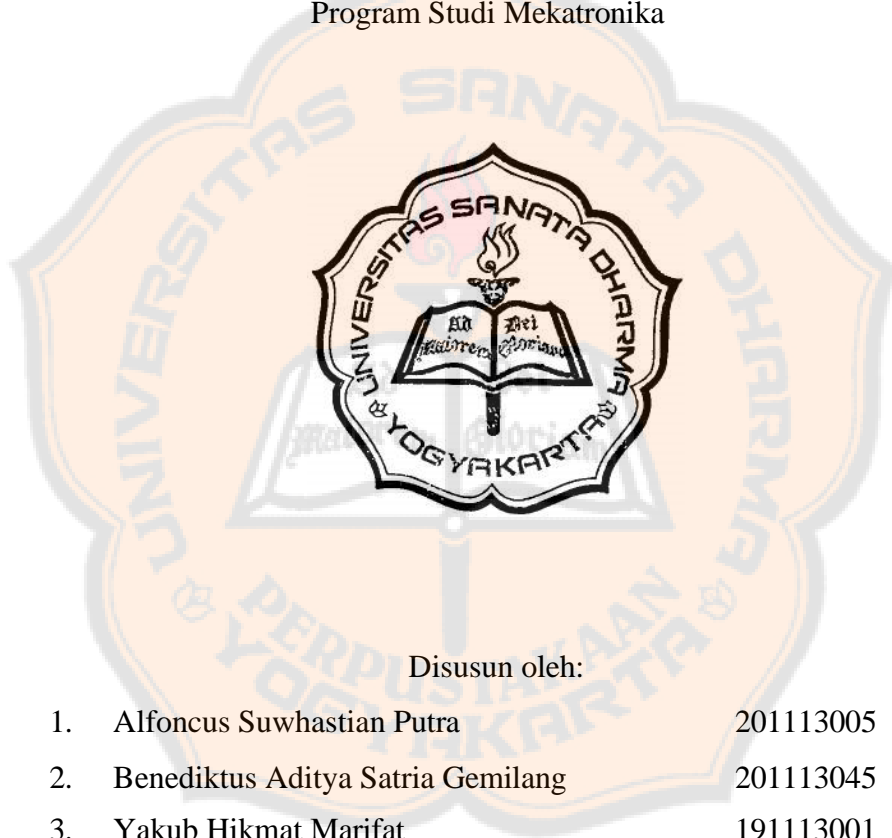


**PENGEMBANGAN SISTEM GANTRI PEMINDAH BENDA
DARI KONVEYOR MENGGUNAKAN ROBOT DELTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Ahli Madya
Program Studi Mekanika



Disusun oleh:

- | | | |
|----|-----------------------------------|-----------|
| 1. | Alfoncus Suwhastian Putra | 201113005 |
| 2. | Benediktus Aditya Satria Gemilang | 201113045 |
| 3. | Yakub Hikmat Marifat | 191113001 |

**FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR


**PENGEMBANGAN SISTEM GANTRI PEMINDAH BENDA DARI
KONVEYOR MENGGUNAKAN ROBOT DELTA**

Disusun oleh:

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. Alfoncus Suwhastian Putra | 201113005 |
| 2. Benediktus Aditya Satria Gemilang | 201113045 |
| 3. Yakub Hikmat Marifat | 191113001 |

Menyetujui,

Dosen Pembimbing,



Ir. Pippie Arbiyanti, S.T., M.Eng.

Yogyakarta, 21 Juni 2023

NIDN. 0522107302

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

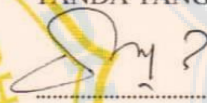
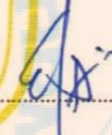

TUGAS AKHIR

PENGEMBANGAN SISTEM GANTRI PEMINDAH BENDA DARI KONVEYOR MENGGUNAKAN ROBOT DELTA

Disusun oleh:

- | | | |
|----|-----------------------------------|-----------|
| 1. | Alfoncus Suwhastian Putra | 201113005 |
| 2. | Benediktus Aditya Satria Gemilang | 201113045 |
| 3. | Yakub Hikmat Marifat | 191113001 |

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

JABATAN	NAMA LENGKAP	TANDA TANGAN
Ketua	: Dr. Eng. Petrus Sutiyasadi	
Sekretaris	: Ir. Eko Aris Budi Cahyono, S.T., M.Eng.	
Anggota	: Ir. Pippie Arbiyanti, S.T., M.Eng.	

Yogyakarta, 21 Juni 2023

Fakultas Vokasi

Universitas Sanata Dharma

Dekan,



Ir. Bernardinus Sri Widodo, S.T., M.Eng.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

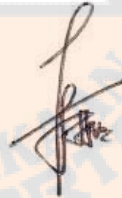
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka dengan mengikuti ketentuan sebagaimana layaknya karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiarism dalam naskah ini, saya bersedia menanggung segala sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 19 Juni 2023

Penulis,

1. Nama : Alfoncus Suwhastian Putra



2. Nama : Benediktus Aditya Satria Gemilang



3. Nama : Yakub Hikmat Marifat



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata
Dharma:

Nama : Alfoncus Suwhastian Putra

NIM : 201113005

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada
Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGEMBANGAN SISTEM GANTRI PEMINDAH BENDA DARI
KONVEYOR MENGGUNAKAN ROBOT DELTA**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan
kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan,
mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan
data, mendistribusikan, dan mempublikasikannya di internet atau media lain secara
*Fulltext/Tidak-Fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin
dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak keberatan jika nama, tanda
tangan, gambar atau *image* yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh
mesin pencari (*search engine*), misalnya *google*.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal: 8 Juli 2026

Yang menyatakan,



(Alfoncus Suwhastian Putra)

***Coret salah satu**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata
Dharma:

Nama : Benediktus Aditya Satria Gemilang

NIM : 201113045

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada
Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGEMBANGAN SISTEM GANTRI PEMINDAH BENDA DARI
KONVEYOR MENGGUNAKAN ROBOT DELTA**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan
kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan,
mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan
data, mendistribusikan, dan mempublikasikannya di internet atau media lain secara
Fulltext/Tidak-Fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin
dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak keberatan jika nama, tanda
tangan, gambar atau *image* yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh
mesin pencari (*search engine*), misalnya *google*.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal : 8 Juli 2026

Yang menyatakan



(Benediktus Aditya Satria Gemilang)

***Coret salah satu**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata
Dharma:

Nama : Yakub Hikmat Marifat

NIM : 191113001

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada
Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGEMBANGAN SISTEM GANTRI PEMINDAH BENDA DARI
KONVEYOR MENGGUNAKAN ROBOT DELTA**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan
kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan,
mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan
data, mendistribusikan, dan mempublikasikannya di internet atau media lain secara
Fulltext/Tidak-Fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin
dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan
nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak keberatan jika nama, tanda
tangan, gambar atau *image* yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh
mesin pencari (*search engine*), misalnya *google*.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal: 8 Juli 2026

Yang menyatakan,



(Yakub Hikmat Marifat)

ABSTRAK

Tujuan dari dibuatnya alat tersebut adalah untuk mengembangkan sebuah alat yang sudah ada sebelumnya terkait robot delta, dimana alat ini menambahkan konveyor untuk sistem pengiriman benda kemudian dilanjutkan proses gantri oleh robot delta. Metode yang diterapkan dalam pembuatan alat ada beberapa tahap, tahapannya meliputi desain perancangan alat, identifikasi komponen, analisis komponen, pembuatan, pengujian, dan evaluasi. Dalam pembuatan tugas akhir ini, robot delta dan konveyor akan saling berkomunikasi. Komunikasi tersebut, dikendalikan oleh Arduino sesuai dengan program yang sudah dibuat di *software* Arduino. *Software* ini, digunakan untuk menentukan koordinat benda yang akan berhenti ketika sensor *photoelectric switch* PL29 mendeteksi benda. Setelah sensor mendeteksi benda maka, dilanjutkan proses gantri yang dilakukan oleh robot delta menggunakan *End Effector Gripper Electromagnetic Inductive* ke dalam box. Proses peletakkan benda memiliki 2 siklus, siklus pertama menaruh benda secara zig – zag. Kemudian, siklus kedua menaruh benda secara berurutan. Kedua siklus akan berulang terus-menerus sampai alat gantri ini dimatikan. Kelebihan alat tersebut yakni cepat dan fleksibel dalam memindahkan barang, selain itu penggunaannya mudah. Dari segi biaya lebih ekonomis dan komponen mudah didapatkan. Kekurangan alat ini yaitu pada jangkauan lengan robotnya yang terbatas sehingga hanya bisa memindahkan benda dengan jarak tertentu. Selain itu, pada bagian setting koordinat harus dilakukan secara manual dengan menggunakan program Arduino UNO. Kemudian, supaya wawasan mahasiswa lebih luas, maka dalam pembuatan “Pengembangan Sistem Gantri Pemindah Benda dari Konveyor Menggunakan Robot Delta” ini dilengkapi dengan *manual book*. *Manual book* ini bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami cara pengoperasian dan perawatan alat.

