan pegas yang dimodulasi oleh cairan hidrolik. Saat pengguna membuka pintu, cairan hidrolik mengalir dari satu reservoir ke reservoir lain, dan saat pegas mendorong pintu tertutup lagi, cairan hidrolik mengalir kembali ke reservoir sebelumnya melalui serangkaian katup yang mengendalikan kecepatan[7].

2.2.2 Spur Gear

Spur gear adalah roda gigi yang paling sederhana yang terdiri dari silinder dengan gigi-gigi yang terbentuk secara radial. Ujung roda gigi-gigi lurus dan tersusun paralel terhadap poros rotasi. Roda gigi ini hanya bisa dihubungkan secara paralel[8]. Roda gigi ini memiliki gigi yang sejajar dengan porosnya, sehingga memungkinkan transfer daya yang efisien. Spur gear berfungsi untuk mentransfer tenaga dari satu poros ke poros lainnya melalui gigi yang saling terhubung. Kelebihan utama dari spur gear adalah efisiensi tinggi dan kesederhanaan dalam desain. Namun, kekurangan dari spur gear adalah kebisingan yang dihasilkan, terutama pada kecepatan tinggi.

2.2.3 Rasio Gear

Rasio roda gigi dapat didefinisikan sebagai rasio jumlah putaran atau kecepatan putaran dari dua roda gigi yang dihubungkan, yaitu roda gigi penggerak dan penggerak. Rasio roda gigi menentukan seberapa besar kecepatan dan torsi antara roda gigi dalam sistem mekanis. Rasio roda gigi yang tinggi akan menghasilkan kecepatan yang lebih lambat tetapi menghasilkan torsi yang lebih besar. Sebaliknya, jika rasio roda gigi yang rendah akan menghasilkan kecepatan yang tinggi tetapi torsi yang lebih kecil[9].

Untuk menghitung rasio roda gigi dapat menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut:

- Rasio Roda Gigi

$$\text{Gear Ratio} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

- Rasio Kecepatan Roda Gigi

$$\text{Gear Ratio} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{Kecepatan Gigi Input}}{\text{Kecepatan Gigi Output}}$$

Atau:

$$\text{Kecepatan Gigi Output} = \frac{\text{Gear Ratio}}{\text{Kecepatan Gigi Input}}$$

- Rasio Torsi Roda Gigi

$$\text{Gear Ratio} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{\text{Torsi Output}}{\text{Torsi Input}}$$

Atau:

$$Torsi\ Output = Gear\ Ratio \times Torsi\ Input$$

ω = Kecepatan Sudut/Angular Velocity dalam radian/detik

n = Kecepatan Gigi dalam RPM

d = Diameter roda gigi dan pinion

T = Jumlah Gigi

Kecepatan Gigi Input (rpm)

Kecepatan Gigi Output (rpm)

Torsi Input (Nm)

Torsi Output (Nm)

2.2.4 Gaya

Langkah awal pengukuran gaya pada pintu yaitu dengan mencari besar gaya saat membuka atau menutup pintu. Berikut merupakan rumus untuk mencari besar gaya pada pintu.

$$F = m \times a$$

F = Gaya yang dibutuhkan untuk membuka atau menutup pintu

m = berat pintu

a = percepatan ketika membuka atau menutup pintu

F merupakan besar gaya ketika pintu dibuka atau ditutup. F dipengaruhi beberapa faktor antara lain seperti berat pintu (m), berat pintu tergantung dari material yang digunakan oleh pintu. Kemudian besar gaya (F) dapat dipengaruhi oleh pergerakan pintu yang lancar atau macet yang disebut koefisien gesek (μ) serta dapat dipengaruhi juga oleh cepat atau lambat pergerakan pintu saat dibuka atau ditutup ketika ditarik atau didorong yang menghasilkan percepatan (a).

Dalam pengukuran gaya pintu ketika pintu ditarik atau didorong, pergerakan yang dialami pintu yaitu pergerakan sudut yang membutuhkan kecepatan sudut (ω) bergantung pada lama waktu yang dibutuhkan saat pintu ditarik atau didorong pada sudut tertentu yang menghasilkan percepatan sudut ($j\theta$) Saat menarik atau mendorong pintu, gaya terbesar dihasilkan pada percepatan

tertinggi dan ketika pintu ditarik atau didorong setengah dari sudut yang telah ditentukan.

2.2.5 Torsi

Gaya yang telah didapatkan dengan cara dan rumus yang telah ditentukan, kemudian mencari torsi pintu untuk acuan mencari *DC motor* yang akan digunakan untuk membuka atau menutup pintu. Berikut rumus yang akan digunakan untuk mencari torsi pintu.

$$\tau = l \times F$$

τ = torsi yang diperlukan untuk membuka atau menutup pintu

l = panjang pintu

F = Gaya yang dibutuhkan untuk membuka atau menutup pintu

Lengan momen (l) yang akan dihitung menggunakan panjang pintu, namun dikarenakan perhitungan gaya pada pintu yang bergerak membentuk sudut tertentu maka rumus yang digunakan mengalami perubahan berikut.

$$\tau = F \times r \times \sin\theta$$

τ = torsi yang diperlukan untuk membuka atau menutup pintu

r = panjang pintu

F = Gaya yang dibutuhkan untuk membuka atau menutup pintu

$\sin\theta$ = sudut bukaan pintu

2.2.6 Daya

Daya pada *DC motor* akan dicari menggunakan perhitungan dari torsi dan kecepatan sudut yang telah dihitung sebelumnya.

$$P = \omega \times \tau$$

τ = torsi yang diperlukan untuk membuka atau menutup pintu

ω = Kecepatan Sudut

P = daya *DC motor* yang diperlukan untuk membuka atau menutup pintu

Kecepatan sudut yang telah dicari dengan cara menarik atau mendorong pintu dengan waktu tertentu kemudian akan dikalikan torsi yang telah dihitung menggunakan rumus yang telah disediakan akan mendapatkan daya (P) *DC motor* yang akan digunakan. Daya (P) yang telah dicari dan tegangan (V) *DC motor* yang

telah ditentukan kemudian akan dicari kuat arus atau ampere (I) agar *DC motor* yang akan digunakan dapat menggerakkan pintu. Berikut rumus yang akan digunakan mencari kuat arus atau ampere pada *DC motor*.

$$I = \frac{P}{V}$$

I = Ampere/Kuat arus

P = daya *DC motor* yang diperlukan untuk membuka atau menutup pintu

V = Tegangan

2.2.7 *DC motor*

DC motor adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Cara kerja *DC motor* didasarkan pada prinsip dimana ketika konduktor yang membawa arus ditempatkan dalam medan magnet, konduktor tersebut akan mengalami gaya mekanis[11]. *DC motor* merupakan salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan untuk tenaga penggerak di industri. Hal ini karena keunggulan yang dimiliki oleh motor ini, seperti rentang pengaturan kecepatan putaran yang lebih lebar dibanding dengan motor arus bolak balik dan lebih mudah dikendalikan[12].

2.2.8 Coupling

Kopling (*Coupling*) merujuk pada perangkat yang menghubungkan dua sistem atau komponen terpisah, yang memungkinkan transmisi daya, gerakan, atau sinyal. Umumnya digunakan dalam sistem mekanis, kopling menyambungkan dua poros, yang memungkinkan transfer daya yang efisien dari komponen penggerak (seperti motor) ke komponen yang digerakkan (seperti pompa atau kipas). Kopling juga digunakan dalam sistem perpipaan, di mana kopling menghubungkan bagian-bagian pipa untuk memastikan jalur aliran yang berkesinambungan.

2.2.9 ESP32 Board

ESP32 merupakan salah satu keluarga mikrokontroler yang diperkenalkan dan dikembangkan oleh Espressif Systems. Mikrokontroler ini kompatibel dengan Arduino IDE. Mikrokontroler ini sudah memiliki modul WiFi dan terhubung

dengan BLE (Bluetooth Low Energy) melalui sebuah chip, sehingga sangat powerful dan dapat menjadi pilihan yang bagus untuk membuat sebuah sistem aplikasi IoT. ESP32 merupakan singkatan dari Espressif32 yang merupakan development board yang dikembangkan oleh Espressif Systems[13].

2.2.10 Motor Driver BTS7960

Driver motor adalah peningkat arus. Fungsi dari motor driver adalah untuk merubah sinyal control dengan arus rendah menjadi arus yang lebih tinggi untuk menggerakkan motor. Motor driver memiliki berbagai jenis yang dapat dikategorikan dalam suplai tegangan maksimum, arus keluaran maksimum, daya keluaran, tegangan beban jenis kemasan dan jumlah output[14]. BTS7960 adalah modul motor driver berdaya tinggi yang menggunakan teknik Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengontrol kecepatan dan arah *DC motor*. Modul ini dirancang untuk mengendalikan motor dengan daya hingga 43A dan tegangan input antara 6V hingga 27V.

2.2.11 PIR Motion Sensor

PIR atau Detektor Inframerah Pasif paling umum digunakan dalam sistem alarm pencuri. PIR adalah sensor panas dengan jangkauan lebih jauh. Sensor atau detektor inframerah PIR adalah lampu keamanan sensor gerak yang menerangi pintu masuk saat seseorang mendekat. Cahaya inframerah berada di luar kemampuan mata melihat untuk mendeteksi cahaya.

Sensor PIR mendeteksi perubahan jumlah cahaya inframerah yang mengenai sensor. Radiasi IR bervariasi tergantung pada kondisi permukaan dan suhu objek di depan sensor. Setiap kali suatu objek, seperti seseorang, lewat di depan sensor PIR, suhu area tersebut berubah dari suhu ruangan ke suhu tubuh. Saat benda bergerak maju, suhunya naik lagi. Jumlah yang dipancarkan dari ruangan, dinding, atau luar ruangan. Bagian pertama dari zona deteksi dipicu ketika objek hangat (manusia atau hewan) melewati sensor PIR dan menghasilkan pulsa positif diferensial sebagai keluaran. Ketika benda hangat menjauh dari area sensor, hal sebaliknya terjadi dan sensor menghasilkan perubahan diferensial negatif[12].

2.2.12 Arduino IDE

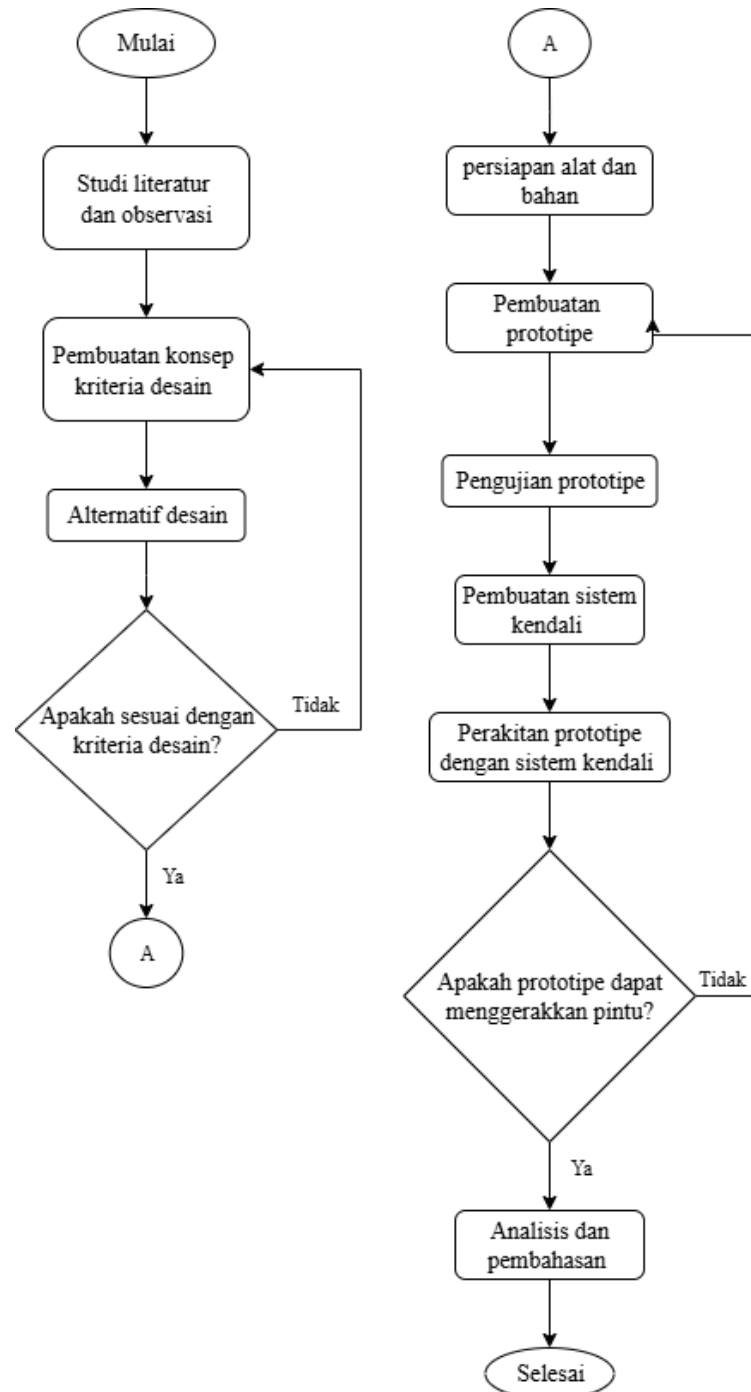
Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah[15].

Arduino IDE menyediakan antarmuka yang sederhana dan intuitif untuk pemrograman mikrokontroler Arduino, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengembangkan aplikasi berbasis sensor dan aktuator.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Alur Penelitian

3.2 Kriteria Desain

Dalam perancangan mekanisme penggerak pintu otomatis *door closer*, terdapat beberapa kriteria perancangan yang harus dipenuhi agar hasil perancangan yang diperoleh optimal. Berikut merupakan kriteria perancangan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*:

1. Alat dapat membuka pintu tidak lebih dari 3 detik
2. Posisi alat pas (concentric) sesumbu dengan posisi poros door closer
3. Alat memiliki bobot sebesar 1 kg
4. Spesifikasi motor yang minimal dibutuhkan 5 rpm dan torsi 20 Nm ($\pm 204 \text{ kgcm}$) dengan *safety factor* 1.5

Kemudian untuk kriteria perancangan sistem kendali sebagai pengatur gerakan mekanisme penggerak pintu otomatis sebagai berikut:

1. Sistem kendali harus bisa mengendalikan gerak *DC motor* yang digunakan pada rangkaian penggerak pintu otomatis *swing door closer* secara *clockwise* maupun *counterclockwise*.
2. Sistem kendali harus mempunyai fitur keamanan agar ketika *swing door closer* mencapai batas gerak maksimum, *DC motor* dapat langsung berhenti aktif.
3. Sistem kendali harus dapat mengendalikan rangkaian penggerak pintu otomatis *swing door closer* secara otomatis menggunakan sensor PIR yang diletakkan pada atas kusen pintu.

3.3 Observasi

Sebelum memulai perancangan dan pembuatan alat, dilakukan observasi pada *door closer* supaya alat yang dirancang dan dibuat sesuai dengan kebutuhan dan ukuran *door closer* sehingga dapat berjalan dengan baik. Untuk perancangan dan pembuatan alat penggerak pintu otomatis *door closer*, dilakukan dua tahap observasi yaitu:

3.3.1 Perhitungan dan Pemilihan *DC motor*

Pemilihan *DC motor* sebagai penggerak *door closer* dimulai dengan melakukan pengukuran dan perhitungan gaya yang terjadi pada saat menarik secara

penuh dengan sudut bukaan pintu kurang lebih 90^0 pada lengan *door closer* dengan tegak lurus menggunakan alat timbangan tarik. *Door closer* yang terpasang pada pintu diasumsikan pengaturan pada *door closer* diposisi yang paling berat, supaya *DC motor* yang dipilih akan lebih mampu menggerakkan *door closer* dengan gaya maksimal. Pengukuran gaya pada *door closer* menggunakan timbangan tarik dapat dilihat pada gambar 3-34.



Gambar 3-2 Pengukuran Gaya *Door Closer*

Dapat dilihat pada gambar 3-34, merupakan salah satu gambaran cara pengukuran gaya pada *door closer* yang akan dilakukan di merek *door closer BLC* dikarenakan beberapa pintu yang diuji pengukuran menggunakan merek yang sama dan diukur dengan sudut bukaan pintu yang sama kurang lebih 90^0 . Pengukuran gaya *door closer* juga dilakukan sebanyak tiga kali agar dapat menentukan rerata dan besar selisih antar percobaan pada *door closer BLC* yang kemudian akan digunakan untuk dasar pemilihan torsi pada *DC motor* yang dibutuhkan sebagai penggerak *door closer*. Dapat dilihat pada tabel 3-1 merupakan hasil pengukuran gaya *door closer* pada merek *BLC*.

Tabel 3-1 Hasil Pengukuran Gaya *Door closer*

Merek	Panjang lengan(mm)	Besar gaya maksimal(kgf)			Rata-rata(kgf)	Rata-rata(N)	Besar torsi(Nm)
BLC	245	6,87	6,54	6,72	6,71	65,76	16,1

Setelah dilakukannya pengukuran dan perhitungan gaya pada merek *door closer BLC* yang telah ditentukan. Supaya *DC motor* lebih maksimal dan mengurangi risiko gagal dalam menggerakkan *door closer*, torsi yang telah ditentukan sebesar 16,1 Nm dikalikan dengan *safety factor* sebesar 1,5 agar torsi yang dibutuhkan *DC motor* menjadi sebesar kurang lebih 24 Nm.

Setelah mendapatkan torsi untuk *DC motor* yang telah ditentukan, kemudian menentukan besar rpm yang dibutuhkan *DC motor* untuk membuka dan menutup *swing door closer*. Agar saat *swing door closer* membuka dan menutup tidak terlalu cepat, maka diasumsikan waktu minimal pergerakannya selama 3 detik. Nilai revolusi per menit (rpm) *DC motor* yang dibutuhkan dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}\frac{90^0}{3s} &= 30^0/s \\ 1 \text{ minute} &= 60s \\ 30^0/s \times 60s &= 1800^0/min \\ 1 \text{ revolution} &= 360^0 \\ \frac{1800^0/min}{360^0} &= 5 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Terhitung dengan kecepatan putar motor sebesar 5 rpm dapat membuka *swing door closer* sebesar 90^0 selama 3 detik. Setelah mendapatkan torsi dan kecepatan putar yang dibutuhkan, kemudian mencari *DC motor* di pasaran dengan spesifikasi yang mendekati atau sama dengan torsi dan kecepatan putar yang telah ditentukan. *DC motor* yang dibutuhkan tidak hanya spesifikasinya yang sesuai melainkan juga harga yang terjangkau dan bentuk yang minimalis agar efisien dan tidak memakan banyak tempat.