Kata kunci: Robot Delta, Sistem Gantri, Konveyor

ABSTRACT

The purpose of making this tool is to develop an existing tool related to the delta robot, where this tool adds a conveyor for the object delivery system and then continues the gantry process by the delta robot. There are several stages of the method used in making tools, these stages include tool design, component identification, component analysis, manufacture, testing, and evaluation. In making this final project the delta robot and the conveyor will communicate with each other. This communication is controlled by Arduino according to the program that has been made in the Arduino software. This software is used to determine the coordinates of objects that will stop when the PL29 photoelectric switch sensor detects an object. After the sensor detects the object, the gantry process is continued which is carried out by the delta robot using the Electromagnetic Inductive Gripper End Effector into the box. The process of placing objects has 2 cycles, the first cycle is placing objects in a zig-zag manner. Then, the second cycle places the objects sequentially. The two cycles will repeat continuously until the gantry device is turned off. The advantage of this tool is that it is fast and flexible in moving goods, besides that it is easy to use. In terms of cost, it is more economical and the components are easy to obtain. The drawback of this tool is the limited reach of the robotic arm so that it can only move objects a certain distance. In addition, the coordinate setting part must be done manually using the Arduino UNO program. Then, so that students' insights are broader, the "Development of a Gantry System for Moving Objects From a Conveyor Using a Delta Robot" is accompanied by a manual. This manual aims to make it easier for students to understand how to operate and maintain the tool.

Keywords: Delta Robot, Gantry System, Conveyor

DAFTAR ISI

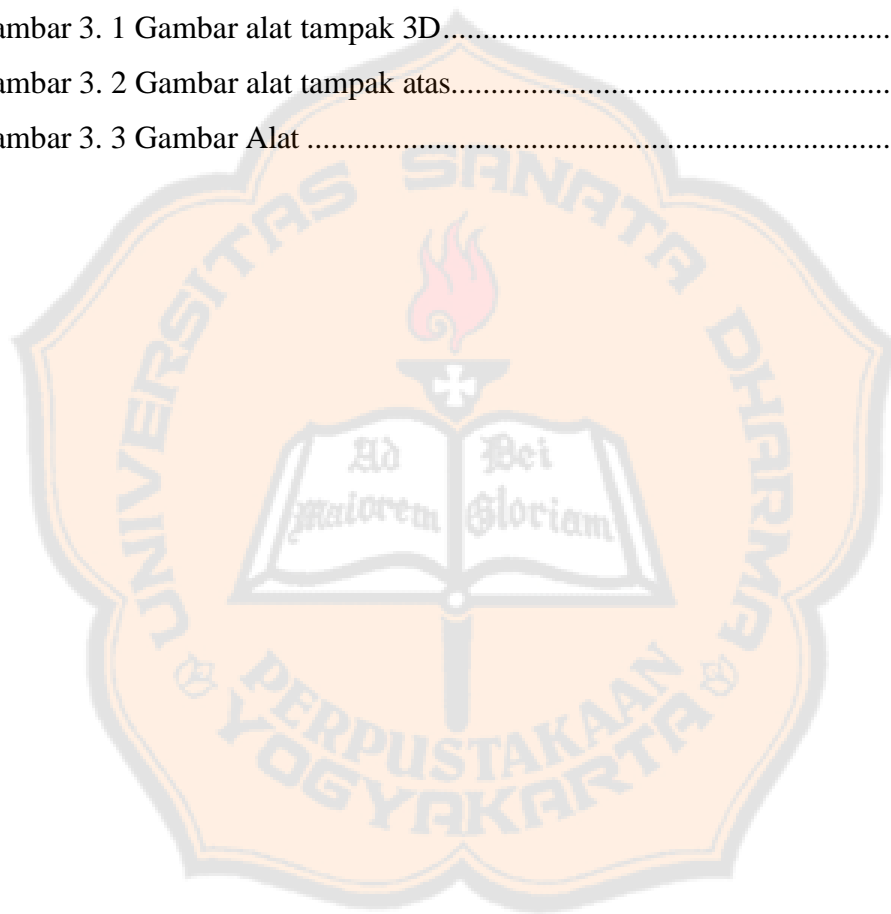
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan	3
1.3 Batasan.....	3
1.4 Referensi	4
BAB II.....	7
2.1. Deskripsi Alat	7
2.2. Perancangan Mekanik.....	8
2.3. Perancangan Elektrik	9
2.4. Perancangan Kendali	11
BAB III.....	13
3.1. Spesifikasi Alat.....	13
3.2. Komponen-Komponen Alat.....	16

3.3. Cara Kerja Alat	25
3.4. Pembahasan	26
BAB IV	28
4.1. Kesimpulan	28
4.2. Prospek Pengembangan Alat	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gambar Referensi 1	4
Gambar 1. 2 Gambar Referensi 2.....	5
Gambar 2. 1 Posisi Peletakkan Benda.....	7
Gambar 2. 2 Gambar full body.....	8
Gambar 2. 3 Gambar rancangan elektrik.....	9
Gambar 2. 4 Gambar Perancangan Kendali	12
Gambar 3. 1 Gambar alat tampak 3D.....	14
Gambar 3. 2 Gambar alat tampak atas.....	15
Gambar 3. 3 Gambar Alat	25



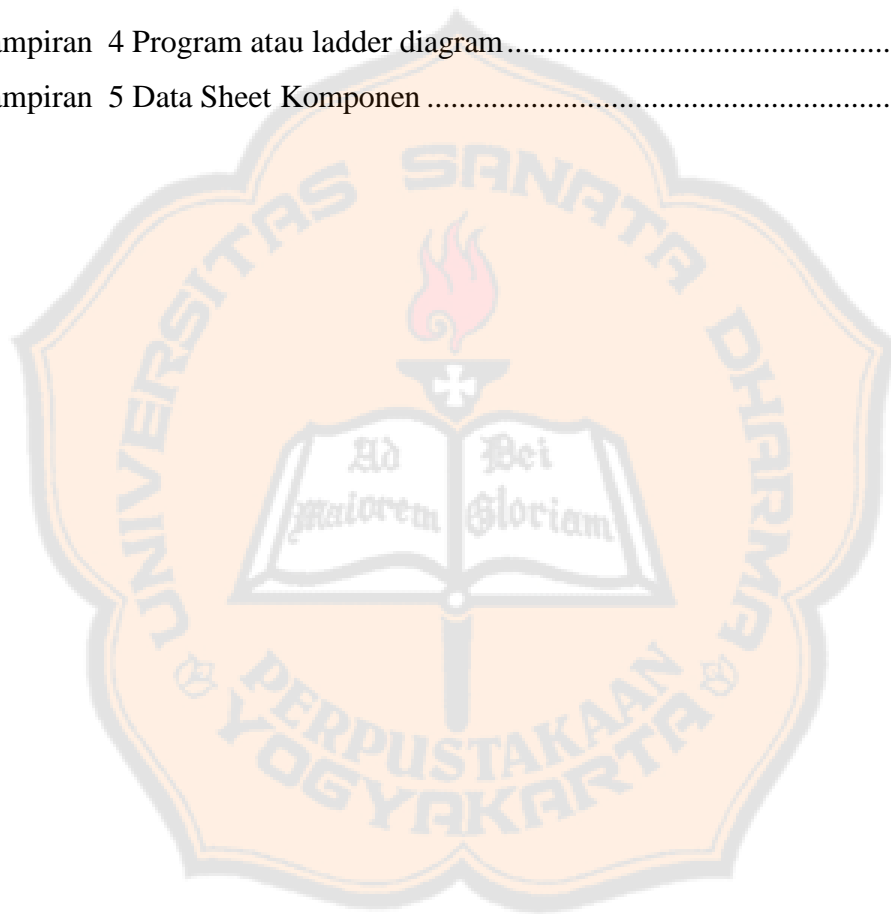
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Daftar I/O Alat	10
Tabel 3. 1 Spesifikasi Teknis Alat Gantri	13
Tabel 3. 2 Tabel Komponen Alat	16
Tabel 3. 3 Tabel Komponen Elektrik	21
Tabel 3. 4 Tabel Hasil Percobaan.....	26
Tabel 3. 5 Tabel Pembahasan.....	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar rancangan mekanik alat (gambar utama dan gambar komponen).....	30
Lampiran 2 Gambar skema rangkaian elektronik (driver motor, mikrokontroler, dsb).....	35
Lampiran 3 Gambar skema rangkaian elektrik (daftar i/o PLC, wiring PLC, dsb).....	36
Lampiran 4 Program atau ladder diagram.....	43
Lampiran 5 Data Sheet Komponen	49



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robot memegang peranan penting untuk menggantikan manusia melakukan pekerjaan yang sulit, misalnya pada pemindahan barang di perusahaan dengan menggunakan robot dan konveyor. Dengan robot dan konveyor pemindahan barang bisa dilakukan lebih aman dan efisien. Berkembangnya teknologi telah memunculkan berbagai bentuk robot yang diterapkan di dunia industri. Salah satu yang berkembang adalah robot delta yang memiliki tiga lengan yang terhubung ke satu pangkalan, yang dipasang di atas ruang kerja. Robot delta bekerja dalam bentuk kubus dan dapat bergerak dengan halus dan tepat pada kecepatan tinggi karena setiap sambungan ujung efektor dikendalikan langsung oleh ketiga lengan.

Pada proyek kali ini, alat yang dibuat yaitu: robot delta dan konveyor. Tugas akhir ini merupakan pengembangan dari proyek tugas akhir sebelumnya yaitu “Delta Robot Berbasis Arduino” yang ditulis oleh Yulianto dan Montanius (2021). Lalu pada pengembangannya dilengkapi dengan konveyor, konveyor dipasang sensor *photoelectric* untuk mendeteksi benda yang bergerak. Kemudian robot delta bergerak ke benda tersebut lalu elektromagnet untuk *gripper* aktif, setelah itu benda diambil dan dipindahkan ke tempat yang sudah disediakan. Pada akhirnya diputuskan untuk menggunakan *gripper* elektromagnet untuk membuat alat ini karena keefektifannya yang praktis dan mengingat peran magnet yang cukup besar.

Grippers magnetik digunakan untuk menangani bahan besi memanfaatkan sebuah magnet elektromagnetik secara permanen. Elektromagnetik dapat mengambil dan melepaskan benda yang akan dipindahkan dengan menghidupkan dan mematikan magnet sehingga objek tidak bisa lepas atau dijatuhkan dari magnet (Wibowo, 2023: 46). Studi tentang medan magnet sangat penting. Hans Christian Oersted membuat penemuan awal tentang hubungan antara medan magnet dan arus listrik pada tahun 1820. Oersted menemukan melalui studinya bahwa ketika jarum kompas diposisikan dekat dengan kabel listrik dan kabel dihubungkan ke baterai dan arus mengalir, jarum akan menyimpang. Oersted menemukan dalam percobaan yang berbeda bahwa kawat yang membawa listrik akan mempengaruhi jarum

kompas seperti halnya magnet. Hal ini menjadi bukti bahwa listrik dan magnet saling berhubungan, karena arus listrik menghasilkan medan magnet. Dia menegaskan bahwa perpindahan muatan listrik dapat menghasilkan medan magnet yang mengelilinginya (Putri et al., 2022: 45).

Kemudian pada penggerak lengan Robot Delta menggunakan motor servo standar 180° . Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180° (Purnama, 2023). Sedangkan penggerak konveyor menggunakan motor DC. Motor listrik arus searah adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan sumber tegangan arus listrik searah (DC, *Direct Current*) (Purnama, 2022). Lalu pada tugas akhir ini mengaplikasikan mikrokontroler untuk sistem pengontrolan dan pemrograman rangkaian (Purnama, 2023). Mikrokontroler yang digunakan pada pembuatan alat ini adalah Arduino UNO. Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source* yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang dengan bahasa pemrograman C (Setiadi, 2022).

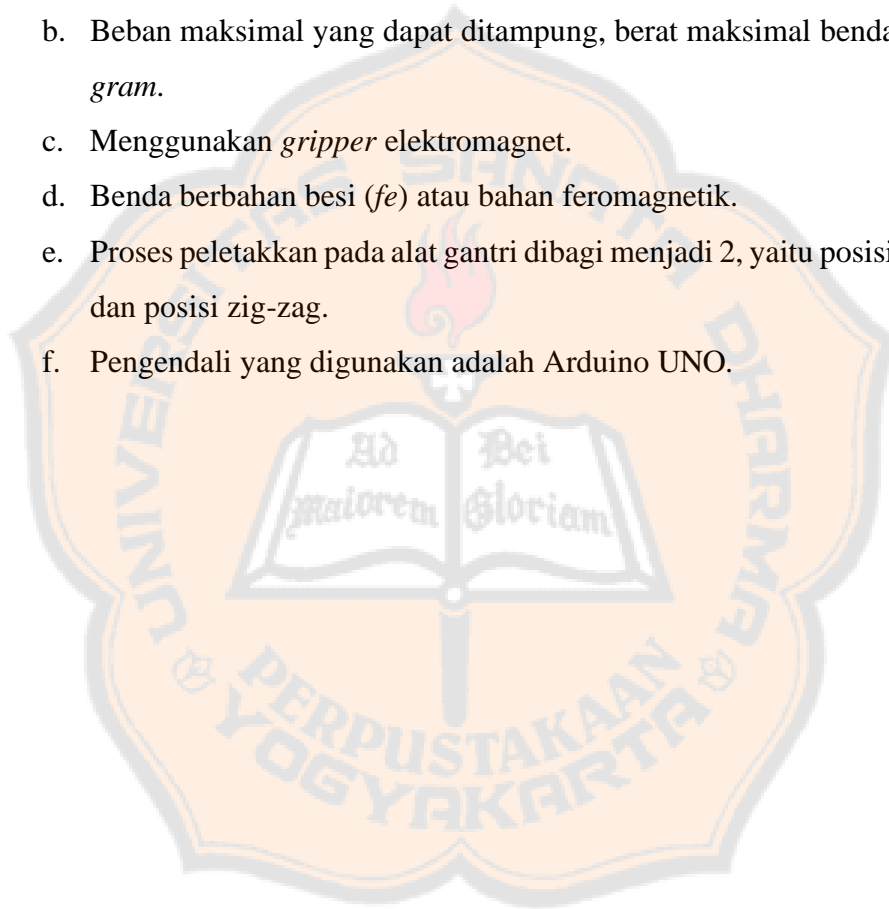
Alat ini dibuat dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi para pekerja. Dengan menggunakan konveyor dan lengan Robot Delta maka hal ini memudahkan seseorang agar tidak mudah lelah dalam memindahkan benda yang presisi, lalu alat ini bisa mengerjakan suatu pekerjaan berulang-ulang dan dapat di program ulang. Adam (2022:14) menyampaikan bahwa robot menjadi pilihan untuk membantu pekerjaan manusia dalam menyelesaikan tantangan dengan presisi, keamanan, kemampuan beradaptasi, dan pekerjaan yang berulang. Robot telah digunakan di sektor industri untuk memenuhi harapan pelanggan secara efisien, terutama untuk kegiatan *pick-and-place* yang menuntut keamanan, kecepatan, ketepatan, dan konsistensi. Untuk mencapai tujuan tersebut, dibuatlah robot delta yang mampu melakukan berbagai aktivitas, khususnya di sektor pengemasan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimanakah cara kerja aplikasi robot delta untuk pengambilan benda pada konveyor?
- b. Kendali apakah yang digunakan pada pembuatan alat gantri tersebut?
- c. Bagaimanakah siklus yang terjadi pada peletakkan benda?

1.3 Batasan Masalah

- a. Alat ini, memiliki area kerja dengan ukuran $225\text{ mm} \times 225\text{ mm}$.
- b. Beban maksimal yang dapat ditampung, berat maksimal benda kerja 500 gram.
- c. Menggunakan *gripper* elektromagnet.
- d. Benda berbahan besi (*fe*) atau bahan feromagnetik.
- e. Proses peletakkan pada alat gantri dibagi menjadi 2, yaitu posisi berurutan dan posisi zig-zag.
- f. Pengendali yang digunakan adalah Arduino UNO.