Didapatkanlah *DC motor* berjenis RS-555 yang sudah memiliki *gearbox* yang dapat menghasilkan kecepatan putar sebesar 40 rpm sampai 80 rpm dan torsi sebesar 2,96 Nm hingga 3,5 Nm berdasarkan tegangan (*voltage*) yang diberikan kepada *DC motor* (12-24V). Untuk menyesuaikan kecepatan putar dan torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan mekanisme *swing door closer*, diperlukan pereduksi roda gigi untuk mengurangi kecepatan motor dan meningkatkan torsi *DC motor* dengan asumsi kekuatan bahan roda gigi tidak diperhitungkan terlebih dahulu. Perbandingan atau rasio kecepatan putar dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}i &= \frac{\tau_1}{\tau_2} \\ i &= \frac{24 \text{ Nm}}{3,5 \text{ Nm}}\end{aligned}\tag{3.1}$$

$$\begin{aligned}
i &= 6,85 \\
i &= \frac{n_1}{n_2} \\
i &= \frac{n_1}{n_2} \\
i &= \frac{40 \text{ rpm}}{5 \text{ rpm}} \\
i &= 8
\end{aligned} \tag{3.2}$$

Perbandingan kecepatan putar dan torsi pada kedua Persamaan di atas 3.1 dan 3.2, didapat rasio perbandingan torsi sebesar 6,85 : 1 agar *DC motor* mampu menarik pintu. Sedangkan rasio perbandingan kecepatan putar sebesar 8 : 1 agar kecepatan putar *DC motor* menjadi 5 rpm. Agar torsi pada pereduksi roda gigi yang dihasilkan maksimal jika menggunakan rasio perbandingan 8 : 1, maka dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
i &= \frac{n_1}{n_2} = \frac{\tau_2}{\tau_1} \\
\frac{8}{1} &= \frac{40 \text{ rpm}}{5 \text{ rpm}} = \frac{\tau_2}{3,5 \text{ Nm}} \\
\tau_2 &= 28 \text{ Nm}
\end{aligned} \tag{3.3}$$

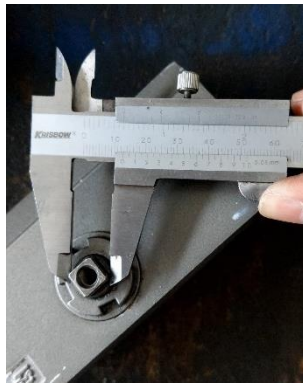
Hasil perhitungan berdasarkan Persamaan 3.5 dengan menggunakan rasio perbandingan 8 : 1 menjadikan asumsi torsi akhir yang dihasilkan sebesar 28 Nm yang berarti torsi yang dikeluarkan oleh pereduksi roda gigi lebih dari cukup dari kebutuhan torsi yang diperlukan yaitu sebesar 24 Nm.

3.3.2 Perancangan dan pengukuran *Coupling Swing Door Closer*

Coupling merupakan salah satu bagian penting dalam mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*, yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari *DC motor* dan *gear* reduksi ke poros *door closer* agar dapat membuka dan menutup pintu. Pengukuran poros *door closer* dilakukan beberapa tahap yaitu pengukuran diameter luar poros, tebal poros, diameter lubang *gear output*, dan tebal *gear output*. Ilustrasi cara pengukuran *coupling* pada *door closer* dapat dilihat pada Gambar 3-35 dan 3-36.



Gambar 3-3 Pengukuran Tebal Poros *Door Closer*



Gambar 3-4 Pengukuran Diameter Luar Poros *Door Closer*

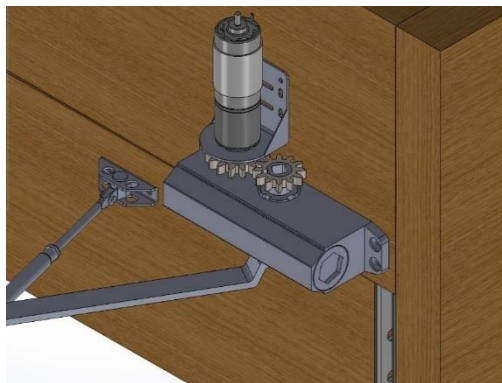
Setelah dilakukannya uji pengukuran pada poros *door closer BLC* didapatkan hasil diameter luar sebesar 12,8 mm dengan tebal poros sebesar 4,8 mm. Dikarenakan ujung poros *door closer* berbentuk seperti kubus, maka hasil pengukuran diameter luar dan tebal poros diberikan toleransi 0,2 mm sehingga ketika *coupling* dibuat ukuran lubang sebagai pengunci poros tidak terlalu sempit saat akan dipasang ke poros *door closer*.

3.4 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa tahap, yaitu perancangan dan pemilihan mekanisme penggerak, desain *Frame* reduksi roda gigi dan perancangan *coupling* untuk *door closer*. Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa bagian bagian untuk mendukung alat dapat bekerja dengan baik. Bagian-bagian yang dirancang inilah yang perlu diimplementasikan menjadi satu kesatuan agar alat dapat bekerja dengan baik.

3.4.1 Perancangan dan Pemilihan Mekanisme Penggerak

Sebelum dipilih mekanisme penggerak *DC motor* berupa mekanisme *spur gear*, beberapa mekanisme dirancang seperti mekanisme *timing pulley*, *shaft coupling*, *bevel gear* dan *spur gear*. Dari beberapa mekanisme tersebut akan dipilih dengan mempertimbangkan beberapa faktor berupa faktor kemudahan dalam perawatan, faktor kemudahan dalam pemasangan, faktor daya tahan dan tidak membutuhkan banyak ruang karena maksimal luas mekanisme penggerak *DC motor* yang dibutuhkan kurang lebih sekitar 536,25cm² (belum termasuk kotak sistem kendali). Berikut beberapa desain rancangan mekanisme penggerak *DC motor*.

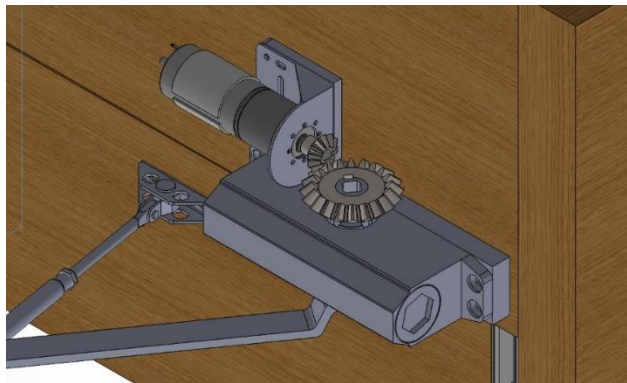


Gambar 3-5 Mekanisme *Spur Gear*

Gambar 3-37 merupakan mekanisme *spur gear* dengan prinsip kerja kontak langsung antara gigi-gigi pada sekeliling roda gigi secara simetris sehingga perputaran poros ditransmisikan dari poros penggerak ke poros penggerak lainnya. Mekanisme *spur gear* dapat dijadikan mekanisme utama penggerak *DC motor* karena memenuhi keseluruhan faktor yang dibutuhkan seperti:

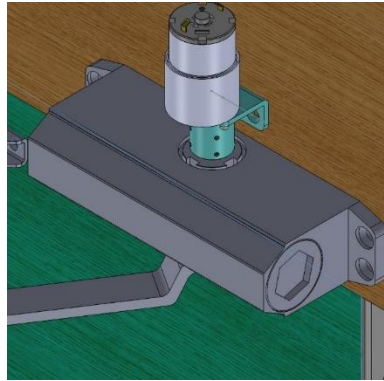
- a. Perawatan yang mudah pada mekanisme *spur gear*. Karena saat mekanisme sudah dijalankan beberapa kali, *spur gear* hanya perlu pelumas yang berfungsi sebagai pengurang gesekan, mencegah keausan antar gigi-gigi pada tiap *spur gear* dan pemberian pelumas pada *spur gear* hanya diperlukan saat *spur gear* terlihat mulai kering atau muncul suara bising ketika dijalankan.
- b. Perakitan yang mudah pada mekanisme *spur gear*. Pemasangan tiap roda gigi hanya memerlukan total sekitar 6 baut L tanam yang berukuran m3x4 mm yang berfungsi untuk pengunci yang dipasangkan ke as *DC motor*, baut m8 dan as *coupling door closer*.

- c. Mekanisme *spur gear* memiliki daya tahan yang lama. Dengan pengaplikasian sebagai alat penggerak pintu otomatis *swing door closer*, beban kinerja yang dibutuhkan pada mekanisme *spur gear* kecil sehingga daya tahannya akan lebih lama.
- d. Dibandingkan dengan mekanisme *timing pulley*, mekanisme *spur gear* tidak membutuhkan sabuk *pulley* sebagai transfer daya hanya dengan kontak langsung antar gigi-gigi tiap roda gigi sehingga pemasangan mekanisme *spur gear* tidak memerlukan ruang banyak dan dapat memenuhi luas maksimal sebesar 536,25 cm².



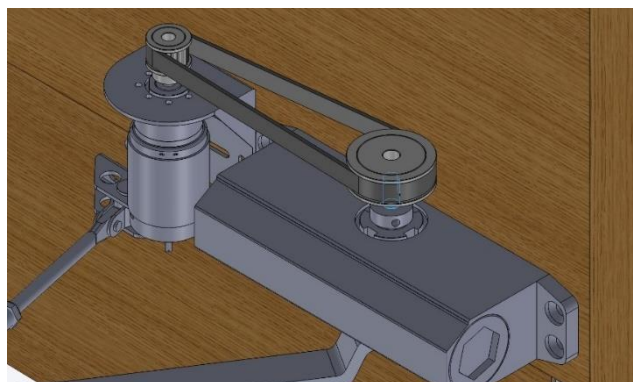
Gambar 3-6 Mekanisme *Bevel Gear*

Dapat dilihat pada Gambar 3-38 merupakan mekanisme *bevel gear* yang prinsip kerjanya hampir sama dengan mekanisme *spur gear* hanya saja *pinion gear* berputar secara tegak lurus terhadap *driven gear*. Dalam pengaplikasian sebagai alat penggerak pintu otomatis *swing door closer*, bevel gear kurang cocok dikarenakan jika menggunakan perbandingan roda gigi reduksi 1:8, *driven gear* yang dibutuhkan akan berdiameter besar yang jika dipasangkan ke dinding akan bertabrakan sehingga luas dari mekanisme akan lebih besar dari luas maksimal sebesar 536,25 cm².



Gambar 3-7 Alternatif Mekanisme Penggerak *Shaft Coupling*

Pada gambar 3-39 merupakan mekanisme *shaft coupling* yang prinsip kerjanya yaitu dengan menyambungkan langsung as dari *DC motor* RS-555 ke poros *door closer* dengan tambahan *flexible coupling* sebagai penghubung antar poros dan transfer daya putar. Kelebihan dari mekanisme *shaft coupling* berdasarkan faktor-faktor yang dipertimbangkan yaitu ringkas dalam pemasangan karena hanya memerlukan setidaknya 3 komponen sehingga tidak terlalu membutuhkan ruang yang banyak untuk tempat pemasangan komponen. Akan tetapi, kekurangan dari mekanisme *shaft coupling* cukup banyak karena dibutuhkan spesifikasi torsi dan rpm *DC motor* yang sesuai dan tepat untuk memutar *door closer*. Jika menggunakan *DC motor* RS-555, posisi *DC motor* akan tegak lurus terhadap dinding atau kusen pintu yang nantinya akan membuat rangkaian dari sistem kendali lebih rumit serta dibutuhkan *flexible coupling* yang kuat untuk dapat memutar torsi pintu sebesar 24 Nm.



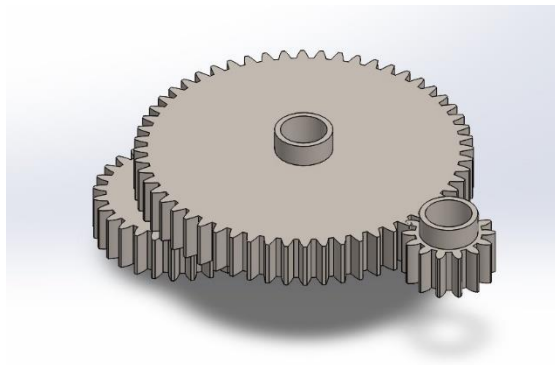
Gambar 3-8 Mekanisme *Timing Pulley*

Pada gambar 3-40 merupakan mekanisme *timing pulley* dengan prinsip kerja yang hampir sama dengan mekanisme *spur gear* namun terdapat tambahan sabuk *pulley* sebagai transfer gerakan antar *pulley*. Mekanisme *timing pulley*

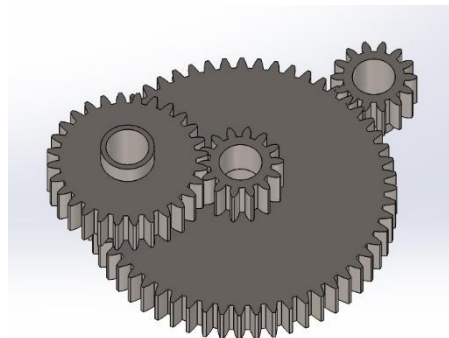
memiliki beberapa kelebihan seperti minimnya suara saat mekanisme berjalan, tidak memerlukan pelumas karena menggunakan sabuk *pulley*, bobot yang lebih ringan daripada mekanisme *spur gear* karena terbuat dari bahan aluminium. Namun mekanisme *timing pulley* ini kurang cocok untuk diaplikasikan pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*, karena jika berdasarkan penggunaan rasio 8:1 dibutuhkan 4 *pulley* dan 2 sabuk untuk menggerakkan *swing door closer* yang mengakibatkan perancangan desain tempat pemasangan akan melebihi luas maksimal yang telah ditentukan.

3.4.2 Desain Reduksi Roda Gigi

Spesifikasi yang dimiliki *DC motor* RS-555 yang telah diperhitungkan bahwa belum sesuai dengan rpm yang dibutuhkan sebesar 5 rpm. Maka diperlukan roda gigi reduksi yang akan mereduksi rpm dari *DC motor* RS-555. Gambar 3-41 dan 3-42 berikut merupakan desain gabungan dari roda gigi reduksi yang akan digunakan pada *DC motor* RS-555.



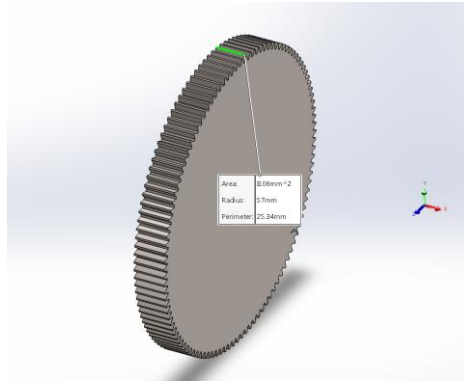
Gambar 3-9 Desain *Gear Reducer* Tampak Atas Isometris



Gambar 3-10 Desain *Gear Reducer* Tampak Bawah Isometris

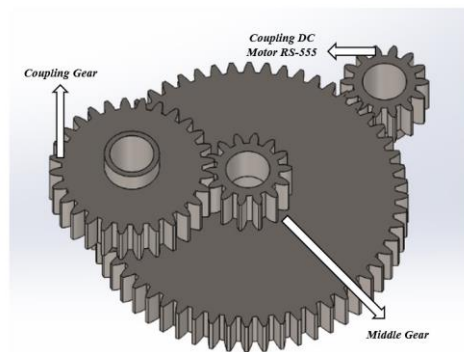
Faktor-faktor yang mendasari desain dari pereduksi roda gigi ini sebagai berikut:

1. Perancangan pada roda gigi reduksi terbatas pada proses produksi dengan menggunakan mesin bubut serta bahan material berupa besi s45c. Oleh karena itu desain roda gigi menyesuaikan batas kemampuan produksi tersebut.
2. *Module Spur Gear* yang dipilih harus cukup dalam hal dimensi dan kekuatannya. Berdasarkan sifat bahan besi s45c ternyata memiliki kekuatan tekannya cukup kuat untuk beroperasi antar roda gigi. Untuk *module spur gear* yang dibutuhkan menggunakan *module* 1 karena ukuran tersebut tidak melebihi batas antara dinding dengan *Frame spur gear* dan dengan *module* tersebut dapat mengurangi terjadinya patah antar gigi pada *spur gear*. Desain *module spur gear* menggunakan desain dari *toolbox spur gear* pada aplikasi solidwork yang berstandar ISO.
3. Perbandingan rasio gigi sebesar 8:1 menjadi pertimbangan dalam menentukan jumlah gigi pada setiap roda gigi. Jumlah gigi pada *Module Spur Gear* yang terpilih perlu disesuaikan dengan keterbatasan dimensi. Semakin banyak jumlah gigi maka semakin besar diameter roda gigi. Pada bagian *output DC motor RS-555* tidak memiliki roda gigi utama tetapi menggunakan *rod shaft* sebagai transfer penggerak utama maka dari itu digunakan roda gigi dari *toolbox ISO* dengan jumlah gigi 14 dan menggunakan *module spur gear* 1 sebagai roda gigi *input*. Akan tetapi jika menggunakan rasio 8:1 maka roda gigi *output* harus 8 kali lebih banyak yaitu sebanyak 112 gigi dan mengakibatkan ukuran diameter dari roda gigi *output* melebihi dari ukuran *Frame gear* dan gigi pada roda gigi *output* akan bergesekan langsung dengan dinding atau kusen pintu. Ukuran diameter roda gigi *output* dapat dilihat pada gambar 3-43 berikut.



Gambar 3-11 *Spur Gear ISO Module 1 112T*

Oleh karena itu, maka rasionya perlu dibagi lagi menjadi dua kali reduksi yaitu rasio 2 : 1 lalu ke rasio 4 : 1 atau bisa juga dalam jumlah gigi seperti gigi 28: 14 lalu gigi 56 : 14. Dengan seperti itu maka hasilnya tetap akan menjadi rasio 8 : 1. Jadi terbentuk 4 roda gigi yang berbeda jumlah gigi, jika diurutkan dari kanan ke kiri diantaranya ialah *input gear* 14T yang bersinggungan dengan *middle gear* 56T menyatu dengan *middle gear* 14T lalu bersinggungan dengan *output gear* 28T, susunan atau konfigurasi dari roda-roda gigi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3-44 berikut.

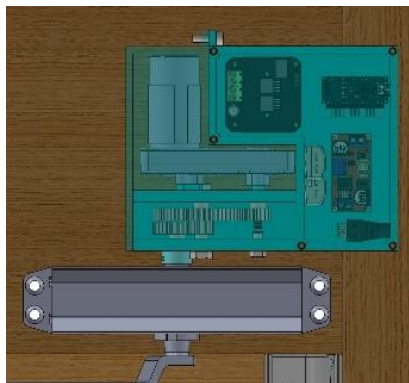


Gambar 3-12 Konfigurasi *Gear Reducer*

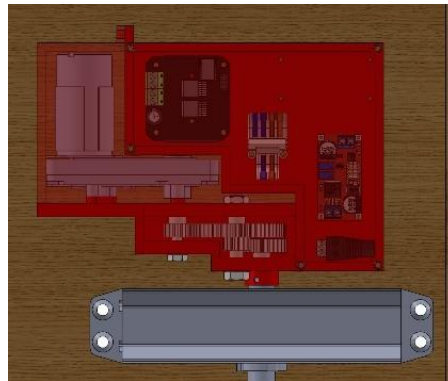
Tenaga dari *DC motor* RS-555 disalurkan melalui *input gear* yang terpasang pada *rod DC motor* menuju ke *middle gear* dengan hasil rasio 4 : 1, lalu daya disalurkan lagi menuju *ouptu gear* dengan rasio 2 : 1. Hasil akhir rasio menjadi 8 : 1 yang akan dihubungkan ke rangka lengan mekanisme pembuka pintu *door closer*.

3.4.3 Desain *Frame* Roda Gigi Reduksi dan Sistem Kendali

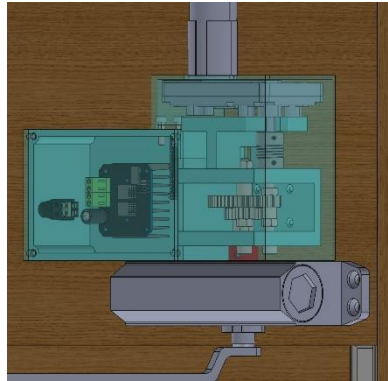
Setelah merancang dan mendesain dari komponen-komponen utama seperti mekanisme penggerak yang digunakan, roda gigi reduksi dan sistem kendali mekanisme maka dibutuhkan *Frame* dengan tujuan seperti untuk menggabungkan semua komponen menjadi satu kesatuan, pembagian komponen antara sistem kendali dan penggerak mekanisme serta pelindung untuk beberapa komponen pada komponen sistem kendali maupun penggerak mekanisme. Sebelum mendapatkan desain *Frame* roda gigi reduksi dan sistem kendali yang dibutuhkan, diperlukan pertimbangan dari beberapa iterasi desain yang telah dibuat seperti pada Gambar 3-45 sampai Gambar 3-47.