1.4 Referensi Rancangan

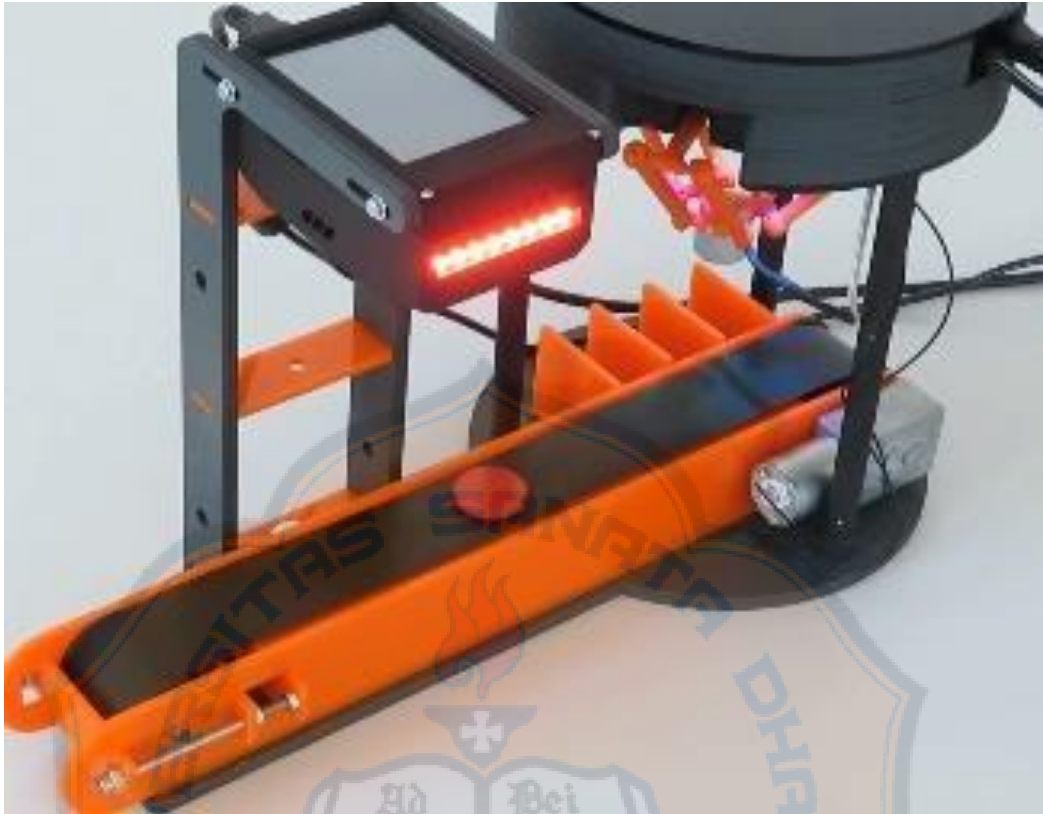
Referensi 1



Gambar 1. 1 Gambar Referensi 1

Referensi pertama ini berjudul “*Delta Robot conveyor tracking – playing in B&R E-Camp*”. Alat ini menggunakan vacuum sebagai gripper, lalu menggunakan PLC HMI sebagai pengendali atau kontrolnya. Cara kerja alat ini yaitu robot bergerak menuju benda pada *pallet 1*, kemudian *vacuum on*. Setelah itu robot akan mengambil benda dan diletakkan di konveyor. Proses selanjutnya, posisi *vacuum off* setelah meletakkan benda di konveyor. Lalu benda dari konveyor akan diambil oleh robot dan *vacuum on*. Lalu benda diletakkan di *pallet 2* dan posisi *vacuum off* setelah menyelesaikan prosesnya. Untuk mengetahui lebih lanjut cara kerja alat ini, maka bisa membuka link ini <https://www.youtube.com/watch?v=71-0KNsvbU4>.

Referensi Rancangan 2



Gambar 1. 2 Gambar Referensi 2

Referensi kedua ini berjudul “*Delta-Robot One: Full system sorting application*”. Alat ini menggunakan gripper berupa elektromagnet, sehingga benda yang bisa diambil hanya benda yang berbahan feromagnetik atau besi (*fe*). Kemudian pada pengendali atau kontrolnya menggunakan Arduino UNO. Lalu cara kerja alat ini yaitu pengoperasian sistem dilakukan dengan menggunakan program arduino, program ditransfer dari komputer ke *board* arduino. Kemudian jalankan mesinnya, konveyor bergerak kemudian benda dideteksi oleh sensor kamera Raspberry Cam V2. Kemudian benda diambil oleh robot delta dengan menggunakan magnet sebagai *grippernya* dan diletakkan di tempat yang sudah disediakan sesuai dengan warna bendanya. Saat mengambil benda posisi magnet *on*, setelah selesai meletakkan benda maka magnet akan *off*. Untuk mengetahui lebih lanjut pembahasan ini maka bisa membuka link ini <https://www.youtube.com/watch?v=5Ce0-a6Z8nE>.

1.5 Solusi Terpilih

Berdasarkan referensi desain atau proses sebelumnya, telah diputuskan untuk mengambil kedua referensi tersebut kemudian dimodifikasi ulang pada bagian kerangka dan sistem sensor. Pada referensi 1, diambil model kerangka nya untuk bagian desain kerangka dengan sedikit modifikasi ulang dalam bentuk kerangkanya. Kemudian pada referensi 2, diambil sistem pengendalinya yaitu menggunakan Arduino UNO. Lalu pada sistem *gripper* menggunakan elektromagnet sebagai penarik bendanya.

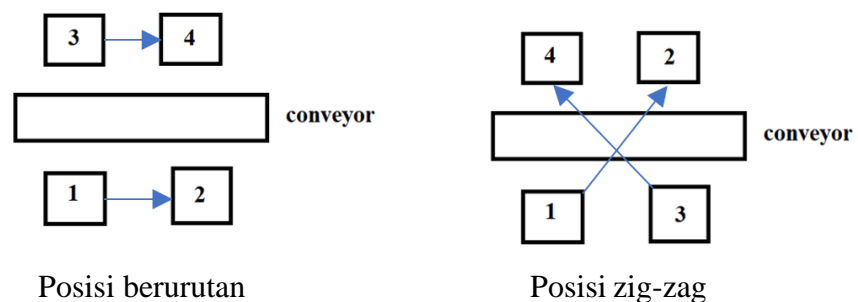


BAB II PERANCANGAN ALAT

2.1. Deskripsi Alat

Alat yang dibuat adalah alat dengan sistem gantri. Alat ini terdiri dari dua alat yang saling dihubungkan yaitu robot delta dan konveyor. Kerangka robot delta ini banyak mengaplikasikan bahan plastik. Pembuatannya menggunakan mesin 3D *Printing* untuk lengan robot. Kemudian, menggunakan motor servo sebagai penggerak serta pengaplikasian elektromagnet untuk menarik bendanya. Kerangka konveyor ini banyak mengaplikasikan bahan *aluminium*. Alat ini menggunakan motor DC sebagai penggerak *shaft pulley gear* yang terhubung dengan besi ass (*roundbar*) untuk memutar konveyor. Kemudian pada bagian *side support* menggunakan bahan plastik yang dibuat menggunakan mesin 3D *Printing*.

Lalu, kedua alat ini menggunakan Arduino sebagai sistem pengendali. Ada pula modul dan komponen elektrik yang diaplikasikan pada kedua alat tersebut. Cara kerja singkat alat ini, ketika sistem dijalankan maka konveyor akan bergerak. Kemudian benda yang diletakkan pada konveyor akan dideteksi oleh sensor *photoelectric*. Setelah benda dideteksi oleh sensor, maka robot akan aktif. Lalu robot akan bergerak sesuai titik koordinat yang sudah diatur, kemudian robot akan mengambil benda yang berada di konveyor. Robot mengambil benda dengan menggunakan *gripper* elektromagnet, lalu benda akan diletakkan oleh robot ke *box* yang sudah disediakan sesuai urutannya. Ada 2 urutan dalam proses peletakkan, yaitu posisi berurutan dan posisi zig-zag. Untuk proses pengambilan benda, posisi *gripper* elektromagnet *on*, setelah selesai meletakkan benda maka *gripper* elektromagnet akan *off*.

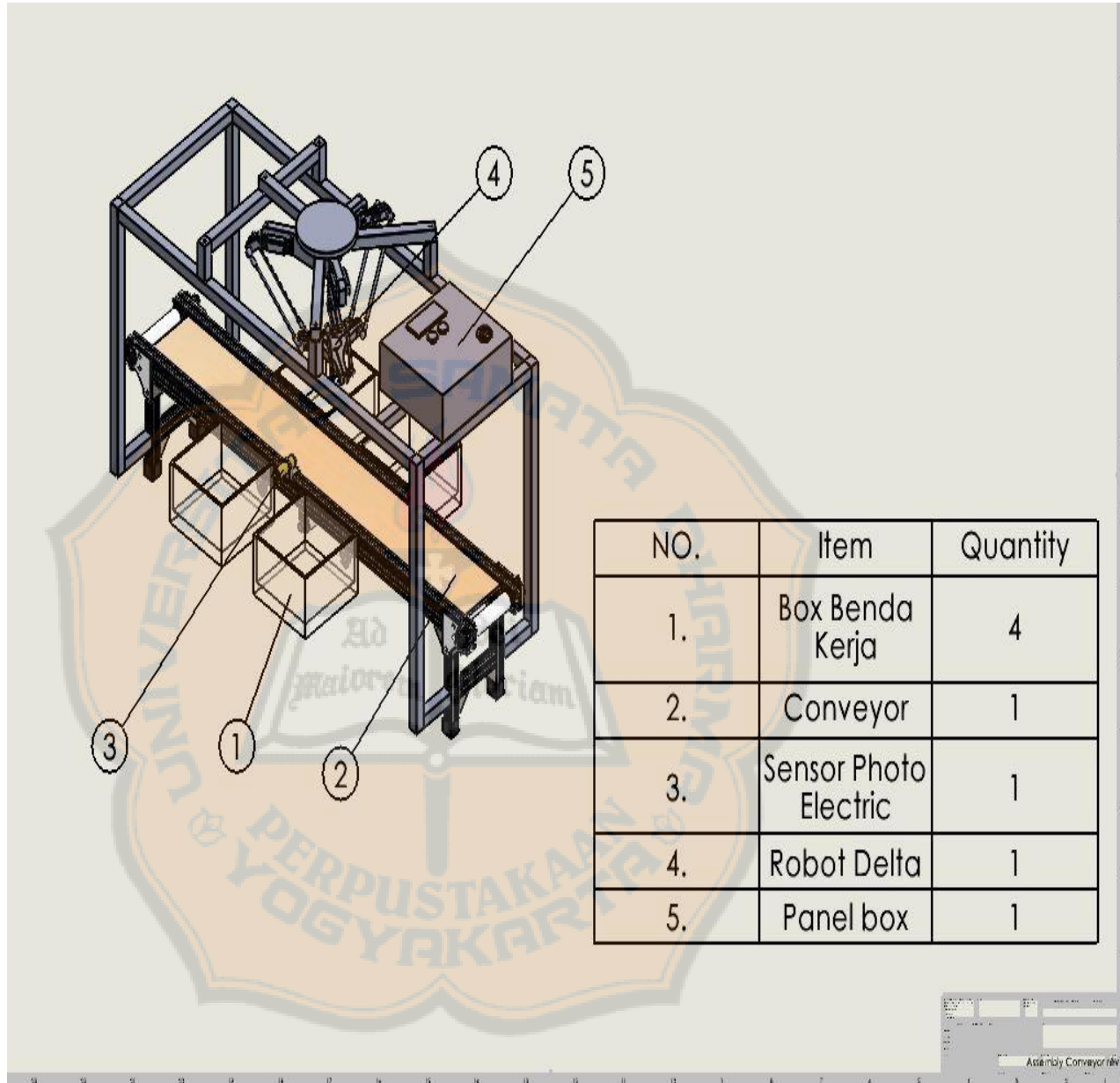


Gambar 2. 1 Posisi Peletakkan Benda

2.2. Perancangan Mekanik

Berikut merupakan gambar rancangan mekanik :

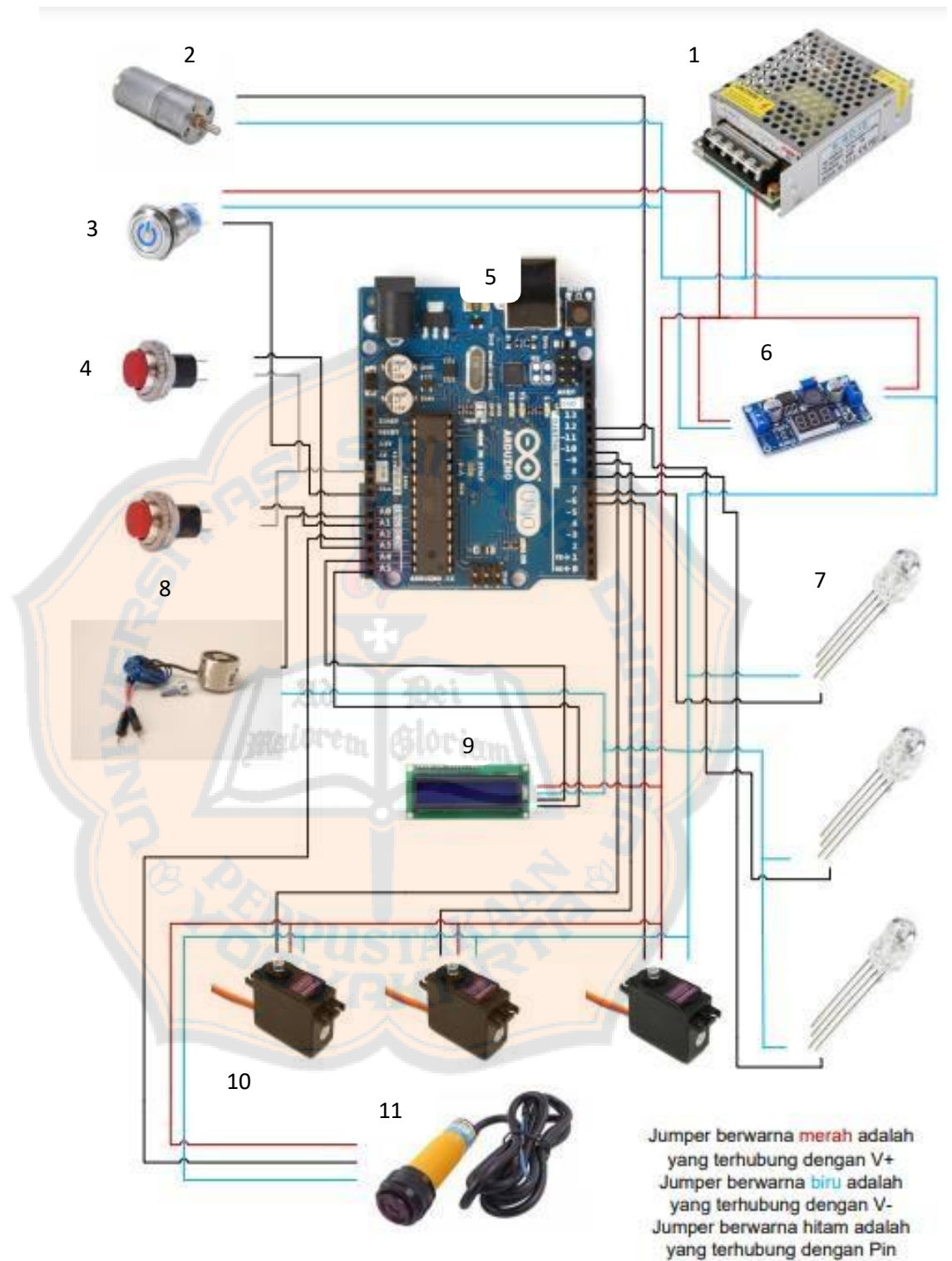
1. Full Body



Gambar 2. 2 Gambar *full body*

Ukuran alat 880mmx350mmx500mm

2.3. Perancangan Elektrik



Gambar 2. 3 Gambar rancangan elektrik

Keterangan:	
1. <i>Power supply</i>	7. LED RGB
2. Motor DC	8. Elektromagnet
3. <i>Push Button</i> LED	9. LCD <i>Display</i>
4. <i>Push Button</i>	10. Motor Servo
5. Arduino UNO	11. Sensor <i>Photoelectric</i>
6. Modul <i>Step-Down</i>	