Gambar 3-13 Iterasi Desain 1



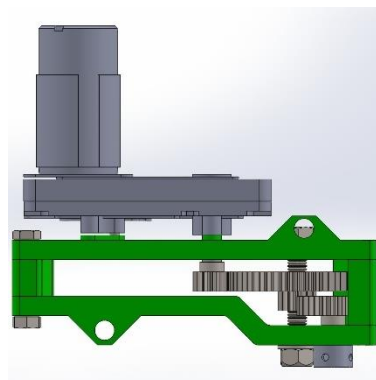
Gambar 3-14 Iterasi Desain 2



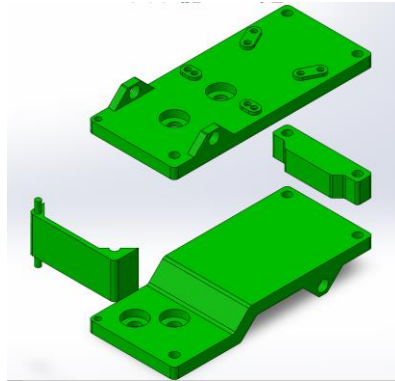
Gambar 3-15 Iterasi Desain 2

Pertimbangan yang mendasari perancangan desain *Frame* roda gigi reduksi dan sistem kendali mencakup faktor-faktor sebagai berikut:

1. Untuk *Frame* penggerak mekanisme *door closer* harus dapat mencakup tiga komponen utama yaitu *DC motor*, roda gigi reduksi dan *coupling door closer* serta komponen pendukung seperti *ball bearing*, magnet, mur dan baut. Maka dari itu diperlukan *Frame* dengan dimensi yang sesuai tidak terlalu besar dan kecil yang dapat mencakup semua komponen yang sudah ditentukan, sehingga didapatkan dimensi *Frame* berukuran 150mm x 65mm x 43mm. Mekanisme penggerak *door closer* juga menjadikan desain *Frame* menjadi efisien dalam hal dimensi karena pada bagian roda gigi reduksi menggunakan *module 1*, jadi tidak memerlukan banyak ruang penempatan pada dinding bagian atas pintu.

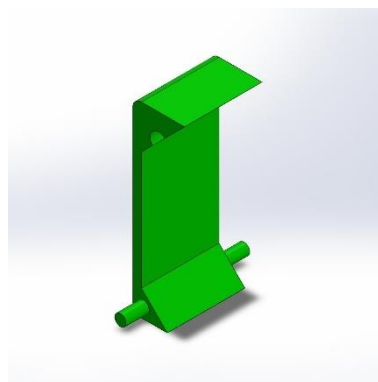


Gambar 3-16 Desain *Frame* Mekanisme Penggerak *Door Closer*



Gambar 3-17 *Exploded View* Desain *Frame* Mekanisme Penggerak *Door Closer*

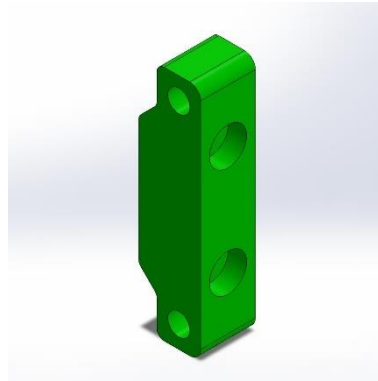
2. Bahan yang digunakan untuk pembuatan desain akhir mekanisme penggerak *door closer* dan sistem kendali tidak perlu menggunakan bahan yang memiliki beban yang berat namun cukup kuat untuk menahan momen putar ketika roda gigi reduksi berputar. maka digunakanlah bahan 3d *print filament* berjenis PLA, bahan tersebut diatur *infill* atau kepadatan sebesar 80 persen untuk *Frame* bagian penggerak *door closer* sedangkan 20 persen untuk *Frame* bagian sistem kendali.
3. Pada salah satu bagian 3d *print* mekanisme penggerak *door closer*, *Frame* penahan depan disalah satu ujungnya dibuat poros silinder dengan diameter tiap poros 4mm supaya *Frame* dapat dibuka tutup tanpa harus melepas *Frame*. Desain tersebut memiliki tujuan jika roda gigi reduksi mengalami ketidakselarasan saat beroperasi maka langsung dapat diperbaiki atau diatur ulang.



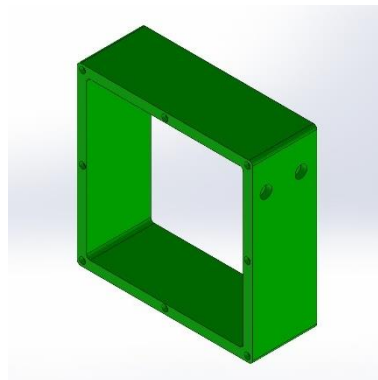
Gambar 3-18 *Frame* penahan depan mekanisme penggerak *door closer*

4. Bagian penggerak mekanisme *door closer* dan bagian sistem kendali dibuat terpisah supaya ketika salah satu bagian mengalami kesalahan atau kendala saat beroperasi, kerusakan tidak merembet ke komponen lainnya dan supaya tiap

bagian komponen dapat diperbaiki atau dirawat secara terpisah. Maka dari itu pada tiap ujung bagian dari bagian penggerak mekanisme *door closer* dan bagian sistem kendali dipasang 2 magnet berbentuk silinder dengan berdiameter 10 mm dan 5 mm.



Gambar 3-19 *Frame* Penahan Belakang Penggerak *Door Closer*

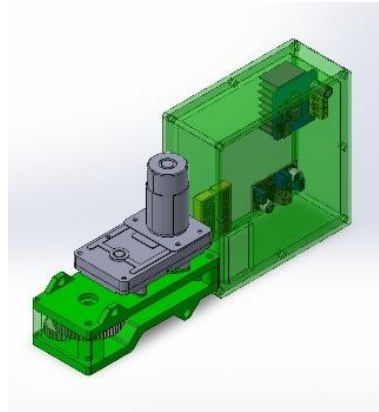


Gambar 3-20 *Frame* Sistem Kendali Penggerak *Door Closer*

5. Pemasangan antara bagian 3d *print* PLA pada *Frame* sistem kendali tidak menggunakan mur dan baut seperti pada *Frame* mekanisme penggerak *door closer* melainkan menggunakan beberapa magnet yang berbentuk silinder berdiameter 5 mm dan tebal 3 mm dengan tiap jumlah magnet pada tiap bagian 3d *print* berjumlah 8 magnet. Kegunaan magnet tersebut sebagai perekat antar bagian pengganti mur dan baut yang juga memiliki kelebihan agar tiap bagian 3d *print* sistem kendali mudah untuk dibongkar pasang saat pengecekan atau perawatan pada komponen yang terdapat dalam sistem kendali.

Setelah semua bagian komponen mekanisme penggerak *door closer* dan *Frame* sistem kendali dirancang dan didesain, selanjutnya menggabungkan kedua bagian komponen tersebut menjadi kesatuan yang kemudian dipasangkan ke *door*

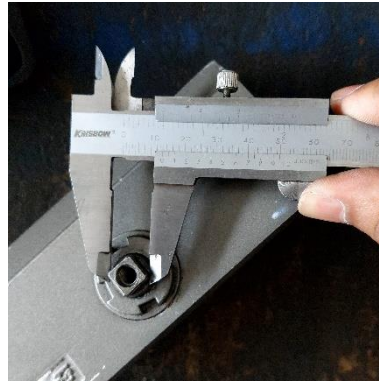
closer untuk pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 3-54 yang merupakan desain *full assembly* dari keseluruhan komponen yang telah digabung.



Gambar 3-21 Desain *Full Assembly Frame Spur Gear* dan Sistem Kendali

3.4.4 Perancangan *Coupling*

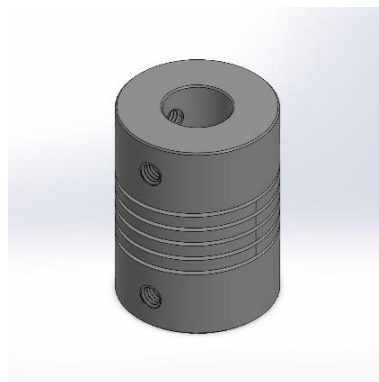
Setelah semua bagian komponen dirancang dan didesain dari *spur gear* reduksi, *Frame* mekanisme penggerak *door closer* dan *Frame* sistem kendali, kemudian merancang desain *coupling* sebagai penghubung sekaligus transfer torsi dari *spur gear* ke poros *door closer*. Dikarenakan ujung poros *door closer* tidak berbentuk silinder melainkan persegi dengan panjang sisi 13 mm dan tebal 5 mm di tengah persegi memiliki lubang yang dapat dipasang baut berukuran M6, maka dari itu agar torsi dari *spur gear* reduksi dapat memutar poros *door closer* terdapat dua pilihan yaitu menggunakan *coupling* yang sudah ada dengan ukuran yang telah ditentukan atau membuat *coupling* secara *custom* sesuai dengan bentuk dan ukuran poros *door closer* yang dibutuhkan. Dapat dilihat pada Gambar 3-55 merupakan ilustrasi bentuk dari ujung poros *door closer*.



Gambar 3-22 Bentuk dan Ukuran Poros *Door Closer*

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam memilih antara dua pilihan untuk merancang *coupling* untuk penggerak *door closer* sebagai berikut:

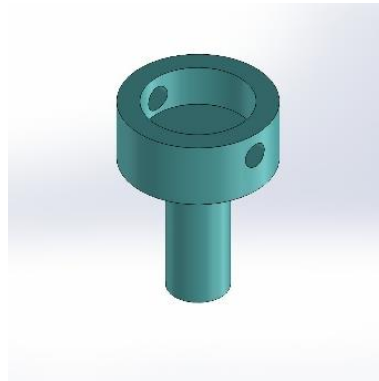
1. *Coupling* yang akan dibuat atau dipilih harus dapat menahan torsi yang diberikan oleh mekanisme penggerak *door closer* yang kemudian diteruskan ke poros *door closer* serta *coupling* harus memiliki lubang sebagai pengunci dengan diameter yang sesuai dengan diameter poros *door closer*.
2. *Coupling* berjenis *rigid coupling* atau *flexible coupling* menghantarkan torsi dari *final gear* ke poros *door closer* dengan menghubungkan dua buah baut dari baut ukuran M8 yang terpasang ke *final gear* ke baut ukuran M6 yang terpasang poros *door closer* yang kemudian dari masing-masing baut akan dikunci dengan baut tanam L M3 berjumlah dua. Dapat dilihat pada Gambar 3-56 merupakan contoh *flexible coupling* 6x8 mm.



Gambar 3-23 *Flexible Coupling* 6x8 mm

3. Berbeda dengan penggunaan *rigid coupling* atau *flexible coupling* yang harus menyesuaikan ukuran lubang pada *final gear* dan poros *door closer*, penggunaan *coupling custom* dirancang menyesuaikan diameter luar poros *door closer*. Diameter luar poros *door closer* sebesar 13 mm, perancangan

tersebut berfungsi agar poros *door closer* dapat lebih mudah untuk berputar karena poros *door closer* dikunci dari luar dengan dua buah baut tanam L M3 sebagai tambahan pengunci. Material yang digunakan untuk pembuatan *coupling custom* adalah aluminium 6061 yang memiliki kekuatan luluh (yield strength) adalah 276 MPa, sedangkan kekuatan tarik (ultimate tensile strength) adalah 310 MPa. Dapat dilihat pada Gambar 3-57 merupakan desain perancangan *coupling custom*.

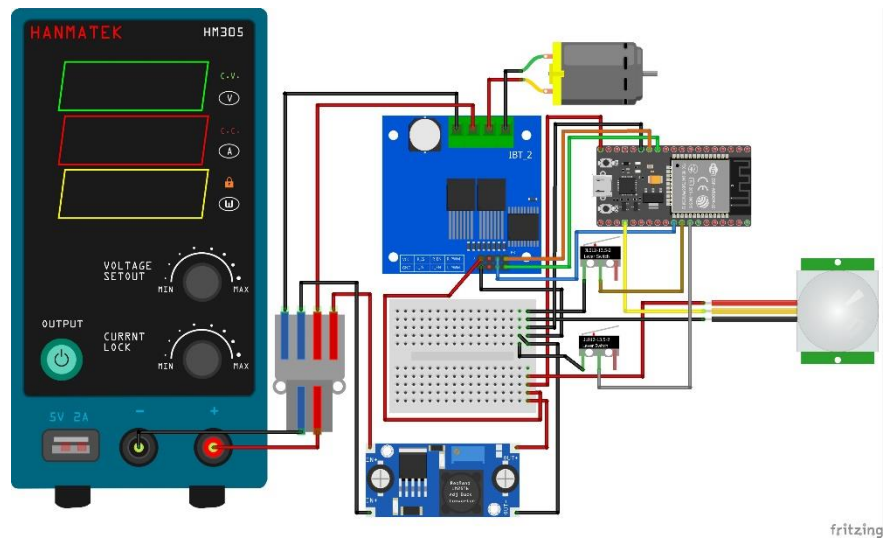


Gambar 3-24 *Coupling Custom* 6x13 mm

3.4.5 Perancangan Sistem Kendali

Setelah rancangan perangkat keras yang akan dikendalikan sudah selesai, maka langkah selanjutnya adalah merancang perangkat keras berupa rangkaian sistem kendali. Pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* terdapat *DC motor* RS-555 sebagai aktuator yang membutuhkan tegangan sebesar 12-24 Volt untuk dapat bergerak. Oleh karena itu, dibutuhkan *driver* motor yang dapat menahan beban tegangan tersebut berupa *driver* motor BTS7960 yang memiliki daya tahan dalam menahan beban tegangan sampai 27 Volt. Mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* dibekali dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama yang berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal dari sensor-sensor yang terpasang dan mengatur perintah program ke *DC*

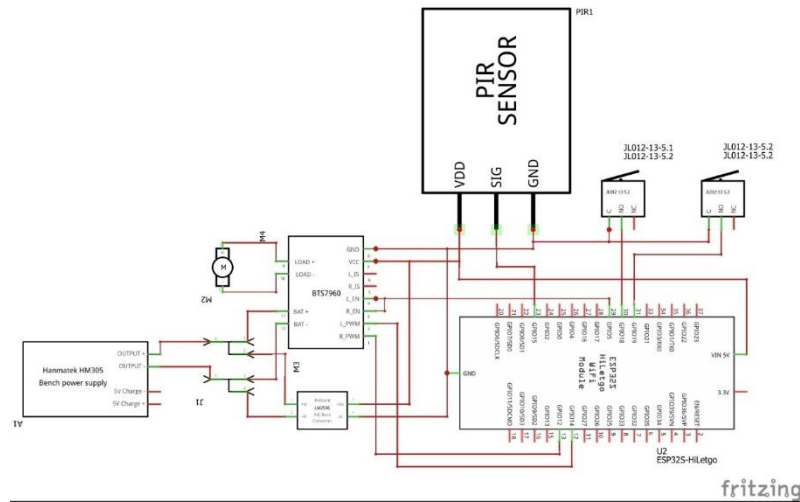
motor. Berikut merupakan ilustrasi rangkaian sistem kendali mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*.



Gambar 3-25 Rangkaian Sistem Kendali Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis

Dapat dilihat pada Gambar 3-50, rangkaian sistem kendali mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* dibutuhkan *power supply* dengan tegangan sebesar 12-24 volt yang kemudian dibagi dua jalur menggunakan komponen *connector cable* yang dihubungkan langsung ke BTS7960 sebagai *supply* daya 12-24 Volt dan jalur satunya lagi dihubungkan mini *breadboard* sebagai pusat *supply* tegangan 5 Volt dan *Ground* yang sebelumnya dipasang ke *step down* LM2596 dahulu sebagai penurun tegangan agar setiap komponen yang memiliki tegangan rendah seperti ESP32, *limit switch* dan sensor gerak PIR tidak mengalami kerusakan seperti arus pendek atau *konsleting*. Dalam mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*, dua buah *limit switch* memiliki peran penting yang berfungsi sebagai sensor keamanan pada *DC motor*. Ketika *DC motor* bergerak maju atau mundur ketika mendeteksi gerakan atau tidak, *limit switch* berfungsi untuk menghentikan gerak *DC motor* yang dihubungkan ke pintu agar

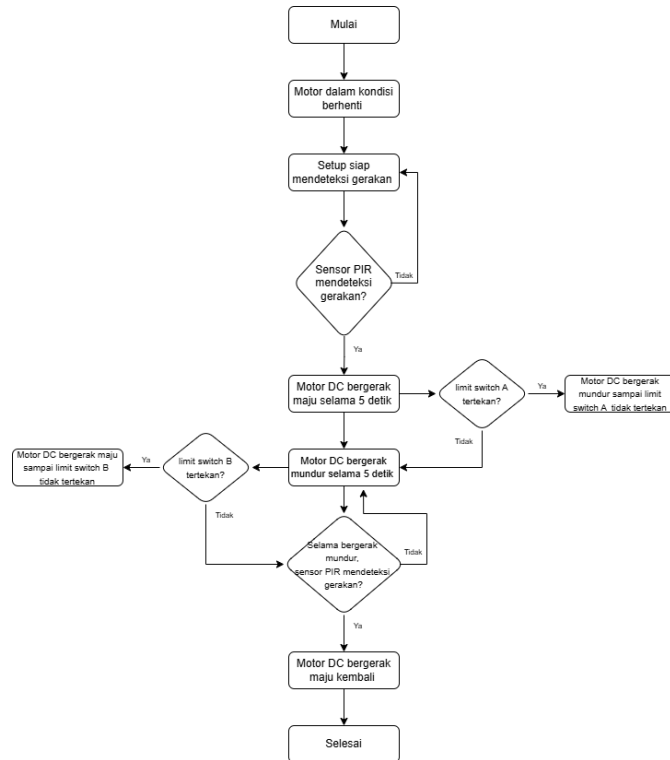
perputaran pintu tidak melebihi batas ruang gerak pintu yaitu sebesar 90^0 derajat baik dalam kondisi sedang membuka atau menutup pintu.



Gambar 3-26 Diagram Skematik Rangkaian Sistem Kendali

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak untuk sistem kendali mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* berupa membuat rancangan program perintah pada *ESP32* menggunakan *software* Arduino IDE. Untuk rancangan program perintah sistem kendali sangat sederhana tidak perlu membuat aplikasi kendali jarak jauh, karena sistem kendali pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* hanya mengandalkan otomatisasi dari sensor gerak PIR dan dua *limit switch* sebagai acuan perintah untuk jalan dan berhentinya *DC motor*. Berikut merupakan skema alur kerja pada *ESP32*.



Gambar 3-27 Skema Alur Kerja pada *ESP32*

3.6 Peralatan dan Bahan

3.6.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada perancangan mekanisme penggerak pintu otomatis *door closer* terbagi menjadi 2 jenis, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

a. Perangkat Keras

1. *3D printer*



Gambar 3-28 Mesin *3D Printer*

3D Printer digunakan untuk membuat *Frame DC motor* dan spur gear serta digunakan untuk pembuatan kotak elektronik yang berisi komponen untuk sistem kendali.

2. *Benchtop Drill Press*



Gambar 3-29 *Benchtop Drill Press*

Benchtop Drill Press digunakan untuk melubangi *coupling* yang akan dipasang pada *door closer* dan untuk menyesuaikan ukuran lubang pada lubang yang tersedia pada *Frame DC motor* dan spur gear yang berfungsi sebagai tempat pemasang mur, baut dan ring.