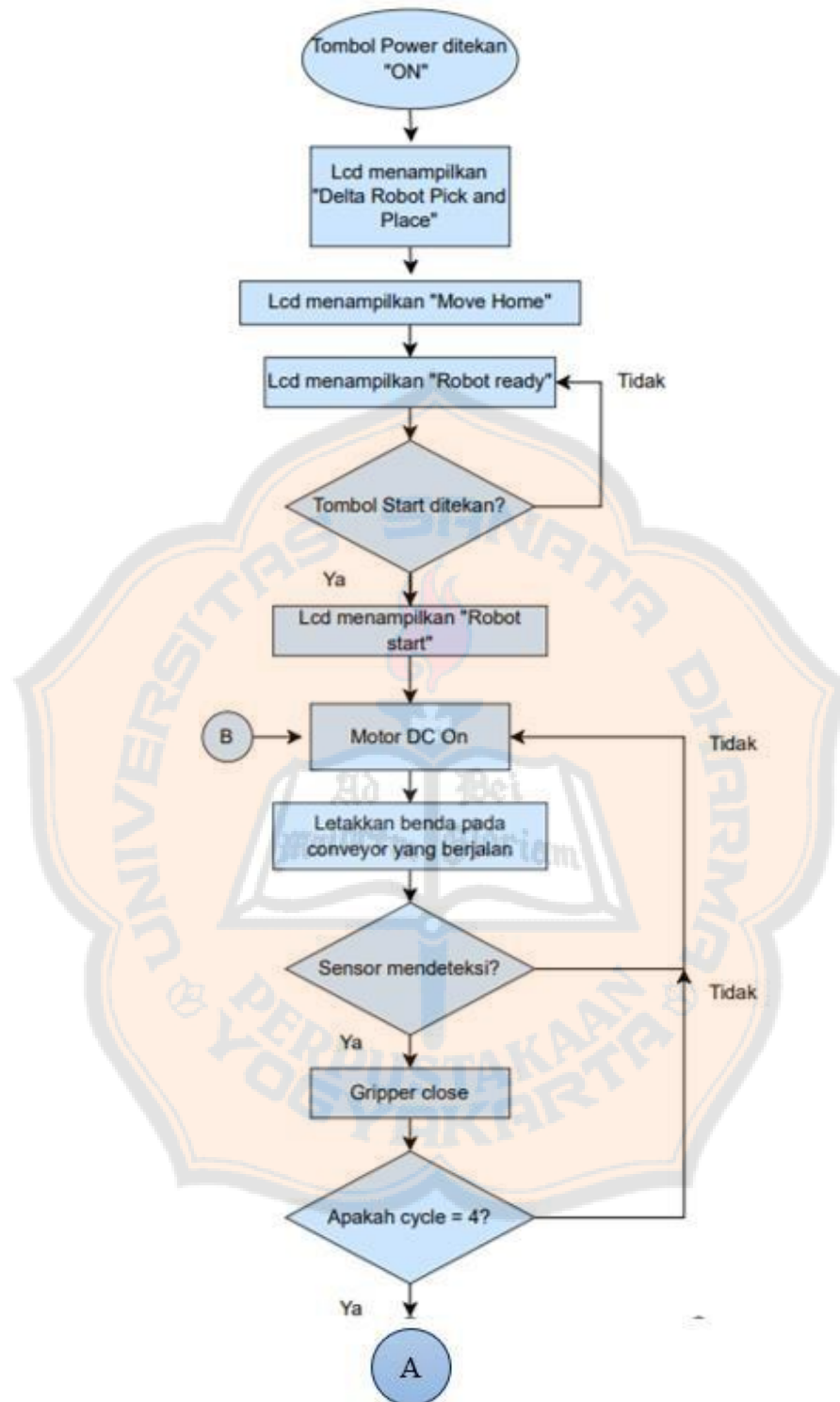
Tabel 2. 1 Tabel Daftar I/O Alat

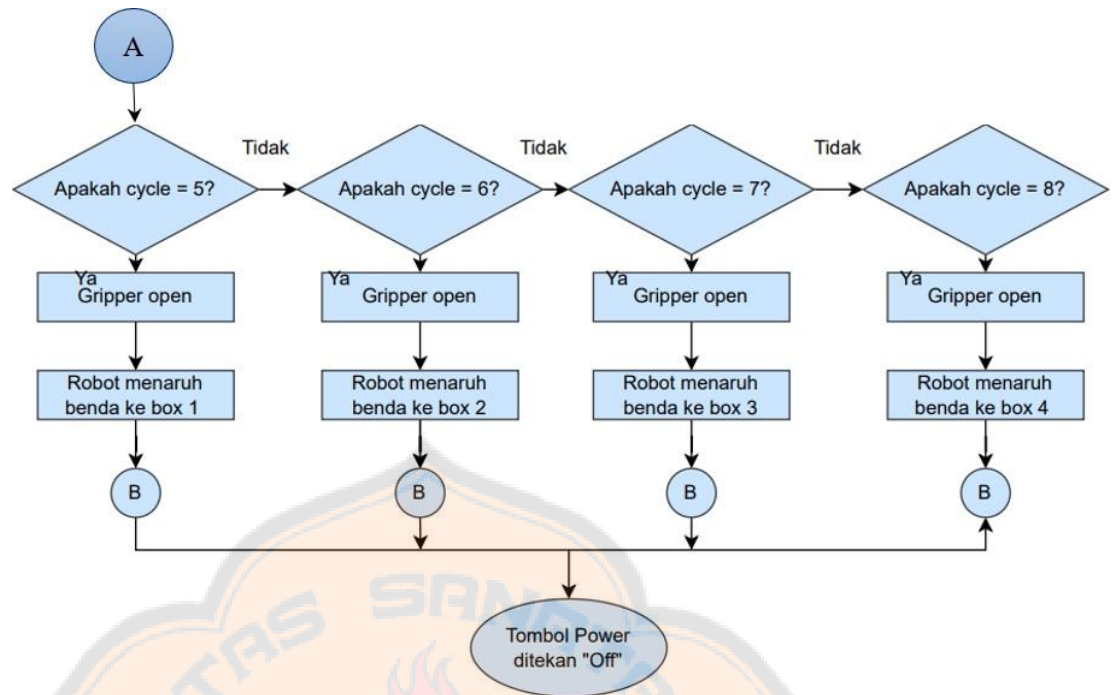
<i>Processing Device</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>
<i>Power Supply</i>	Push button LED	Motor DC
Arduino UNO	Push button	Motor servo
Modul <i>step-down</i>	<i>Sensor photoelectric</i>	LED
Modul motor DC dan motor servo		LCD <i>display</i>
		Elektromagnet

Pada tabel diatas merupakan daftar komponen-komponen yang digunakan pada pembuatan alat. Disini komponen-komponennya dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

- a. *Processing Device*, merupakan bagian alat yang bertanggung jawab untuk menjalankan keseluruhan proses. Contohnya seperti *supply* aliran listrik menggunakan *power supply*. Kemudian Arduino UNO untuk menerima dan mengolah data, lalu dikirimkan ke perangkat *output*.
- b. Input, merupakan bagian alat yang bertugas untuk mengirimkan data dan memungkinkan pengguna untuk mengontrolnya.
- c. Output, merupakan bagian alat yang bertugas untuk mengirimkan data yang sudah diproses ke perangkat lain. Contoh, ketika Arduino UNO selesai mengolah data dan mengirimkan data ke LCD *display*. Maka LCD *display* akan menerima data dari Arduino UNO kemudian ditampilkan dalam bentuk tulisan.

2.4. Perancangan Kendali





Gambar 2. 4 Gambar Perancangan Kendali

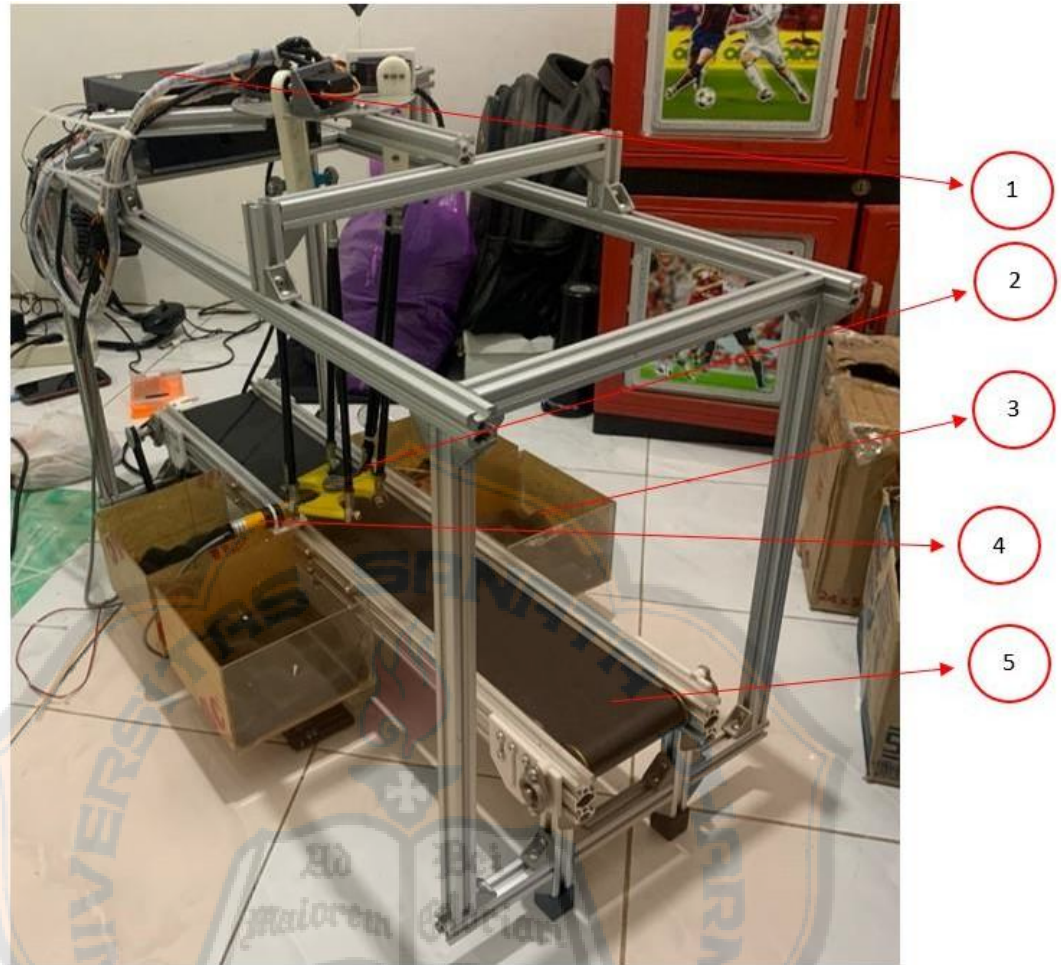
Jika tombol *power* ditekan maka LCD akan menampilkan tulisan *Move Home* lalu *Robot Ready*. Setelah LCD menampilkan *Robot Ready* maka tekan Tombol *Start* lalu LCD menampilkan *Robot Start* dan Motor DC akan *On*, jika Tombol *Start* tidak ditekan maka LCD akan menampilkan *Robot Ready*. Letakkan benda pada konveyor yang berjalan lalu sensor *photoelectric* akan mendeteksi benda dan robot akan mengambil benda tersebut ke *box* yang ditentukan. Robot memiliki 2 siklus, siklus yang pertama yaitu dimana robot akan menaruh benda pada posisi zig - zag, dalam posisi zig - zag ini robot akan meletakkan benda pada *box* 1 kemudian ke *box* 3 kemudian ke *box* 2 dan yang terakhir ke *box* 4. Setelah itu robot akan menjalani siklus kedua yaitu robot akan meletakkan benda secara berurutan, robot akan meletakkan benda ke *box* 1 kemudian ke *box* 2 kemudian ke *box* 3 dan yang terakhir ke *box* 4. Setelah 2 siklus ini berjalan maka akan diulangi kembali terus menerus.

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Spesifikasi Alat

Tabel 3. 1 Spesifikasi Teknis Alat Gantry

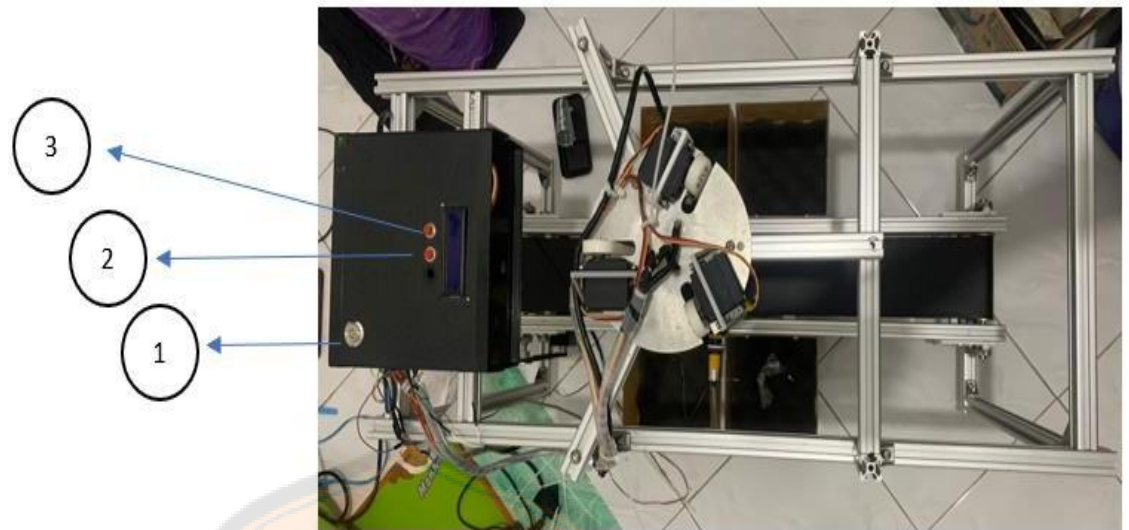
No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Berat Mesin	\pm 6-8 Kg
2	<i>Overall Dimension (PxLxT)</i>	880mmX 350mmX 500mm
3	Tegangan Mesin	220 VAC
4	Tegangan Motor DC	5 VDC
5	Tegangan Motor Servo :	5 VDC
6	Tegangan Sensor <i>Photoelectric</i>	5 VDC
7	Tegangan Kontrol Panel	12 VDC
8	Motor Konveyor	Motor DC 12 V
9	Motor Robot Delta	Motor Servo MG996R
10	Benda Kerja	Besi (<i>Fe</i>)
11	Berat Maksimum Benda Kerja	500 gram
12	<i>Working Area</i>	225 mm x 225 mm
13	Jumlah <i>Box</i> Benda	4 buah
14	<i>Gripper</i>	elektromagnet



Gambar 3. 1 Gambar alat tampak 3D

Keterangan:

1. *Panel Box*
2. Robot Delta
3. *Box Benda*
4. *Sensor Photoelectric*
5. Konveyor



Gambar 3. 2 Gambar alat tampak atas

Keterangan:

1. Saklar *ON/OFF* Mesin
2. Tombol *STOP*
3. Tombol *START*

Alat gantri ini merupakan gabungan dari 2 alat, yaitu: konveyor dan robot delta. Di dalam alat ini terdapat komponen-komponen penting untuk mengendalikan rangkaian motor DC dan motor servo. Rangkaian-rangkaian ini saling berhubungan dan saling berkomunikasi sehingga menghasilkan *output* berupa gerak motor DC konveyor dan gerak motor servo robot delta. Untuk modul rangkaian alat ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu sensor *photoelectric*, *LED RGB*, *push button*, *push button LED*, *relay*, rangkaian *step-down*, motor servo, Arduino UNO, rangkaian *LCD display*, *power supply*, rangkaian motor DC dan rangkaian motor servo.

Sensor *photoelectric* pada rangkaian ini berfungsi sebagai pendeteksi benda dengan menggunakan energi cahaya sebagai penginderanya. *Push button* disini ada 2 jenis yaitu: *push button* dan *push button LED*. *Push button* digunakan untuk tombol *start* dan *stop*, sedangkan *push button LED* digunakan untuk tombol *on* atau *off* mesin. Lalu ada Arduino UNO yang digunakan sebagai kontroler pada alat ini dan rangkaian *LCD display* yang digunakan sebagai *output* Arduino UNO berupa tulisan angka dan huruf.





Dalam menjalankan rangkaian alat ini, tentu saja *power supply* dibutuhkan. *Power supply* dengan tegangan 12 V masuk ke *regulator*, kemudian *regulator* mengeluarkan tegangan 5 V. Tegangan *output regulator* ini digunakan untuk *supply* tegangan Arduino UNO, sensor *photoelectric*, rangkaian motor DC dan motor servo. Setelah itu, untuk Arduino UNO perlu dilakukan pemrograman ulang untuk mengendalikan jalannya keseluruhan rangkaian yang saling terhubung. Setelah membuat program, perlu dilakukan uji coba sesuai titik koordinat yang sudah dimasukkan ke dalam program dengan menekan tombol *start*. Maka motor DC dan motor servo akan hidup, motor DC ini terhubung dengan *timing belt*. *Timing belt* berfungsi untuk mengirimkan putaran dari motor ke *smooth rod* untuk menggerakkan konveyor. Kemudian pada motor servo terhubung dengan lengan robot delta. Ketika motor servo aktif, maka motor servo akan menggerakkan lengan robot. Sehingga, munculah alat gantri berbasis sensor *photoelectric* dengan menggunakan konveyor dan robot delta yang saling dikomunikasikan untuk memindahkan benda.



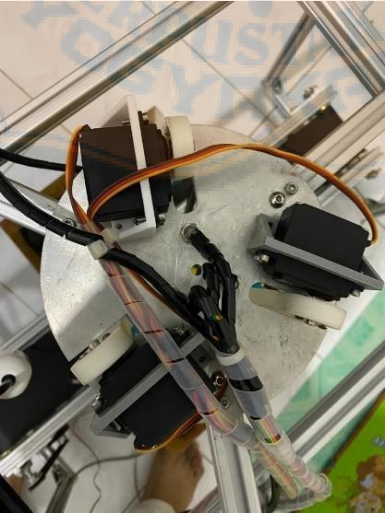
3.2. Komponen-Komponen Alat


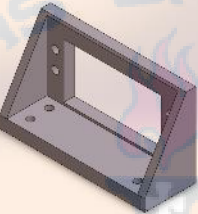
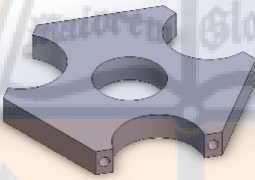
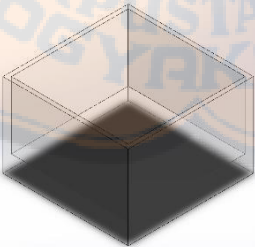

Daftar komponen mekanik:

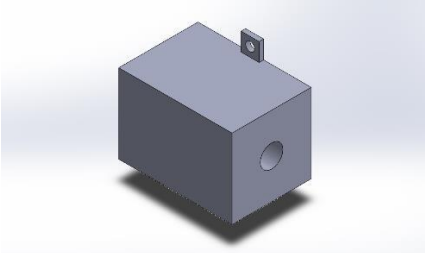
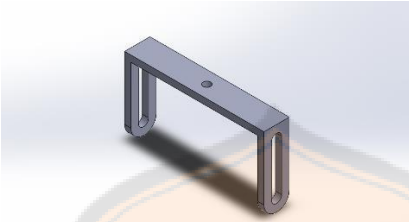
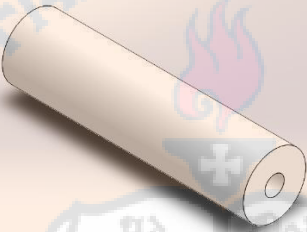
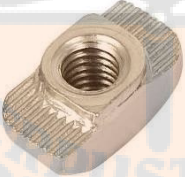


Tabel 3. 2 Tabel Komponen Alat


No	Komponen Mekanik	Spesifikasi
1	 <p><i>Smooth Rod</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: sebagai penahan/penyangga sekaligus penghubung kerangka konveyor. - Bahan <i>stainless steel</i> - Diameter 8 mm - Jumlah 2 buah
2	 <p><i>Bearing KFL08</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: menjaga <i>smooth rod</i> tidak langsung bergesekan dengan rangka dan menjaga kestabilan putarannya. - Bahan logam