3. Timbangan Tarik



Gambar 3-30 Timbangan Tarik

Timbangan tarik digunakan sebagai alat pengukur gaya yang dibutuhkan pada *door closer* pada sudut tertentu yang akan dijadikan acuan perhitungan torsi motor yang akan dibutuhkan untuk penggerak *door closer*.

4. Jangka sorong



Gambar 3-31 Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter dan tinggi poros pada *door closer* yang dijadikan acuan untuk perancangan dan pembuatan *coupling*.

5. Penggaris Busur Derajat



Gambar 3-32 Penggaris Busur Derajat

Penggaris busur derajat digunakan untuk mengukur panjang lengan *door closer* dan mengukur sudut bukaan *door closer* sebagai acuan perhitungan torsi yang dibutuhkan oleh *DC motor*.

6. Mesin Bubut



Gambar 3-33 Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk pembuatan *coupling* dan spur gear sebagai komponen penggerak *door closer*.

7. Solder Listrik



Gambar 3-34 Solder Listrik

Solder listrik digunakan untuk menghubungkan jalur-jalur pin ESP32 ke pin *header* yang terpasang pada PCB sebagai tempat kabel *jumper* untuk penghubung ke komponen elektrik lainnya.

8. Atraktor



Gambar 3-35 Atraktor

Atraktor atau pengisap timah solder berfungsi untuk menghisap timah solder yang terpasang pada jalur PCB atau pin *header* yang salah. Dengan adanya atraktor, tidak perlu untuk membeli komponen pin *header* atau PCB ketika salah dalam menyolder.

9. Multimeter Digital



Gambar 3-36 Multimeter Digital

Multimeter berfungsi untuk mengukur arus listrik dengan satuan ampere, tegangan listrik dengan satuan voltase dan hambatan listrik dengan satuan ohm. Dengan adanya multimeter, dapat mengecek atau mengukur seberapa besar tegangan yang diterima sudah sesuai kebutuhan pada masing-masing komponen sistem kendali.

10. Tang potong



Gambar 3-37 Tang Potong

Tang potong digunakan untuk memotong beberapa komponen seperti kabel, sisa-sisa pin *header* dan bagian PCB yang tidak terpakai.

11. Kunci L Set



Gambar 3-38 Kunci L Set

Kunci L set digunakan untuk mengencangkan baut-baut 1 tanam yang terletak pada beberapa komponen seperti pada *coupling* dan gear reduksi spur gear. Untuk ukuran yang sering digunakan adalah ukuran baut 1 tanam M3.

12. Mata Bor (Ukuran 2,8mm dan 2,6mm)



Gambar 3-39 Mata Bor (Ukuran 2,8mm dan 2,6mm)

Mata bor dengan ukuran 2,8mm dan 2,6mm digunakan untuk melubangi *coupling* untuk tempat baut yang berfungsi sebagai penghubung dan pengunci antara spur gear dan poros *door closer*.

13. Mata Ulir M3×0,5



Gambar 3-40 Mata Ulir M3×0,5

Mata ulir dengan ukuran M3×0,5 digunakan untuk membuat ulir baut 1 tanam berukuran M3 yang terdapat pada *coupling* dan spur gear. Terdapat dua macam mata ulir yaitu mata ulir yang hanya dapat dipakai *hand taps* dan ada mata ulir yang dapat digunakan dengan bor elektrik.

14. Power Supply *Adjustable* 24V 10A



Gambar 3-41 Power Supply *Adjustable* 24V10A

Power Supply dengan besar tegangan 24V dan arus 10A yang dapat diatur tegangan sesuai kebutuhan tegangan komponen yang diperlukan dan digunakan sebagai pengubah tegangan listrik AC (Alternating Current) menjadi tegangan DC (Direct Current).

b. Perangkat Lunak

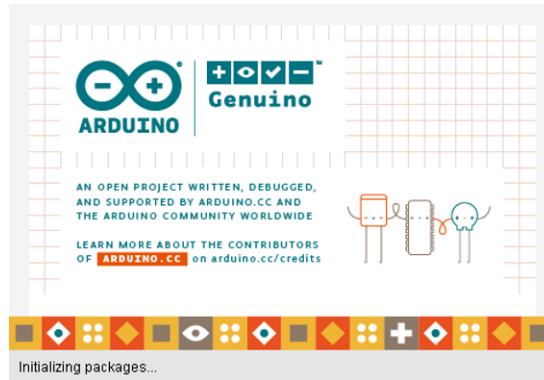
1. *SolidWorks* 2022



Gambar 3-42 *SolidWorks* 2022

Perancangan dan pembuatan penggerak pintu otomatis *swing door closer* menggunakan *software SolidWork* 2022 untuk mendesain komponen yang diperlukan seperti *Frame DC motor* dan spur gear serta kotak elektronik untuk tempat komponen sistem kendali.

2. Arduino IDE



Gambar 3-43 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan *software* untuk membuat pemrograman perintah untuk mengatur sistem kendali guna mengendalikan motor penggerak *swing door closer*.

3.6.2 Bahan

Berikut merupakan bahan yang diperlukan untuk membuat rancangan mekanisme penggerak pintu otomatis *door closer*:

1. Filamen PLA



Gambar 3-44 Filamen PLA

Filamen PLA merupakan bahan yang digunakan 3D printer untuk pembuatan *Frame* atau frame *DC motor* dan spur gear serta bahan pembuatan kotak elektronik sebagai tempat komponen sistem kendali.

2. As Aluminium Bulat OD 25mm



Gambar 3-45 As Aluminium Bulat OD 25mm

As aluminium bulat berdiameter 25mm digunakan untuk bahan pembuatan *coupling* sambungan dari motor penggerak ke poros *door closer*.

3. As Besi s45c



Gambar 3-46 As Besi s45c

As besi s45c digunakan untuk bahan pembuatan gear reduksi spur gear dengan jumlah gear yang dibutuhkan ada 3 buah gear dengan perbandingan reduksi 8:1.

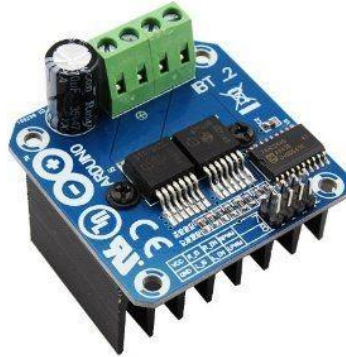
4. ESP32 *Board*



Gambar 3-47 ESP32 *Board*

ESP32 *board* merupakan mikrokontroler yang mengatur jalannya program perintah yang telah dibuat di arduino ide untuk sistem kendali dengan cara menghubungkan melalui kabel *jumper* dari pin ESP32 ke komponen yang dituju.

5. *Motor Driver* BTS7960



Gambar 3-48 *Motor Driver* BTS7960

Motor driver BTS7960 digunakan untuk mengatur kecepatan putar *DC motor* dan mengontrol PWM. Motor driver ini juga dapat digunakan untuk menggerakkan *DC motor* dengan dua arah, yaitu CW (clock wise) dan CCW (counter clock wise).

6. *DC Motor* RS-555



Gambar 3-49 *DC Motor* RS-555

DC motor RS-555 digunakan untuk *DC motor* penggerak utama *door closer* yang kemudian dihubungkan dengan gear reduksi spur gear untuk memenuhi torsi yang diperlukan.

7. *Adjustable Step Down* LM2596



Gambar 3-50 *Adjustable Step Down LM2596*

Adjustable step down LM2596 digunakan untuk menurunkan tegangan dari power supply 24V ke tegangan 5V yang diperlukan ESP32 *board*. Dengan adanya fitur *adjustable*, tegangan dapat diatur sesuai kebutuhan tegangan komponen.

8. *Limit Switch*



Gambar 3-51 *Limit Switch*

Limit switch digunakan sebagai saklar pembatas yang berfungsi untuk mematikan arus pada *DC motor* jika pergerakan melewati batas yang telah ditentukan.

9. *Digital Voltmeter*



Gambar 3-52 *Digital Voltmeter*

Voltmeter digital digunakan untuk memantau tegangan yang diberikan oleh power supply ke *DC motor* dengan arus tegangan 24V.

10. Bearing 688ZZ (Ukuran ID 8mm x OD 16mm x B 5mm)



Gambar 3-53 Bearing 688ZZ

Bearing 688ZZ berfungsi untuk mengurangi gesekan dan memperhalus gerakan pada beberapa komponen yang sering terjadi gerakan berputar seperti poros *DC motor* ke spur gear, baut yang dijadikan poros untuk spur gear dan *coupling* ke *door closer*.

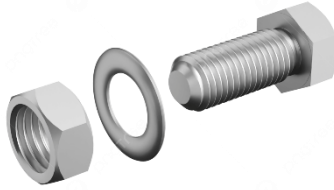
11. Baut L Tanam (ukuran M3 dan M4)



Gambar 3-54 Baut L Tanam

Baut 1 tanam ukuran M3 digunakan sebagai pengunci dari komponen ke komponen lainnya seperti pada gear reduksi spur gear yang dipasangkan ke poros *DC motor*, baut hexagonal dan *coupling* serta untuk ukuran M4 pengunci pada *coupling* ke poros *door closer*.

12. Baut Hexagonal, Mur dan Ring (ukuran M6 dan M8)



Gambar 3-55 Baut Hexagonal, Mur dan Ring

Baut hexagonal, mur dan ring merupakan komponen yang dibutuhkan untuk menyatukan beberapa komponen seperti baut hexagonal dan mur ukuran M6 digunakan untuk menyatukan komponen *Frame DC motor* dan spur gear serta untuk ukuran M8 digunakan untuk poros spur gear.

13. Pelumas *Grease*



Gambar 3-56 Pelumas *Grease*

Pelumas *grease* digunakan pada bagian yang sering terjadi gesekan seperti pada spur gear dan *coupling* untuk mengurangi gesekan.

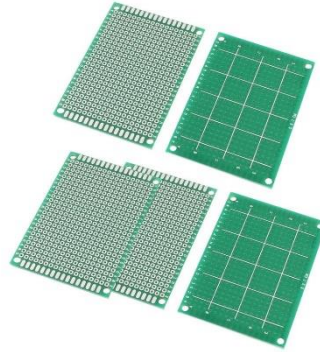
14. Timah solder



Gambar 3-57 Timah Solder

Timah solder merupakan bahan untuk menyolder yang digunakan untuk menghubungkan pin *header* dan pin ESP32 *board* ke lubang yang ada di PCB *board single layer*.

15. PCB Dot Matrix Circuit Board Single Layer



Gambar 3-58 PCB Dot Matrix Circuit Board Single Layer

PCB *board* lubang *single layer* digunakan untuk tempat menyatukan komponen pin *header* dan pin ESP32 *board* agar dapat mudah diletakkan di kotak elektronik sebagai tempat penghubung kabel *jumper*.

16. Sensor Gerak PIR



Gambar 3-59 Sensor Gerak PIR

Sensor gerak PIR merupakan salah satu komponen utama sistem kendali yang digunakan pemicu penggerak otomatis *swing door closer* dengan cara kerja mendeteksi gerakan sekitar dengan rentang waktu tertentu.

3.7 Metode Pengujian

Setelah melakukan proses perancangan pada setiap komponen mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*, mekanisme tersebut akan dilakukan beberapa pengujian yang bertujuan agar mengetahui mekanisme penggerak pintu

otomatis *swing door closer* dapat bergerak atau tidak dan bertujuan untuk dapat mengetahui letak kegagalan atau kendala suatu komponen ketika mekanisme sedang diuji. Pengujian yang akan dilakukan pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* seperti:

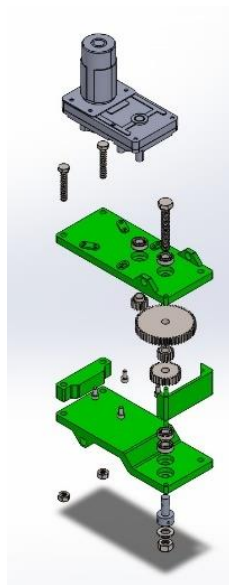
1. Pengujian mekanisme tanpa beban. Pengujian pertama yang akan dilakukan pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* yaitu pengujian tanpa menggunakan beban dengan cara menghubungkan langsung dari *coupling door closer* mekanisme penggerak ke poros *door closer* yang belum terpasang pada pintu prototipe. Pengujian mekanisme tanpa beban bertujuan untuk mengetahui *DC motor* dapat memutar poros *door closer* atau tidak.
2. Pengujian mekanisme dengan beban. Pengujian selanjutnya yaitu pengujian mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* menggunakan beban dengan cara yang hampir sama dengan pengujian mekanisme tanpa beban hanya saja posisi *door closer* sudah terpasang pada pintu prototipe dan mekanisme penggerak belum terpasang dengan sistem kendali. Pengujian mekanisme dengan beban bertujuan untuk mengetahui juga *DC motor* dapat memutar *door closer* beserta pintu prototipe atau tidak.
3. Pengujian keseluruhan mekanisme. Pengujian terakhir yang akan dilakukan oleh mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* yaitu pengujian keseluruhan mekanisme dengan cara menghubungkan sistem kendali ke alat kendali yang sudah terpasang *door closer* dan pintu prototipe. pengujian keseluruhan mekanisme bertujuan untuk mengetahui sinkronisasi dan dapat berjalannya sensor gerak *PIR* dengan alat kendali untuk membuka menutup pintu atau tidak.

3.8 Proses Perakitan

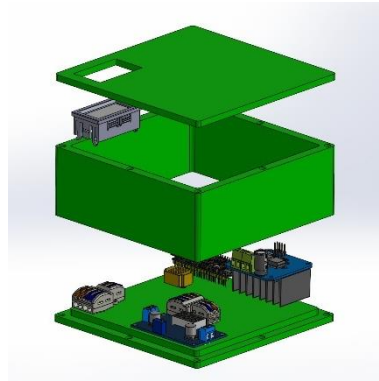
Setelah bagian-bagian yang diproses selesai diproduksi, dilanjutkan dengan tahap perakitan. Proses perakitan ini memerlukan alat seperti obeng, tang, dan kunci pas. Proses perakitan pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* dibagi dua tahap yaitu proses perakitan alat kendali dan proses perakitan sistem kendali. Proses perakitan ini dibagi dua tahap supaya dalam tahap pengujian

mekanisme, jika ada kendala atau masalah pada salah satu bagian dari mekanisme tidak perlu untuk membongkar semua bagian atau komponen.

Perakitan alat kendali meliputi komponen utama dari *DC motor*, *spur gear* reduksi, *coupling door closer* dan empat buah *bearing 688ZZ* (Ukuran ID 8mm x OD 16mm x B 5mm) yang dipasangkan ke *frame* alat kendali kemudian dikencangkan menggunakan baut-baut yang telah ditentukan. Perakitan sistem kendali menggunakan komponen yang lebih sedikit dan sederhana tanpa perlu baut sebagai pengunci ke *frame* sistem kendali, komponen sistem kendali meliputi antara lain *ESP-32*, *BTS7960*, *LM2596*, *breadboard*, *digital voltmeter* dan *terminal connector*. Masing-masing komponen dilapisi *double tape* pada bagian bawahh komponen sebagai perekat ke alas *frame*. Dapat dilihat pada Gambar 3-60 merupakan *exploded view* dari perakitan alat kendali sedangkan Gambar 3-61 merupakan *exploded view* dari perakitan sistem kendali.



Gambar 3-60 *Explode View* Perakitan Alat Kendali



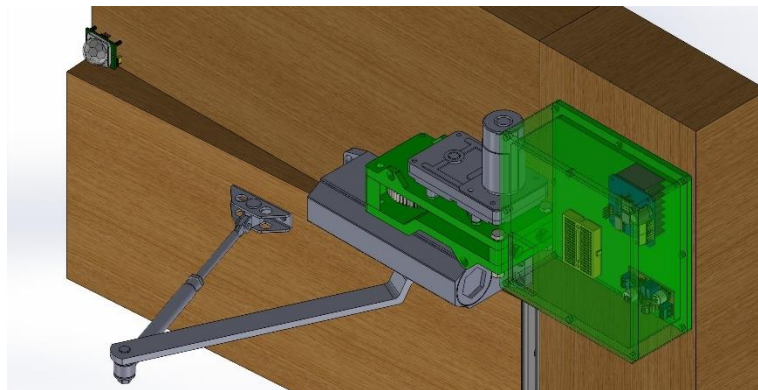
Gambar 3-61 *Explode View* Perakitan Sistem Kendali

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Hasil perancangan yang telah dilakukan yaitu penggabungan antara mekanisme penggerak *door closer* dengan sistem kendali beserta sensor gerak *PIR* yang sudah diprogram agar dapat membuka dan menutup pintu secara otomatis dengan cara mendeteksi adanya gerakan di sekitar sensor yang kemudian dipasangkan ke *door closer* yang sudah terpasang di pintu prototipe. Dapat dilihat Gambar 4-1 merupakan hasil desain *full assembly* mekanisme penggerak pintu *swing door closer*.



Gambar 4-1 *Full Assembly* Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door Closer*

4.1.1 Perancangan Alat Kendali

Perancangan alat kendali penggerak *door closer* akan dipasang dan uji coba pada pintu prototipe yang sudah disediakan. Karena alat kendali akan dipasangkan ke *door closer* pada bagian atas pintu, maka sebuah papan dipasang sebagai tempat pengoperasian alat kendali dan *door closer*. Penambahan papan tersebut agar alat kendali, *door closer* dan sistem kendali dapat digabungkan menjadi satu kesatuan dan supaya *door closer* dapat diatur posisinya agar mendapatkan sudut *linkage* yang terhubung pada pintu yang bertujuan agar pintu lebih mudah terbuka ketika pengujian alat kendali.

Pemasangan alat kendali dan *door closer* pada papan dimulai dengan menandai lubang-lubang *bracket* menggunakan spidol yang terdapat pada alat

kendali dan *door closer*. Masing-masing lubang memiliki ukuran yang berbeda, untuk ukuran lubang pada *door closer* memiliki diameter 6 mm berjumlah 4 lubang sedangkan untuk ukuran lubang pada alat kendali memiliki ukuran diameter 8 mm berjumlah 2 lubang. Dapat dilihat pada Gambar 4-2 merupakan pintu prototipe yang dijadikan sebagai uji coba alat kendali, sedangkan Gambar 4-3 merupakan penempatan alat kendali dan *door closer* yang sudah digabungkan untuk menandai lubang yang akan *drill*.



Gambar 4-2 Pintu Prototipe



Gambar 4-3 Pembuatan Tanda Lubang pada Papan



Gambar 4-4 Pengeboran Lubang Baut pada Papan

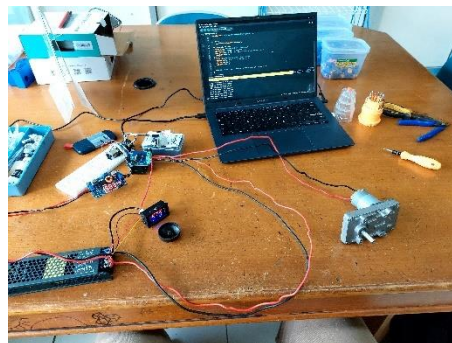


Gambar 4-5 Hasil Perancangan

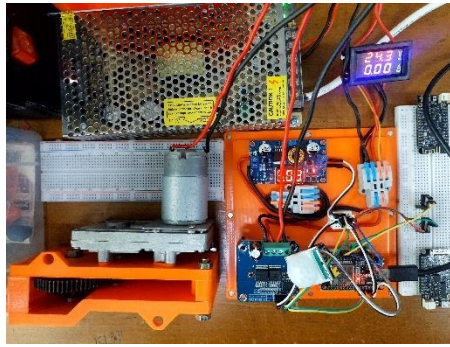
Setelah melakukan penandaan pada masing-masing lubang menggunakan spidol, kemudian dilakukan proses pelubangan menggunakan *drill* tangan yang ditunjukkan seperti pada Gambar 4-4. Setelah proses pelubangan selesai, kemudian dilanjut proses pemasangan komponen alat kendali dan *door closer* ke pintu prototipe dengan posisi peletakan seperti pada Gambar 4-5.

4.1.2 Perancangan Sistem Kendali

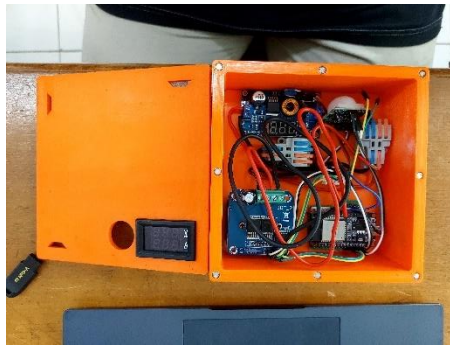
Perancangan sistem kendali pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* dilakukan beberapa tahapan yang setiap dari tahapan yang dilakukan bertujuan untuk memastikan komponen yang akan digunakan berfungsi dengan baik tanpa ada kendala. Perancangan sistem kendali juga meliputi perancangan program kendali yang bertujuan untuk mengatur setiap komponen agar dapat beroperasi sesuai perintah yang sudah ditentukan.



Gambar 4-6 Perancangan Sistem dan Program Kendali *DC motor*



Gambar 4-7 Perancangan Sistem dan Program Kendali dengan Tambahan *Limit Switch*



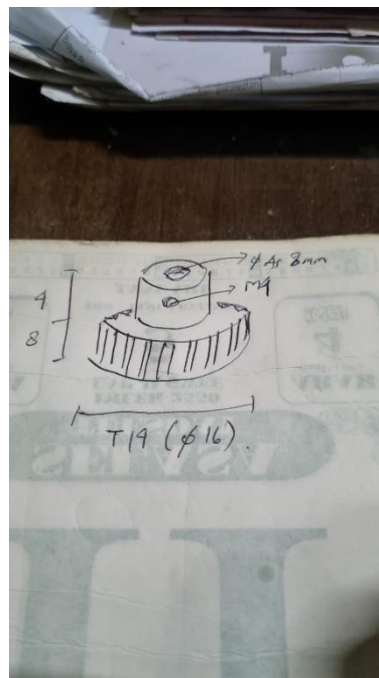
Gambar 4-8 Susunan Peletakan Rangkaian pada Kotak Elektrik

Terlihat Gambar 4-6 merupakan perancangan rangkaian sistem kendali beserta program kendali awal yang baru dapat mengoperasikan *DC motor* dan sensor gerak *PIR*. *DC motor* dapat bergerak dengan bantuan pembacaan sensor gerak *PIR* yang sudah diprogram dengan perintah jika sensor *PIR* mendeteksi gerakan maka *DC motor* akan bergerak berlawanan arah jarum jam sebagai gerakan membuka pintu dengan durasi tidak lebih dari 5 detik dan akan bergerak searah jarum jam sebagai gerakan menutup pintu setelah sensor *PIR* tidak lagi mendeteksi gerakan.

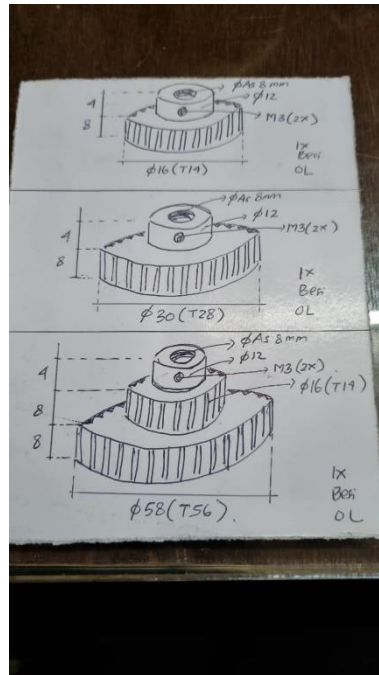
Pergerakan membuka dan menutup pintu dari *DC motor* tidak dapat bergantung hanya dengan durasi karena gerakan *DC motor* dapat juga melebihi sudut bukaan atau tutup pintu, maka dari itu rangkaian sistem kendali ditambah komponen berupa dua buah *limit switch* sebagai pengaman. Gambar 4-7 menunjukkan rangkaian sistem kendali setelah ditambahkan *limit switch* yang berperan sebagai pengaman, jika salah satu *limit switch* tertekan maka *DC motor* akan berhenti dan bergerak ke arah sebaliknya sampai *limit switch* terlepas. Terlihat Gambar 4-8 merupakan susunan peletakan keseluruhan komponen sistem kendali yang sudah dihubungkan menggunakan kabel pada kotak elektrik.

4.1.3 Perancangan Roda Gigi Reduksi

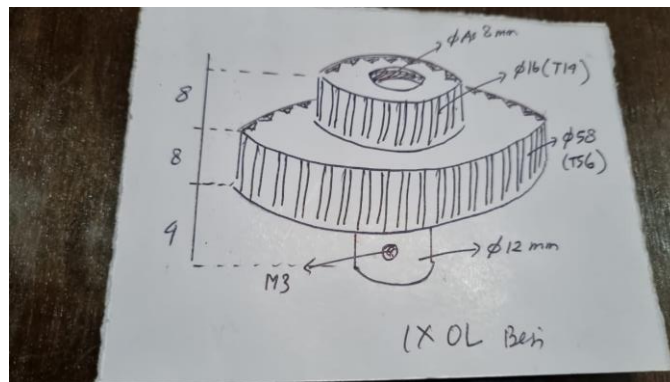
Perancangan roda gigi reduksi yang telah didesain sebelumnya kemudian dibuat menggunakan material berupa besi s45c. Desain yang telah dirancang kemudian dibuat gambar dalam sebuah sketsa untuk diberikan dimensi pada tiap roda gigi yang akan dibuat. Dari desain sebelumnya pada bagian roda gigi reduksi *Gear Middle* yang sebelumnya didesain menjadi dua bagian yang terpisah, untuk hasil perancangannya dibuat menjadi satu kesatuan agar tidak memakan banyak material yang digunakan. Untuk ukuran *module* yang digunakan pada ketiga roda gigi reduksi berukuran sama yaitu *module* 1.



Gambar 4-9 Sketsa Dimensi Ukuran *Gear DC motor*



Gambar 4-10 Sketsa Dimensi Ukuran Keseluruhan Gear



Gambar 4-11 Sketsa Dimensi Ukuran Gear Middle

Gambar 4-9 merupakan sketsa dimensi ukuran awal pada *Gear DC motor* yang pada bagian pengunci masih menggunakan baut L tanam berukuran m4, kemudian mengalami perubahan baut L tanam menjadi berukuran m3. Terlihat Gambar 4-10 merupakan sketsa dimensi ukuran keseluruhan *Gear* yang akan dibuat. Namun, ada perubahan lagi pada *Gear Middle* yang sebelumnya pada bagian as sebagai pengunci pada baut terdapat pada bagian *Gear* yang terhubung pada *Gear Output* yang kemudian diubah ke bagian *Gear* yang terhubung dengan *Gear DC motor* yang ditunjukkan pada Gambar 4-11. Gambar 4-12 dan Gambar 4-13 menunjukkan hasil pembuatan *Gear* yang sudah didesain dan dirancang.



Gambar 4-12 Hasil Pembuatan *Gear Middle*



Gambar 4-13 Hasil Pembuatan Keseluruhan *Gear*

4.2 Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* ada beberapa pengujian antara lain pengujian tanpa beban, pengujian alat kendali, pengujian keseluruhan komponen. Masing-masing pengujian memiliki fungsi agar mengetahui jika adanya kendala, kesalahan atau kegagalan yang dapat dijadikan acuan sebagai perbaikan desain atau rancangan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* untuk pengujian selanjutnya.

4.2.1 Hasil Pengujian Mekanisme Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door Closer* Tanpa Beban

Pengujian awal pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* berupa pengujian pada alat kendali yang terhubung pada *door closer* yang belum terpasang pada pintu prototipe. Pengujian mekanisme tanpa beban dilakukan bertujuan agar mengetahui alat kendali dapat memutar *door closer* atau tidak sebelum dipasang ke pintu prototipe. Hasil dari pengujian mekanisme tanpa beban adalah alat kendali dapat mudah memutar *door closer* baik itu searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam dengan durasi selama 3 detik untuk memutar *linkage door closer* sebesar 90^0 dengan percobaan pengujian sebanyak tiga kali. Dapat dilihat pada gambar 4-9 menunjukkan alat kendali dapat memutar *door closer*.



Gambar 4-14 Alat Kendali Memutar *Door Closer*

4.2.2 Hasil Pengujian Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door Closer* Dengan Beban

Pengujian selanjutnya yaitu pengujian menggunakan beban dengan cara memasang mekanisme penggerak *door closer* ke pintu prototipe. Pengujian ini belum menggunakan sistem kendali untuk mengatur gerakan alat kendali, sehingga daya dari *power supply* langsung dihubungkan ke alat kendali.

Hasil dari pengujian mekanisme penggerak *door closer* yang terpasang pada pintu prototipe yang telah dilakukan sebanyak tiga kali adalah pintu hanya dapat sekali membuka dengan bukaan sudut 90^0 selama 5 detik pada pengujian

pertama setelah itu pintu tidak dapat kembali membuka. Dikarenakan letak ujung lengan *door closer* tidak terpasang pada bagian ujung kanan pintu sehingga beban untuk membuka pintu lebih berat dan juga terdapat kendala selip antara *coupling door closer* dengan poros *door closer*. Dapat dilihat pada Gambar 4-10 pintu prototipe dapat terbuka namun hanya pada pengujian pertama.



Gambar 4-15 Pengujian Mekanisme Penggerak *Door Closer* pada Pintu Prototipe

4.2.3 Hasil Pengujian Keseluruhan Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door Closer*

Pengujian terakhir merupakan pengujian keseluruhan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer*. pengujian ini menggabungkan seluruh komponen dari alat kendali, sistem kendali dan *door closer* untuk membuka pintu secara otomatis sehingga acuan keberhasilan dari pengujian keseluruhan ini berdasarkan pembacaan sensor gerak *PIR* dalam mendeteksi gerakan sekitar yang kemudian memerintahkan *DC motor* untuk membuka atau menutup pintu.

Pada pengujian keseluruhan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* posisi salah satu ujung lengan *door closer* yang terpasang pada bagian pintu yang semula posisinya berada di tengah pintu, di pindah ke ujung kanan pintu supaya *door closer* lebih mudah untuk membuka pintu ketika beroperasi serta ada penambahan lem besi pada *coupling* dengan poros *door closer* supaya *coupling* dapat lebih mengunci poros agar perputaran tidak selip. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan hasil pengujian yang dapat dilihat pada tabel 4-1. Tabel tersebut menunjukkan alat kendali hanya dapat membuka pintu hingga terbuka 90°

pada pengujian pertama. Terlihat juga Gambar 4-11 pintu dapat mudah terbuka namun hanya pada pengujian pertama.



Gambar 4-16 Pengujian Keseluruhan Mekanisme Penggerak *Door Closer*

Tabel 4-1 Hasil Pengujian Keseluruhan Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door Closer*

Pengujian ke-	Sensor <i>PIR</i> Baca	Pintu Terbuka
1	✓	✓
2	✓	-
3	✓	-

4.3 Analisis dan Pembahasan

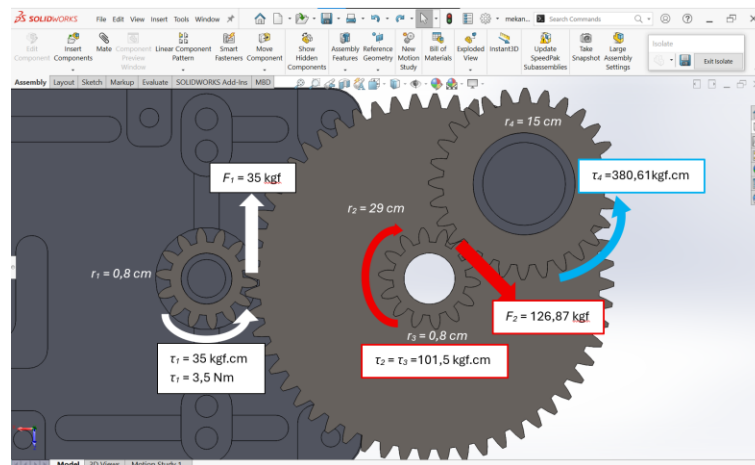
Bagian ini membahas tentang analisis kekuatan dari berbagai macam komponen yang rentan rusak saat dikenakan sejumlah gaya. Terdiri dari analisis gaya yang terjadi pada *gear* dan *coupling door closer*, analisis statis dari komponen-komponen pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* serta pembahasan tentang pengujian atau simulasi mekanisme penggerak pintu ketika membuka dan menutup pintu.

4.3.1 Analisis Gaya yang Terjadi pada *Gear*

Komponen-komponen yang terdapat pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* terdiri dari *spur gears* reduksi yang menggunakan material besi s45c dan *coupling door closer* yang menggunakan material aluminium 6061. Seluruh komponen perlu adanya analisis kekuatan statis supaya hasil perancangan dapat diketahui batasan-batasannya seperti gaya maksimal yang dapat dibebankan. Sebelum tahap simulasi, terlebih dahulu mencari besar nilai

gaya yang akan dibebankan di setiap komponen. Besar torsi *DC motor RS-555* telah diketahui sebesar 3,5 Nm yang kemudian dihubungkan ke roda gigi reduksi, dengan sketsa distribusi gaya beban di setiap komponen dapat dilihat pada Gambar 4-12 dan untuk perhitungan distribusi gaya pada setiap roda gigi reduksi dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned}\tau_2 &= r_2 \times F_1 \times \sin(90^\circ) \\ \tau_2 &= 2,9 \text{ cm} \times 35 \text{ kgf} \times 1 = 101,5 \text{ kgf.cm} \\ F_2 &= \frac{\tau_2}{r_3 \times \sin(90^\circ)} = \frac{101,5 \text{ kgf.cm}}{0,8 \text{ cm} \times 1} = 126,87 \text{ kgf} \\ \tau_4 &= 3 \text{ cm} \times 126,87 \text{ kgf} \times 1 = 380,61 \text{ kgf.cm}\end{aligned}$$



Gambar 4-17 Sketsa Distribusi Pembebanan *Spur Gear*

4.3.2 Pembahasan Hasil Simulasi Membuka Pintu

Dari simulasi yang telah dilakukan, dapat diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja dari suatu mekanisme. Setelah diamati dengan menggunakan *stopwatch*, terbukti bahwa mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* ketika membuka pintu hingga terbuka sampai sudut 90° dengan durasi waktu paling singkat selama 5,5 detik dan paling lama selama 7,5 detik serta pengujian hanya berhasil dalam saat pengujian pertama. Setelah ditinjau penyebab kecilnya keberhasilan dalam pengujian tersebut ternyata disebabkan beberapa faktor dan kendala berikut:

1. Sering terjadi selip antara baut pengunci pada *coupling* dengan poros *door closer*. Terjadinya selip tersebut disebabkan oleh kurangnya daya cengkeram dari baut pengunci yang pemasangannya kurang dalam atau panjang baut yang

tidak sesuai. Penyebab lain terjadinya selip yaitu bentuk yang seperti kubus pada ujung poros *door closer*. Bentuk kubus tersebut mengakibatkan sulitnya untuk memilih ukuran baut karena jika terlalu kecil, baut tidak dapat mencengkeram poros. Sedangkan jika terlalu besar ukuran baut, sebagian sisi baut yang tidak menyentuh sisi poros juga dapat mengalami selip. Maka dari itu, peningkatan dari yang awalnya *coupling* hanya memiliki dua baut ditingkatkan menjadi empat buah baut pengunci yang ditunjukkan pada Gambar 4-16 untuk mengurangi terjadinya selip.



Gambar 4-18 *Coupling* dengan Empat Baut Pengunci

2. *Coupling* yang sering longgar ketika mekanisme penggerak pintu dijalankan. Kejadian tersebut dikarenakan ada ruang atau jarak kosong antara *coupling* dengan *frame spur gear* bawah. Gambar 4-17 menunjukkan kondisi *coupling* setelah dilakukan pengujian, yang selama pengujian *coupling* akan bergerak berputar ke atas. Maka dari itu untuk mengurangi risiko kejadian *coupling* yang berputar ke atas, diberikanlah *ring* atau *washer* dengan ukuran M8 dengan tebal 1,5 mm untuk memperkecil jarak *coupling* dengan *frame spur gear* bawah.



Gambar 4-19 *Coupling* Berputar dan Bergerak ke Atas

3. Pembacaan sensor gerak *PIR* yang tidak stabil. Pembacaan sensor tersebut tidak hanya ketika ada gerakan di sekitar namun juga lama waktu sensor dalam mendeteksi adanya gerakan. Sehingga ketika sensor gerak *PIR* mendeteksi adanya suatu gerakan dan gerakan tersebut sudah hilang dari jarak pandang sensor, sensor masih menganggap adanya gerakan dalam jangkauan sensor.

4.3.3 Perbandingan Mekanisme Penggerak Pintu Otomatis *Swing Door* Dengan Mekanisme Lain

Pembagian menjadi dua bagian yaitu sistem kendali dan alat kendali, menjadikan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door closer* lebih mudah untuk pengoperasiannya dan juga *maintenance* atau perawatan karena dapat diperbaiki secara terpisah. Serta ketika terjadi listrik mati, mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* dapat dengan mudah dilepas hanya dengan melonggarkan baut-baut yang ada di *coupling* dan *door closer* dapat digunakan kembali tanpa menggunakan listrik. Dengan hasil perancangan Mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* ini diharapkan bisa diterapkan pada merek *door closer* lainnya karena mekanisme pada perancangan ini mudah dirakit.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari rancang bangun mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* dapat disimpulkan pada poin-poin berikut ini :

1. Gerakan membuka dan menutup pintu pada mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* telah berhasil diaplikasikan dan beroperasi dengan lancar sesuai perhitungan mekanisme *spur gear* dan aktuator.
2. Gerakan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* telah berhasil diaplikasikan dan beroperasi dengan lancar sesuai program perintah dan pembacaan sensor gerak *PIR*.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan masih banyak kekurangan dan sangat dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut, di antaranya adalah :

1. Merancang Aplikasi kontrol pada *Android* yang dapat mengendalikan mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* agar dapat dikendalikan secara jarak jauh.
2. Merancang *Coupling* yang dapat dipasang secara *Universal* agar dapat digunakan ke berbagai merek *door closer*.
3. Merancang *frame* alat kendali yang baru agar dapat lebih menahan torsi dari aktuator.
4. Merancang sensor gerak *PIR* dapat dipasang di kedua arah di dalam dan di luar pintu agar mekanisme penggerak pintu otomatis *swing door* dapat bekerja lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Suryawan, S. Adinandra, J. Arifianto, E. S. Nugroho, L. A. Masykur, dan R. H. Purnama, “RANCANG BANGUN ROBOT PELAYAN MEDIS UNTUK PASIEN KARANTINA COVID-19 DENGAN KENDALI BERBASIS ANDROID,” *Jurnal Teknologi Terapan* |, vol. 7, no. 1, 2021.
- [2] D. Suryawan, M. Al Qadim, A. Nugroho Adi, R. Irvan Rinaldi, dan F. Alfian, “RANCANG BANGUN PROTOTIPE MEKANISME PEMBUKA PINTU PADA ROBOT ASISTEN MEDIS,” 2025, doi: 10.31884/jtt.v1i12.469.
- [3] J. Tongkad *dkk.*, “Perancangan Robot Pembantu Perawat Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Esp8266 dan Blynk Design of an IoT-Based Nursing Assistant Robot Using Nodemcu Esp8266 and Blynk,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 138.
- [4] S. Amrulloh dan H. K. Wardana, “Rancang Bangun Robot Pelayan Pasien Berbasis Internet of Things (Iot),” *Rekayasa*, vol. 15, no. 3, hlm. 333–339, Des 2022, doi: 10.21107/rekayasa.v15i3.16477.
- [5] A. Adiputra Wijaya, T. Nurany, M. P. Al, dan Q. Saleh, “Perancangan Pintu Otomatis Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared Receiver) Dimasa Pandemi Covid-19”, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.mdp.ac.id>
- [6] Af. Adella, M. Fardika Pratama Putra, F. Taufiqurrahman, dan A. Baso Kaswar, “PINTU OTOMATIS BERBASIS ULTRASONIC INTERNET OF THINGS.”
- [7] R. W. Dakhole, R. D. Askhedkar, dan S. K. Choudhary, “WORKING OF NEW DESIGN OF DOOR CLOSER,” 2013. [Daring]. Tersedia pada: www.ijmerr.com
- [8] “BAB II DASAR TEORI 2.1 Sistem Transmisi.”
- [9] “gear-ratio-calculation_-learn-formula-methods-and-examples.-e0a67420”.
- [10] E. Tuwanakotta dan Y. Bernard, “ANALISIS TORSI TAK TERDUGA DAN KETIDAKBERATURAN TORSI AKIBAT GAYA GEMPA,” vol. 8, no. 1, 2022.

- [11] A. N. Sahare *dkk.*, “Speed Controlling and Monitoring of DC Motor by using IOT.” [Daring]. Tersedia pada: www.ijtrd.com
- [12] M. Ilham Esario dan M. Yuhendri, “JTEV (JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN VOKASIONAL) Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan DC Chopper Satu Kuadran Berbasis Kontroller PI”, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/index>
- [13] E. W. Pratama dan A. Kiswantono, “Electrical Analysis Using ESP-32 Module In Realtime,” *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, vol. 7, no. 2, hlm. 1273–1284, Jan 2023, doi: 10.54732/jeeecs.v7i2.21.
- [14] D. H. Yapriyono dan J. Dewanto, “PERANCANGAN SPION ELEKTRIK TIPE TANDUK PADA BUS PARIWISATA BERUKURAN BESAR,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 16, no. 1, hlm. 9–16, 2016, doi: 10.9744/jtm.16.1.9-16.
- [15] U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, P. Studi Pendidikan Teknologi Informasi, dan P. Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, “IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL,” 2023.

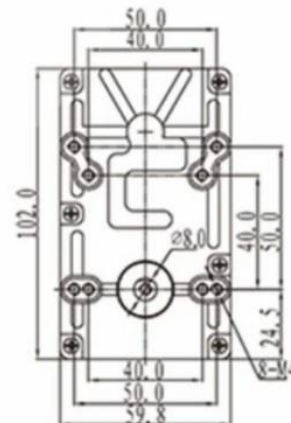
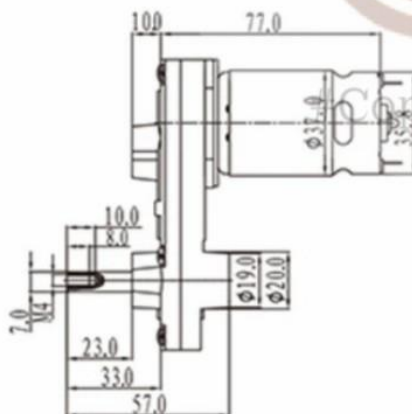
LAMPIRAN 1

DATASHEET DC MOTOR RS-555 RATIO 355

DC 12V-24V 355 METAL GEAR MOTOR



Shell material	Metal
Output bearing bearing type	Oil bearing
Radial force	≤ 3 kgf
Axial force	≤ 5 kgf
Maximum pressing force	≤ 30 kgf
Radial clearance	≤ 0.1 mm
Axial clearance	≤ 0.5 mm



Voltage (V)	RPM (no load)	Current (at no load) mA	Stall torque (kg/cm)
3	10	87	23.46
6	20	94	26.94
9	30	102	28.3
12	40	105	30.21
24	80	125	35.82

LAMPIRAN 2

DATASHEET *ESP32*

1. Overview

1. Overview

ESP32 is a single 2.4 GHz Wi-Fi-and-Bluetooth combo chip designed with the TSMC ultra-low-power 40 nm technology. It is designed to achieve the best power and RF performance, showing robustness, versatility and reliability in a wide variety of applications and power scenarios.

The ESP32 series of chips includes ESP32-D0WDQ6, ESP32-D0WD, ESP32-D2WD, and ESP32-S0WD. For details on part numbers and ordering information, please refer to [Part Number and Ordering Information](#).

1.1 Featured Solutions

1.1.1 Ultra-Low-Power Solution

ESP32 is designed for mobile, wearable electronics, and Internet-of-Things (IoT) applications. It features all the state-of-the-art characteristics of low-power chips, including fine-grained clock gating, multiple power modes, and dynamic power scaling. For instance, in a low-power IoT sensor hub application scenario, ESP32 is woken up periodically and only when a specified condition is detected. Low-duty cycle is used to minimize the amount of energy that the chip expends. The output of the power amplifier is also adjustable, thus contributing to an optimal trade-off between communication range, data rate and power consumption.

Note:

For more information, refer to Section 3.7 RTC and Low-Power Management.

1.1.2 Complete Integration Solution

ESP32 is a [highly-integrated](#) solution for Wi-Fi-and-Bluetooth IoT applications, with around 20 external components. ESP32 integrates an antenna switch, RF balun, power amplifier, [low-noise](#) receive amplifier, filters, and power management modules. As such, the entire solution occupies [minimal](#) Printed Circuit Board (PCB) area.

ESP32 uses CMOS for single-chip [fully-integrated](#) radio and baseband, while also integrating advanced calibration circuitries that allow the solution to remove external circuit imperfections or adjust to changes in external [conditions](#). As such, the mass production of ESP32 solutions does not require expensive and specialized Wi-Fi testing equipment.

1.2 Wi-Fi Key Features

- 802.11 b/g/n
- 802.11 n (2.4 GHz), up to 150 Mbps
- WMM
- TX/RX A-MPDU, RX A-MSDU
- Immediate Block ACK
- Defragmentation
- Automatic Beacon monitoring (hardware TSF)
- 4 × virtual Wi-Fi interfaces

1.6 Block Diagram

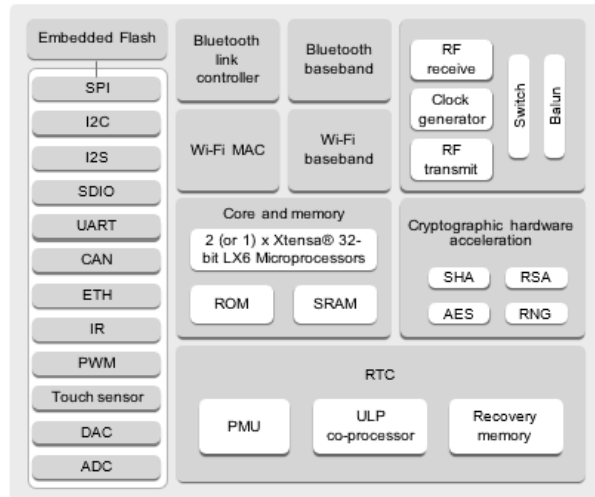


Figure 1: Functional Block Diagram

Note:

Products in the ESP32 series differ from each other in terms of their support for embedded flash and the number of CPUs they have. For details, please refer to [Part Number and Ordering Information](#).

LAMPIRAN 3

DATASHEET BTS7960



Handson Technology

User Guide

BTS7960 High Current 43A H-Bridge Motor Driver

The BTS7960 is a fully integrated high current H bridge module for motor drive applications. Interfacing to a microcontroller is made easy by the integrated driver IC which features logic level inputs, diagnosis with current sense, slew rate adjustment, dead time generation and protection against overtemperature, overvoltage, undervoltage, overcurrent and short circuit. The BTS7960 provides a cost optimized solution for protected high current PWM motor drives with very low board space consumption.



SKU: [DRV-1012](#)

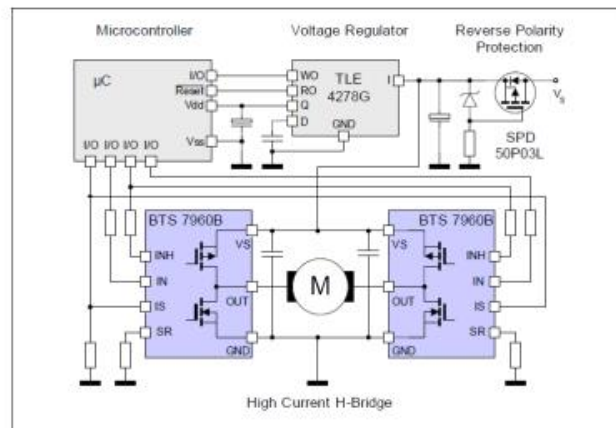
Brief Data:

- Input Voltage: 6 ~ 27Vdc.
- Driver: Dual BTS7960 H Bridge Configuration.
- Peak current: 43-Amp.
- PWM capability of up to 25 kHz.
- Control Input Level: 3.3~5V.
- Control Mode: PWM or level
- Working Duty Cycle: 0 ~100%.
- Over-voltage Lock Out.
- Under-voltage Shut Down.
- Board Size (LxWxH): 50mm x 50mm x 43mm.
- Weight: ~66g.

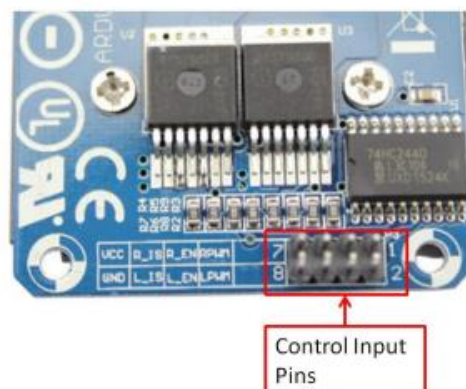
1

www.handsontec.com

Schematic Diagram:



Control Input Pin Function:



Pin No	Function	Description
1	RPWM	Forward Level or PWM signal, Active High
2	LPWM	Reverse Level or PWM signal, Active High
3	R_EN	Forward Drive Enable Input, Active High/ Low Disable
4	L_EN	Reverse Drive Enable Input, Active High/Low Disable
5	R_IS	Forward Drive, Side current alarm output
6	L_IS	Reverse Drive, Side current alarm output
7	Vcc	+5V Power Supply microcontroller
8	Gnd	Ground Power Supply microcontroller

LAMPIRAN 4

DATASHEET LM2596



DATA SHEET
www.onsemi.com

3.0 A, Step-Down Switching Regulator

LM2596

The LM2596 regulator is monolithic integrated circuit ideally suited for easy and convenient design of a step-down switching regulator (buck converter). It is capable of driving a 3.0 A load with excellent line and load regulation. This device is available in adjustable output version and it is internally compensated to minimize the number of external components to simplify the power supply design.

Since LM2596 converter is a switch-mode power supply, its efficiency is significantly higher in comparison with popular three-terminal linear regulators, especially with higher input voltages.

The LM2596 operates at a switching frequency of 150 kHz thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 5-lead TO-220 package with several different lead bend options, and D²PAK surface mount package.

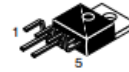
The other features include a guaranteed $\pm 4\%$ tolerance on output voltage within specified input voltages and output load conditions, and $\pm 15\%$ on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring 80 μA (typical) standby current. Self protection features include switch cycle-by-cycle current limit for the output switch, as well as thermal shutdown for complete protection under fault conditions.

Features

- Adjustable Output Voltage Range 1.23 V – 37 V
- Guaranteed 3.0 A Output Load Current
- Wide Input Voltage Range up to 40 V
- 150 kHz Fixed Frequency Internal Oscillator
- TTL Shutdown Capability
- Low Power Standby Mode, typ 80 μA
- Thermal Shutdown and Current Limit Protection
- Internal Loop Compensation
- Moisture Sensitivity Level (MSL) Equals 1
- These Devices are Pb-Free

Applications

- Simple High-Efficiency Step-Down (Buck) Regulator
- Efficient Pre-Regulator for Linear Regulators
- On-Card Switching Regulators
- Positive to Negative Converter (Buck-Boost)
- Negative Step-Up Converters
- Power Supply for Battery Chargers



TO-220
TV SUFFIX
CASE 314B

Heatsink surface connected to Pin 3



TO-220
T SUFFIX
CASE 314D

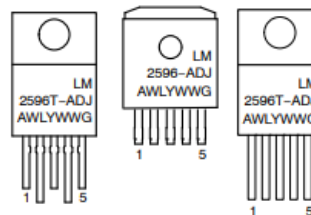
Pin 1. V_{in}
2. Output
3. Ground
4. Feedback
5. ON/OFF



D²PAK
D2T SUFFIX
CASE 936A

Heatsink surface (shown as terminal 6 in case outline drawing) is connected to Pin 3

MARKING DIAGRAMS



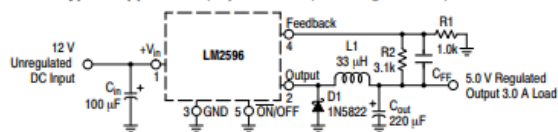
A = Assembly Location
WL = Wafer Lot
Y = Year
WW = Work Week
G = Pb-Free Package

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 23 of this data sheet.

LM2596

Typical Application (Adjustable Output Voltage Version)



Block Diagram

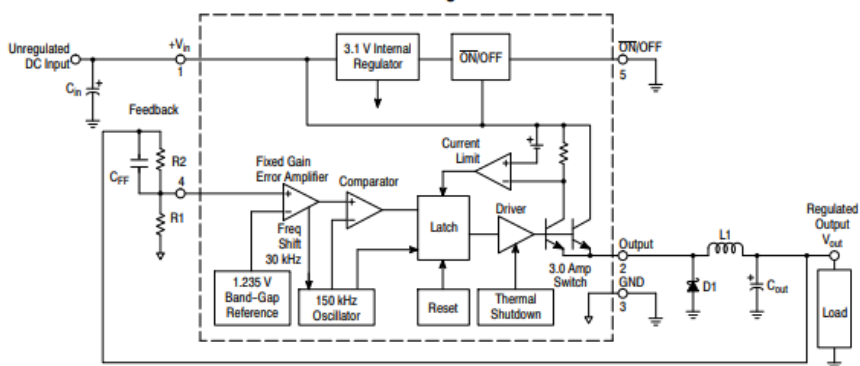


Figure 1. Typical Application and Internal Block Diagram

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Supply Voltage	V_{IN}	45	V
ON/OFF Pin Input Voltage	–	$-0.3 \text{ V} \leq V \leq +V_{IN}$	V
Output Voltage to Ground (Steady-State)	–	-1.0	V
Power Dissipation			
Case 314B and 314D (TO-220, 5-Lead)	P_D	Internally Limited	W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	5.0	°C/W
Case 936A (D ² PAK)	P_D	Internally Limited	W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	70	°C/W
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	5.0	°C/W
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	°C
Minimum ESD Rating (Human Body Model: C = 100 pF, R = 1.5 kΩ)	–	2.0	kV
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	–	260	°C
Maximum Junction Temperature	T_J	150	°C

Stresses exceeding those listed in the Maximum Ratings table may damage the device. If any of these limits are exceeded, device functionality should not be assumed, damage may occur and reliability may be affected.

LAMPIRAN 5

DATASHEET HC-SR501

HC-SR501 PIR MOTION DETECTOR

Product Discription

HC-SR501 is based on infrared technology, automatic control module, using Germany imported LHI778 probe design, high sensitivity, high reliability, ultra-low-voltage operating mode, widely used in various auto-sensing electrical equipment, especially for battery-powered automatic controlled products.

Specification:

- Voltage: 5V ~ 20V
- Power Consumption: 65mA
- TTL output: 3.3V, 0V
- Delay time: Adjustable (3-5min)
- Lock time: 0.2 sec
- Trigger methods: L – disable repeat trigger, H enable repeat trigger
- Sensing range: less than 120 degree, within 7 meters
- Temperature: - 15 ~ +70
- Dimension: 32*24 mm, distance between screw 28mm, M2, Lens dimension in diameter: 23mm

Application:

Automatically sensing light for Floor, bathroom, basement, porch, warehouse, Garage, etc, ventilator, alarm, etc.

Features:

- Automatic induction: to enter the sensing range of the output is high, the person leaves the sensing range of the automatic delay off high, output low.
- Photosensitive control (optional, not factory-set) can be set photosensitive control, day or light intensity without induction.
- Temperature compensation (optional, factory reset): In the summer when the ambient temperature rises to 30 ° C to 32 ° C, the detection distance is slightly shorter, temperature compensation can be used for performance compensation.
- Triggered in two ways: (jumper selectable)
 - non-repeatable trigger: the sensor output high, the delay time is over, the output is automatically changed from high level to low level;
 - repeatable trigger: the sensor output high, the delay period, if there is human activity in its sensing range, the output will always remain high until the people left after the delay will be high level goes low (sensor module detects a time delay period will be automatically extended every human activity, and the starting point for the delay time to the last event of the time).
- With induction blocking time (the default setting: 2.5s blocked time): sensor module after each sensor output (high into low), followed by a blockade set period of time, during this time period sensor does not accept any sensor signal. This feature can be achieved sensor output time "and" blocking time "interval between the work can be applied to interval detection products; This function can inhibit a variety of interference in the process of load switching. (This time can be set at zero seconds – a few tens of seconds).
- Wide operating voltage range: default voltage DC4.5V-20V.
- Micropower consumption: static current <50 microamps, particularly suitable for battery-powered automatic control products.
- Output high signal: easy to achieve docking with the various types of circuit.

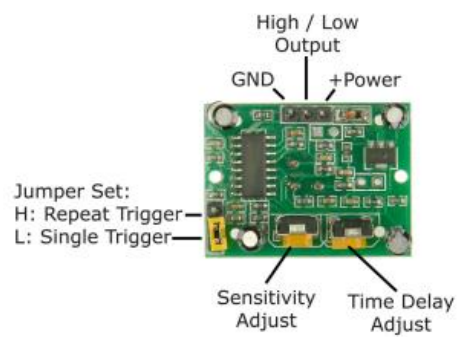
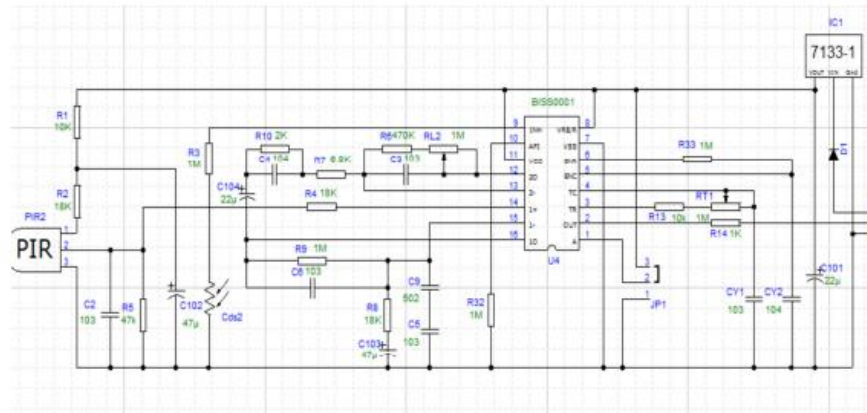
Adjustment:

- Adjust the distance potentiometer clockwise rotation, increased sensing distance (about 7 meters), on the contrary, the sensing distance decreases (about 3 meters).
- Adjust the delay potentiometer clockwise rotation sensor the delay lengthened (300S), on the contrary, shorten the induction delay (5S).

Instructions for use:

- Sensor module is powered up after a minute, in this initialization time intervals during this module will output 0-3 times, a minute later enters the standby state.
- Should try to avoid the lights and other sources of interference close direct module surface of the lens, in order to avoid the introduction of interference signal malfunction; environment should avoid the wind flow, the wind will cause interference on the sensor.
- Sensor module with dual probe, the probe window is rectangular, dual (A B) in both ends of the longitudinal direction
 - so when the human body from left to right or right to left through the infrared spectrum to reach dual time, distance difference, the greater the difference, the more sensitive the sensor,
 - when the human body from the front to the probe or from top to bottom or from bottom to top on the direction traveled, double detects changes in the distance of less than infrared spectroscopy, no difference value the sensor insensitive or does not work;
- The dual direction of sensor should be installed parallel as far as possible in inline with human movement. In order to increase the sensor angle range, the module using a circular lens also makes the probe surrounded induction, but the left and right sides still up and down in both directions sensing range, sensitivity, still need to try to install the above requirements.

HC-SR501 PIR MOTION DETECTOR



LAMPIRAN 6

PROGRAM SISTEM KENDALI PENGGERAK PINTU OTOMATIS

SWING DOOR

```
tespenggerakpintuwithlimitswitch.ino
1  const int RPWM = 14;      // Pin untuk sinyal PWM ke motor maju
2  const int LPWM = 12;      // Pin untuk sinyal PWM ke motor mundur
3  const int EN = 5;         // Pin untuk mengaktifkan motor driver
4  const int PIRSensor = 15; // Pin untuk sensor PIR
5  const int LimitSwitchA = 18; // Pin untuk limit switch A
6  const int LimitSwitchB = 19; // Pin untuk limit switch B
7  bool motorMaju = false;   // Status apakah motor sedang bergerak maju
8
9  void setup() {
10     Serial.begin(115200);    // Inisialisasi Serial Monitor dengan baud rate 115200
11     pinMode(RPWM, OUTPUT);   // Set pin RPWM sebagai output
12     pinMode(LPWM, OUTPUT);   // Set pin LPWM sebagai output
13     pinMode(EN, OUTPUT);     // Set pin EN sebagai output
14     pinMode(PIRSensor, INPUT); // Set pin PIR sensor sebagai input
15     pinMode(LimitSwitchA, INPUT_PULLUP); // Set pin limit switch A sebagai input dengan pull-up internal
16     pinMode(LimitSwitchB, INPUT_PULLUP); // Set pin limit switch B sebagai input dengan pull-up internal
17     Serial.println("Setup selesai, siap mendeteksi gerakan!");
18 }
19
20 void loop() {
21     int sensorValue = digitalRead(PIRSensor); // Membaca nilai dari sensor PIR
22     int limitSwitchAValue = digitalRead(LimitSwitchA); // Membaca nilai dari limit switch A
23     int limitSwitchBValue = digitalRead(LimitSwitchB); // Membaca nilai dari limit switch B
24
25     if (limitSwitchBValue == LOW) { // Jika limit switch B tertekan
26         Serial.println("Limit Switch B tertekan: Motor maju");
27         digitalWrite(EN, HIGH); // Mengaktifkan pin EN
28         analogWrite(RPWM, 255); // Motor bergerak maju dengan kecepatan maksimum
29     }
```

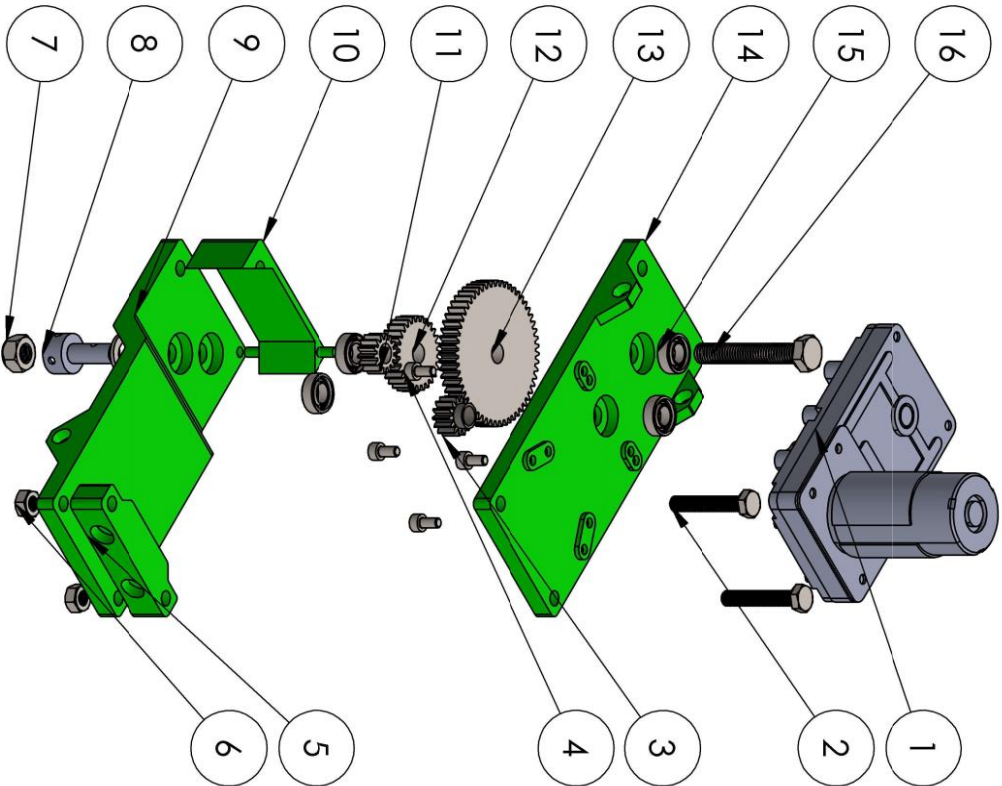
```
29     analogWrite(LPWM, 0); // Mematikan arah mundur
30     while (digitalRead(LimitSwitchB) == LOW) { // Terus maju sampai limit switch B tidak tertekan
31         // Lakukan loop sampai limit switch B tidak tertekan lagi
32     }
33     analogWrite(RPWM, 0); // Memastikan motor berhenti maju
34 } else if (limitSwitchAValue == LOW) { // Jika limit switch A tertekan
35     Serial.println("Limit Switch A tertekan: Motor mundur");
36     digitalWrite(EN, HIGH); // Mengaktifkan pin EN
37     analogWrite(RPWM, 0); // Mematikan arah maju
38     analogWrite(LPWM, 255); // Motor bergerak mundur dengan kecepatan maksimum
39     while (digitalRead(LimitSwitchA) == LOW) { // Terus mundur sampai limit switch A tidak tertekan
40         // Lakukan loop sampai limit switch A tidak tertekan lagi
41     }
42     analogWrite(LPWM, 0); // Memastikan motor berhenti mundur
43 } else if (sensorValue == HIGH) { // Jika ada gerakan terdeteksi
44     Serial.println("Gerakan terdeteksi: Motor maju");
45     digitalWrite(EN, HIGH); // Mengaktifkan pin EN
46     analogWrite(RPWM, 255); // Motor bergerak maju dengan kecepatan maksimum
47     analogWrite(LPWM, 0); // Mematikan arah mundur
48     motorMaju = true; // Set status motor maju
49 } else { // Jika tidak ada gerakan terdeteksi
50     if (motorMaju) {
51         Serial.println("Tidak ada gerakan: Motor berhenti");
52         analogWrite(RPWM, 0); // Motor berhenti maju
53         analogWrite(LPWM, 0); // Motor tidak mundur
54         motorMaju = false; // Set status motor tidak maju
55         delay(3000); // Menunggu selama 3 detik
56     }
```

```
tespenggerakpintuwithlimitswitch | Arduino IDE 2.3.6
File Edit Sketch Tools Help
ESP32-WROOM-DA Module
tespenggerakpintuwithlimitswitch.ino
56 Serial.println("Motor mundur");
57 analogWrite(RPWM, 0); // Mematikan arah maju
58 analogWrite(LPWM, 255); // Motor bergerak mundur dengan kecepatan maksimum
59 for (int i = 0; i < 20; i++) { // Loop untuk cek sensor selama 5 detik (50*100ms = 5000ms)
60   if (digitalRead(PIRSensor) == HIGH) { // Jika gerakan terdeteksi saat mundur
61     Serial.println("Gerakan terdeteksi saat mundur: Motor maju kembali");
62     analogWrite(RPWM, 255); // Motor bergerak maju kembali
63     analogWrite(LPWM, 0); // Mematikan arah mundur
64     motorMaju = true; // Set status motor maju
65     break; // Keluar dari loop jika gerakan terdeteksi
66   }
67   if (digitalRead(LimitSwitchB) == LOW) { // Jika limit switch B tertekan
68     Serial.println("Limit Switch B tertekan: Motor maju");
69     analogWrite(RPWM, 255); // Motor bergerak maju dengan kecepatan maksimum
70     analogWrite(LPWM, 0); // Mematikan arah mundur
71     while (digitalRead(LimitSwitchB) == LOW) { // Terus maju sampai limit switch B tidak tertekan
72       // Lakukan loop sampai limit switch B tidak tertekan lagi
73     }
74     analogWrite(RPWM, 0); // Memastikan motor berhenti maju
75     break; // Keluar dari loop jika limit switch B tertekan
76   }
77   delay(100); // Delay untuk menghindari pembacaan sensor yang terlalu cepat
78 }
79 analogWrite(LPWM, 0); // Memastikan motor berhenti mundur
80 }
81 }
82 delay(100); // Delay untuk menghindari pembacaan sensor yang terlalu cepat
83 }
```

Ln 56, Col 7 ESP32-WROOM-DA Module on COM10 [not connected]

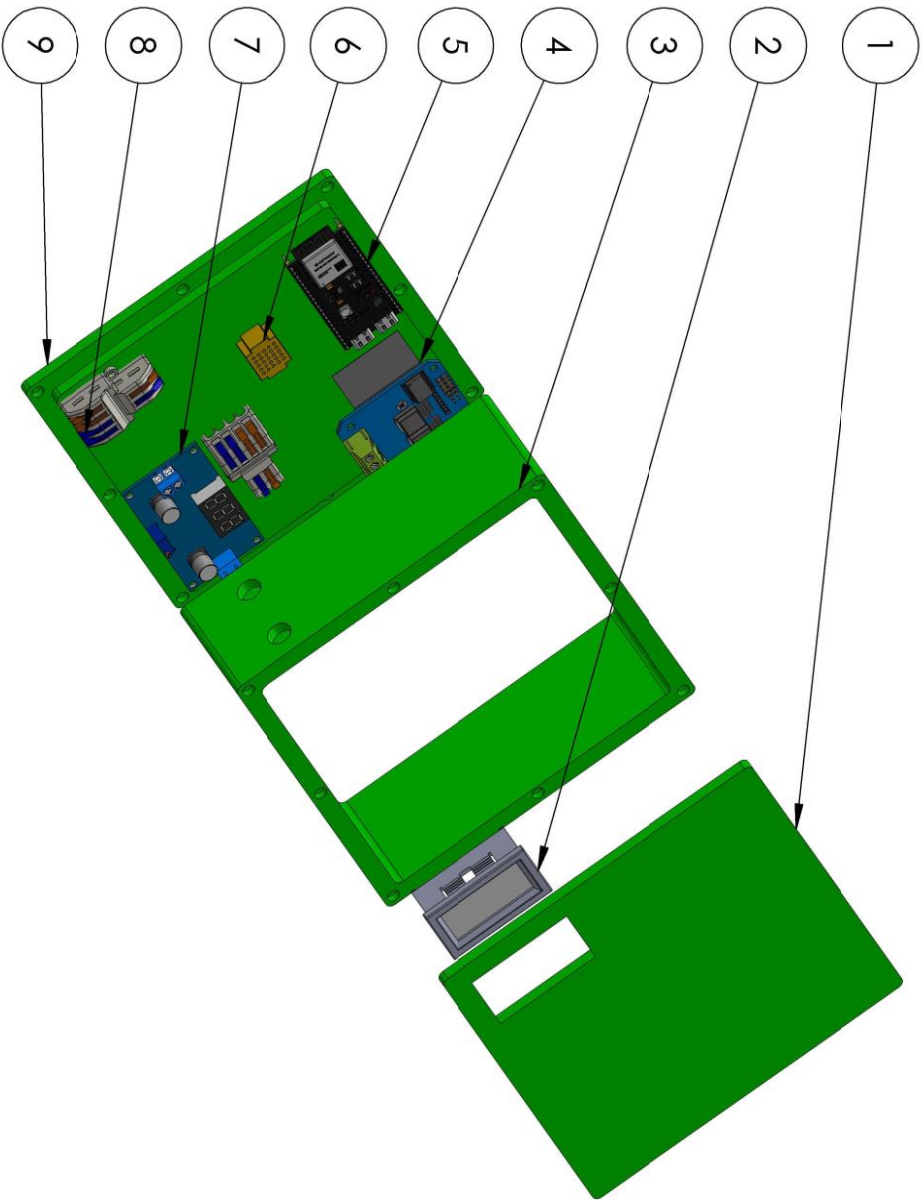
LAMPIRAN 7
BILL OF MATERIALS DAN GAMBAR TEKNIK

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	DC 12V-24V.STEP	1
2	ISO 4014 - M6 x 35 x 35-S	2
3	ISO - Spur gear 1M 14T 20PA 8FW --- S14B10H12L8.0N	1
4	ISO 4762 M4 x 8 - 8N	4
5	Frame penahan belakang	1
6	ISO - 4032 - M6 - W - S	2
7	ISO 7719-M8-S	1
8	coupling door closer	1
9	Frame bawah Spur Gear	1
10	Frame penahan depan	1
11	ISO - Spur gear 1M 14T 20PA 8FW --- S14A75H50L8.0N	1
12	ISO - Spur gear 1M 28T 20PA 8FW --- S28B10H12L8.0N	1
13	ISO - Spur gear 1M 56T 20PA 8FW --- S56A75H50L8.0N	1
14	Frame Atas Spur Gear	1
15	ISO 15 ABB - 288 - 12,DE,AC,12_68	4
16	ISO 4014 - M8 x 50 x 50-S	1
17	Washer ISO 7091 - 8	1



FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
TITLE: mekanisme penggerak spur gear							
NAME BAGUS PRIBADI		SIGNATURE		DATE		DWG.NO.	
DRAWN		CHKD		APPRVD		MFG	
G.A							
MATERIAL:				SCALE:1:10			
WEIGHT:				SHEET 1 OF 1			
				A4			

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Cover Electrical	1
2	Digital Voltmeter	1
3	Frame Electrical	1
4	BTS7960 H-Bridge Module	1
5	ESP32	1
6	Mini Breadboard, 25 Tie Points	1
7	LM2596 Buck Converter 4.0-40 to 1.3-37V	1
8	Terminal STEKKER LD222-424	2
9	Backplate Electrical	1



FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES				
NAME		SIGNATURE	DATE	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	

DRAWN	CHK'D	APP'VD	MFG	Q.A	MATERIAL:		DWG NO.		TITLE:	
							KOTAK ELEKTRIK		BILL OF MATERIAL	
WEIGHT:					SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1		A4	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

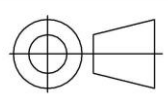
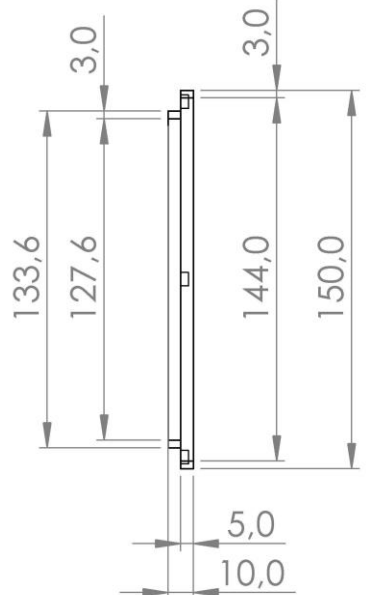
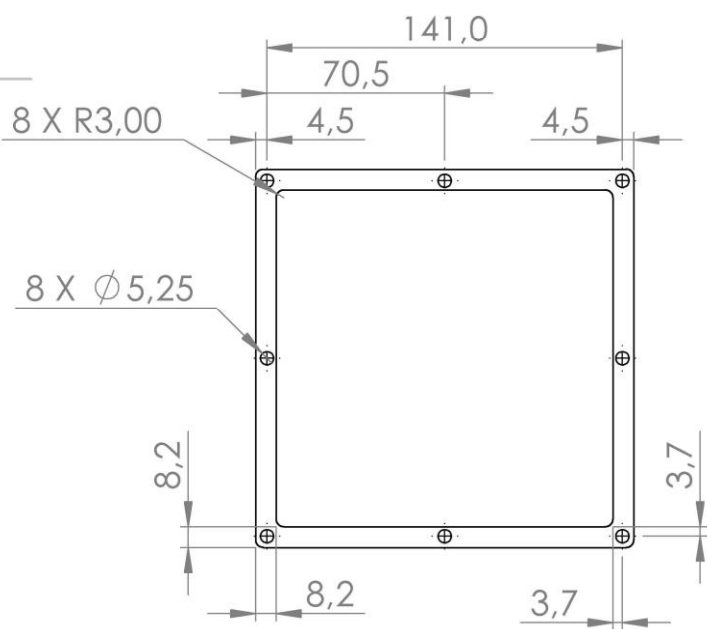
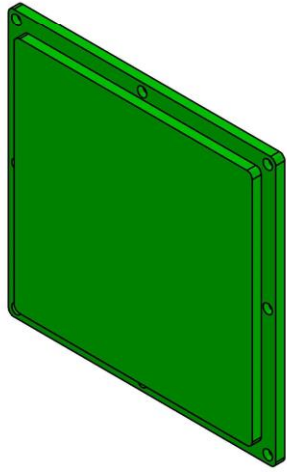
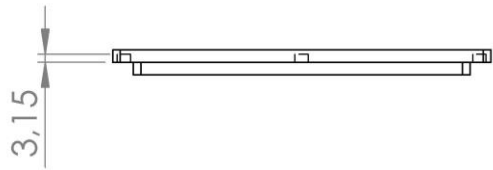
C

B

B

A

A



FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	BAGUS PRIBADI				
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

Backplate Electrical

DWG NO.

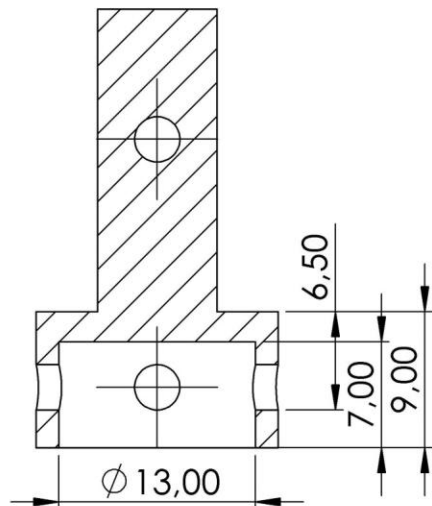
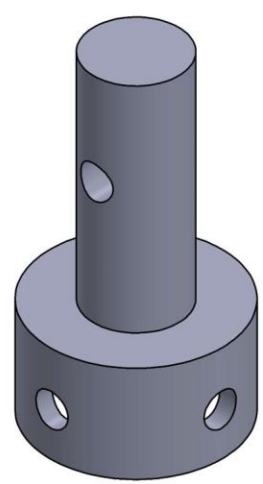
03

A4

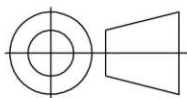
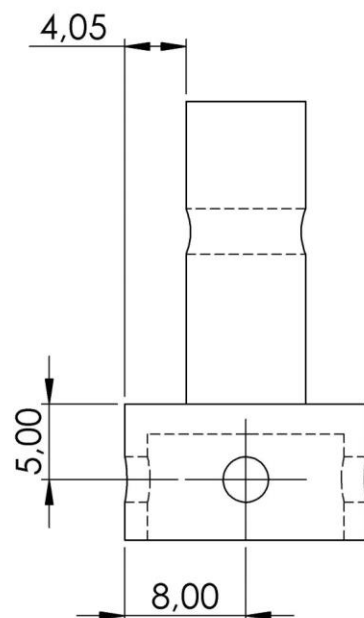
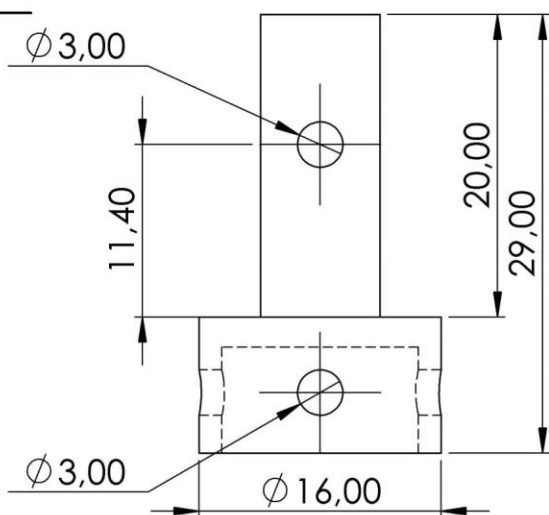
SCALE:1:3

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1



SECTION A-A



DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

REVISION

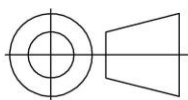
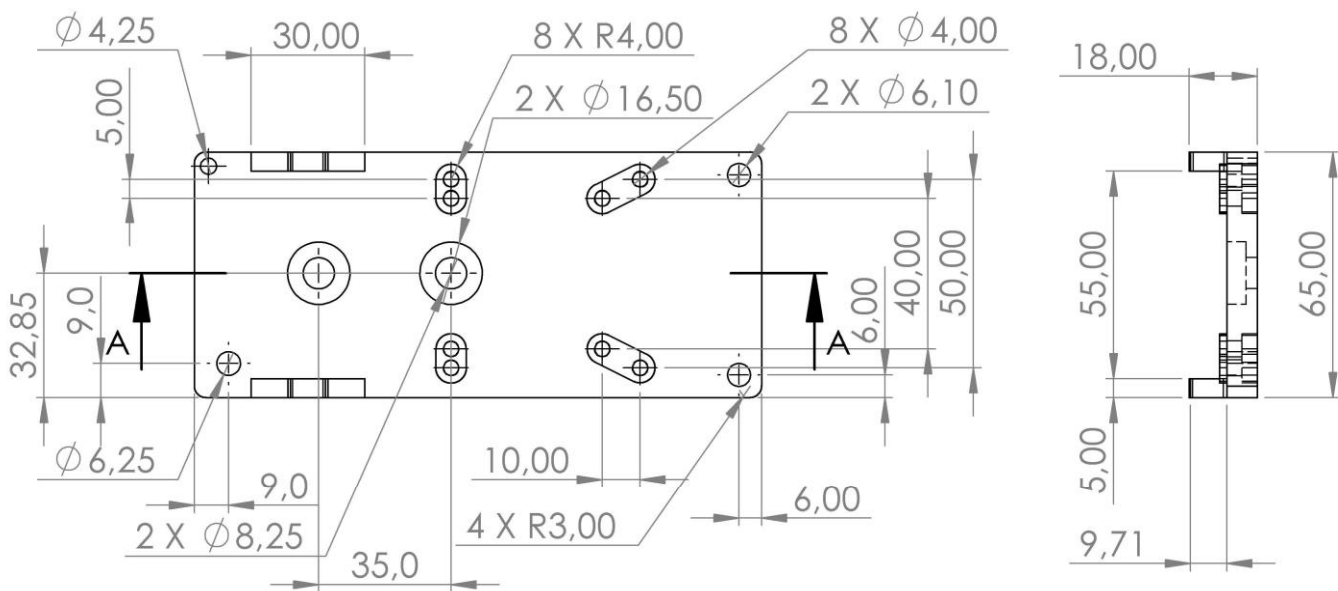
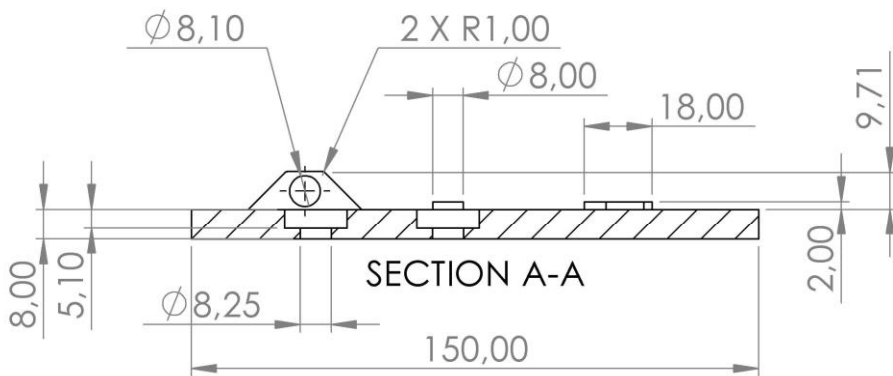
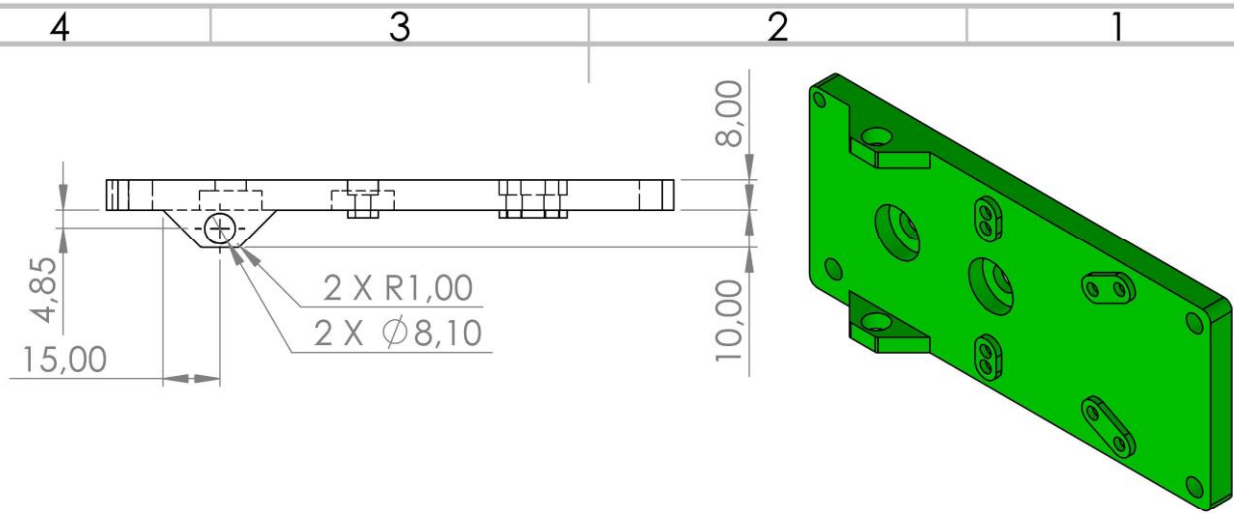
	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	BAGUS PRIBADI				
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

coupling door
closer

06

A4

SHEET 1 OF 1



FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN BAGUS PRIBADI		
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		
MATERIAL:		
WEIGHT:		

TITLE:

Frame Atas
Spur Gear

DWG NO.

08

A4

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

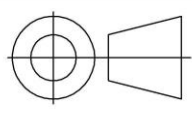
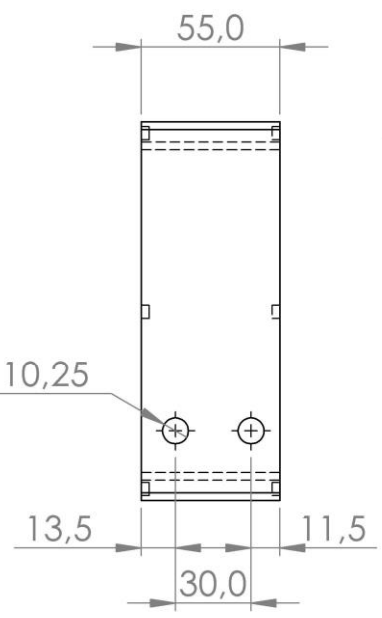
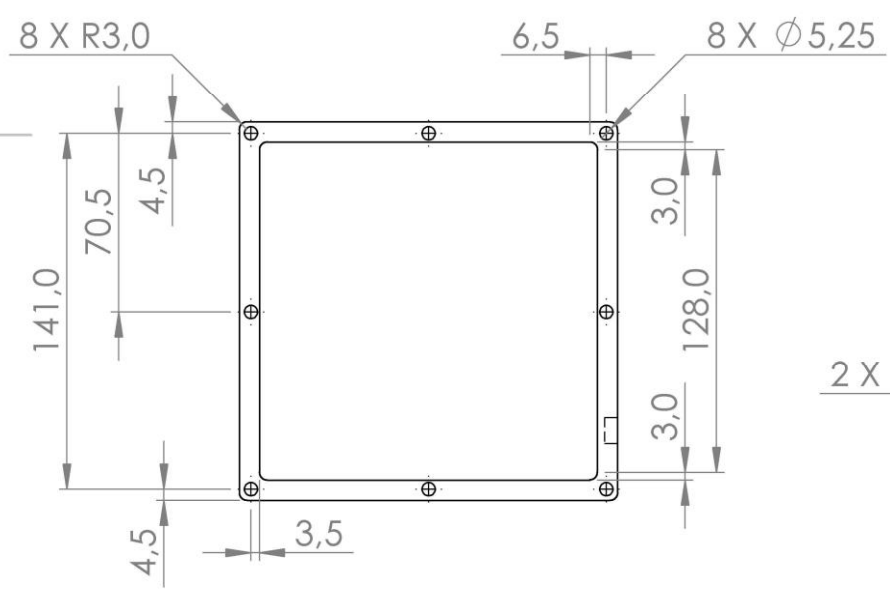
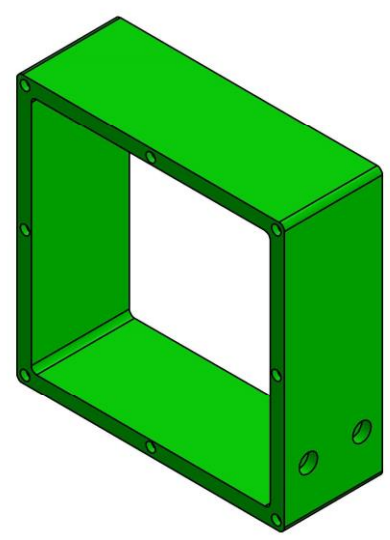
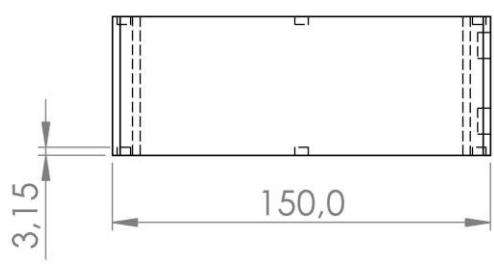
C

B

B

A

A



FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	BAGUS PRIBADI				
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

Frame Electrical

DWG NO.

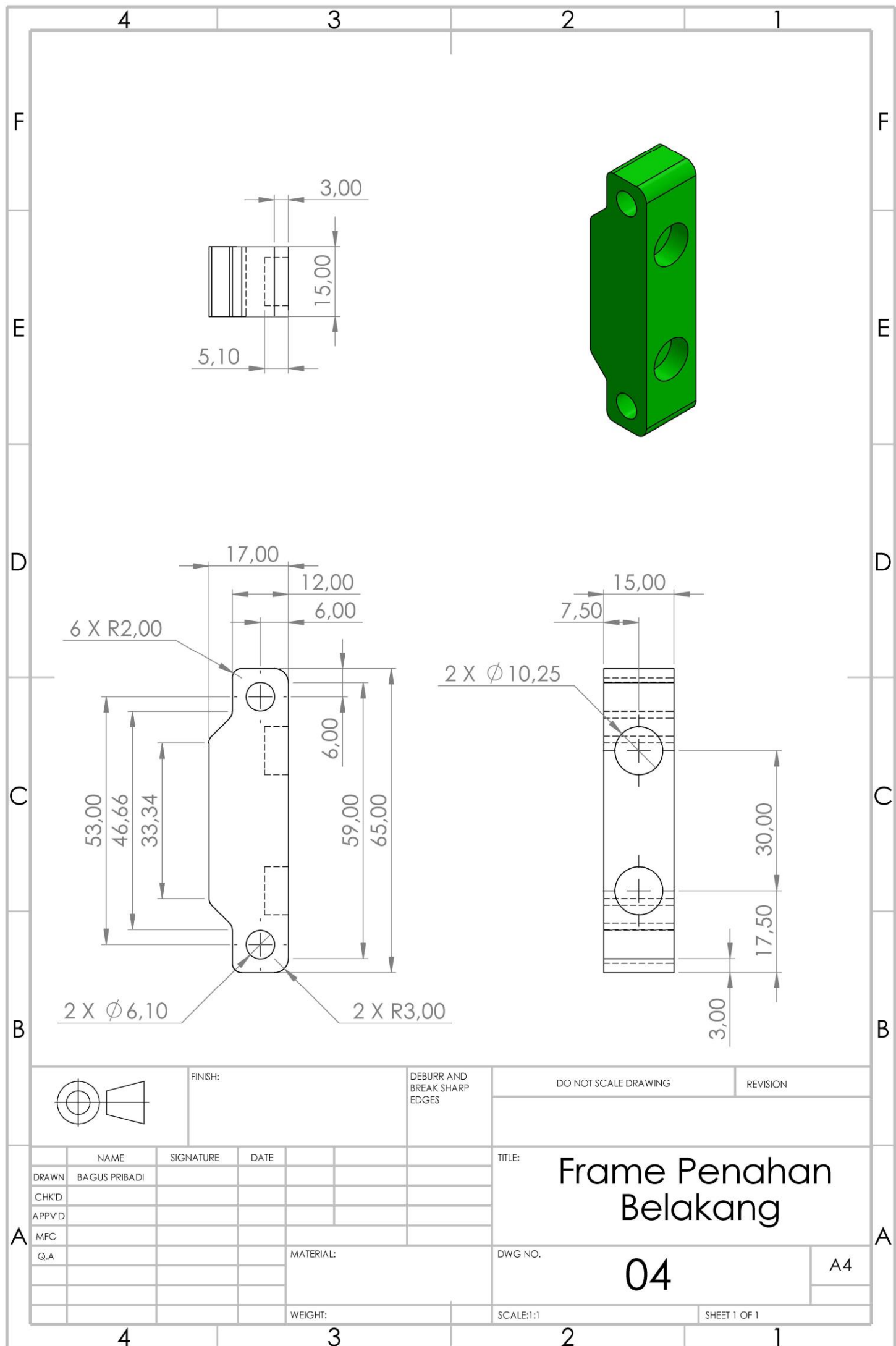
02

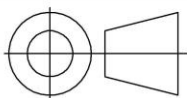
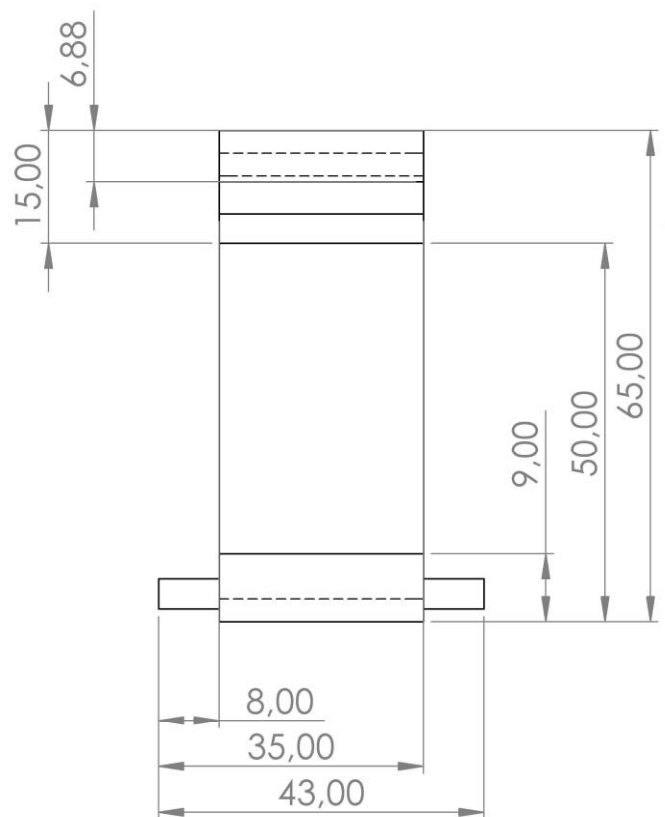
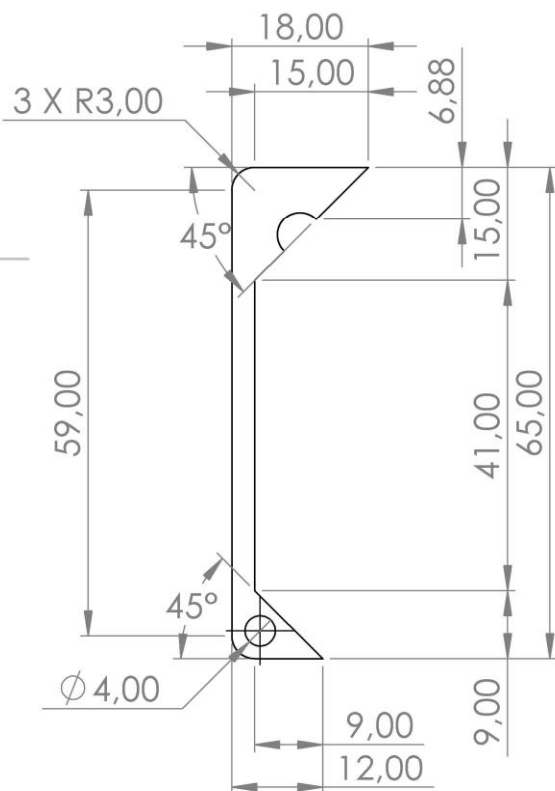
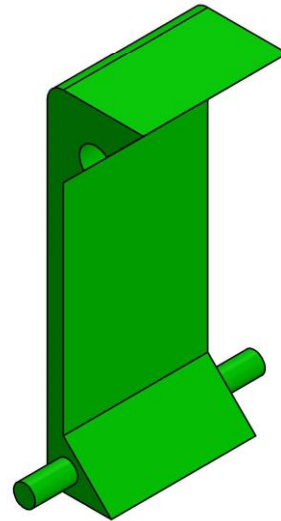
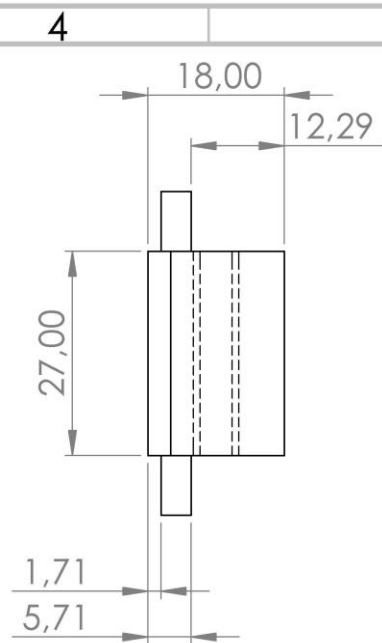
A4

SCALE:1:3

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1





FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	BAGUS PRIBADI				
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE: Frame penahan
depan

DWG NO.

05

A4

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1