3	<p><i>Pulley Bore</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: sebagai penghubung putaran dari motor listrik kemudian diteruskan dengan menggunakan <i>belt</i>. - Bahan logam
4	<p><i>Timing Belt</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Mengirimkan putaran dari motor ke <i>smooth rod</i> untuk menggerakkan konveyor. - Bahan karet
5	<p><i>Aluminium Profile</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk kerangka konveyor sekaligus sebagai penyangga robot delta. - Bahan <i>Aluminium</i> - Jumlah 2 buah: ukuran 20x20 dan ukuran 20x40
6	<p><i>Angle Bracket</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan sebagai penguat sekaligus penghubung antar <i>aluminium profile</i> dalam menyusun kerangka konveyor dan penyangga robot delta. - Bahan <i>aluminium</i>

<p>7</p>	<p><i>Aluminium Profile Rubber Pad</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: sebagai penahan supaya alat lebih seimbang. - Bahan karet - Jumlah 4 buah
<p>8</p>	<p><i>Belt Conveyor</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk menghantarkan benda. - Bahan kulit sintetis
<p>9</p>	<p>Lingkaran penyangga lengan robot</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk penyangga lengan robot delta. - Bahan <i>aluminium</i>





<p>10</p>	<p>Lengan robot</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk memegang atau memindahkan barang. - Bahan plastik (3 buah) dan <i>aluminium</i> (6 buah)
<p>11</p>	<p>Dudukan motor Servo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk tempat meletakkan motor servo supaya lebih kuat dan tidak geser. - Bahan plastik - Jumlah 3 buah
<p>12</p>	<p>Dudukan magnet</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk tempat meletakkan magnet supaya lebih kokoh dan presisi. - Bahan plastik - Jumlah 1 buah
<p>13</p>	<p>Box Benda Kerja</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : digunakan sebagai tempat dari benda kerja - Bahan <i>acrlyic</i> - Jumlah 4 buah
<p>14</p>	<p>Side Support</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : untuk dudukan <i>pillow block</i> - Bahan <i>Filament</i> - Jumlah 4 buah



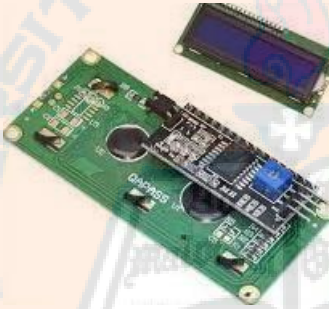
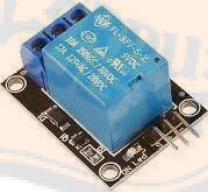

15	<p>Dudukan Motor DC</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Penyangga motor DC agar ketinggiannya dapat di sesuaikan dengan panjang <i>timing belt</i> - Bahan <i>Filament</i> - Jumlah 1 buah
16	<p><i>Holder Tensioner</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Sebagai pengatur ketinggian maupun kencangnya <i>belt</i> - Bahan <i>Filament</i> - Jumlah 3 buah
17	<p><i>Roller Tensioner</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Sebagai <i>support rooller</i> utama dalam hal menggerakan <i>belt</i> - Bahan <i>filament</i> - Jumlah 3 buah
18	<p><i>T Nut</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Digunakan untuk memperkuat kerangka konveyor, penyangga robot delta, dan <i>box</i>. - Bahan logam
19	<p>Baut M6</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Digunakan untuk memperkuat kerangka konveyor, penyangga robot delta, dan <i>box</i>. - Bahan logam
20	<p>Baut M5</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Digunakan untuk memperkuat kerangka conveyor, penyangga robot delta, dan <i>box</i>. - Bahan logam






21	<p>Baut M4</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi : Digunakan untuk memperkuat kerangka conveyor, penyangga robot delta, dan <i>box</i>. - Bahan logam
----	--	--


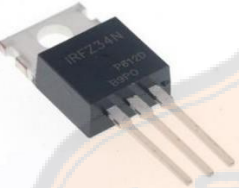
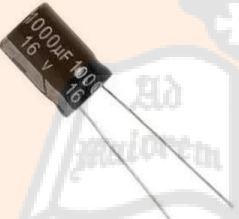
Daftar komponen elektrik;

Tabel 3. 3 Tabel Komponen Elektrik

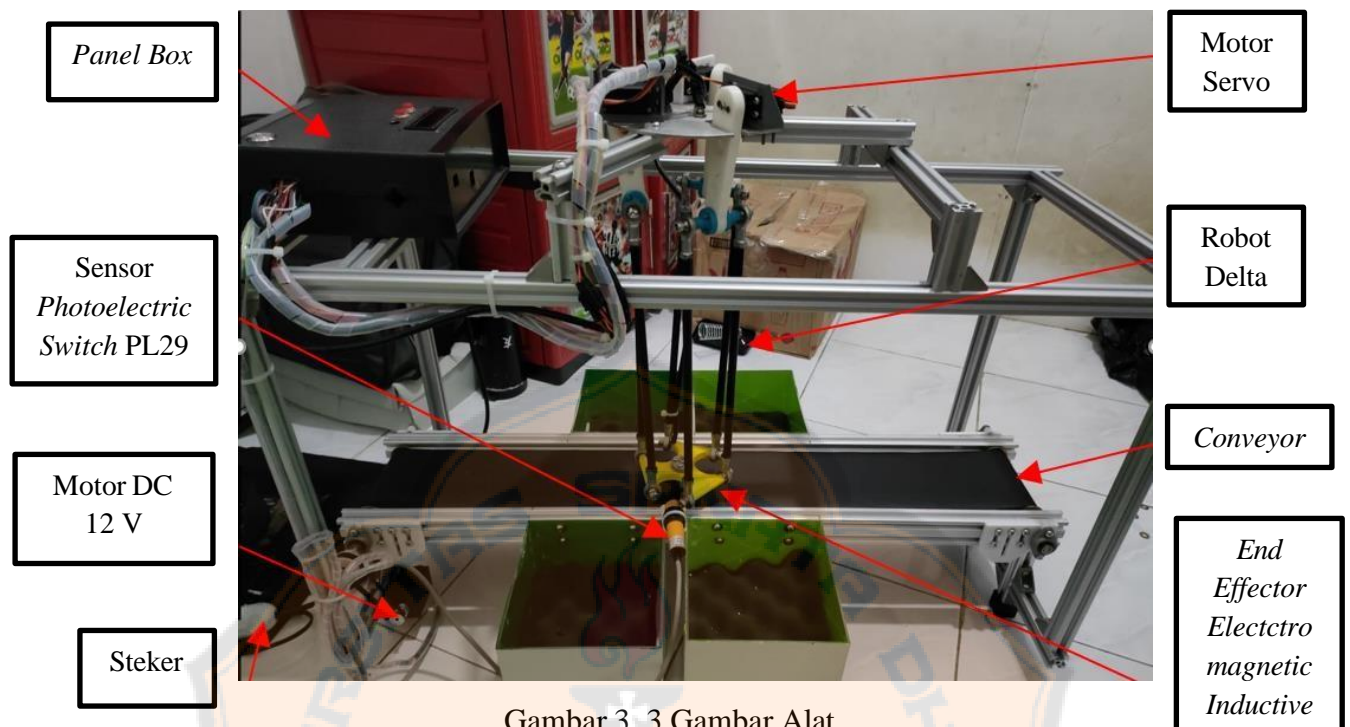
No	Komponen Elektrik	Spesifikasi
1	<p>Adaptor 12 V</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: untuk suplai tegangan DC. - Tipe: 12V – 5 A - Jumlah 1 buah
2	<p>Motor DC 12 V</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: penggerak conveyor - Tipe: 25GA370 DC 12 V - 60 RPM - Jumlah 1 buah
3	<p>Arduino</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Untuk memprogram mesin - Tipe: UNO - Jumlah 1 buah
4	<p>Kabel Arduino UNO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Untuk mentransmisikan data program dari komputer ke arduino. - Jumlah 1 buah

5	<p>Laptop</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Untuk <i>interface</i> pemrograman. - Jumlah 1 buah
6	<p>Sensor <i>Photoelectric</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Untuk mendeteksi benda di konveyor. - Tipe: E3F-DS30P1 6 V – 36 V - Kisaran deteksi 30 cm - Jumlah 1 buah
7	<p>Modul <i>LCD Display</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan sebagai penampil atau <i>output</i>. Berisi titik koordinat robot, beberapa <i>menu setting</i> dari arduino. - Tipe: LCD IIC-1602 layar biru 5 V - Jumlah 1 buah
8	<p><i>Relay</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: untuk menjalankan fungsi logika dari mikrokontroler Arduino dan melindungi komponen lain dari kelebihan tegangan penyebab <i>korsleting</i>. - Tipe: FL-3FF-S-Z - Jumlah 1 buah
9	<p>Motor Servo</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan sebagai penggerak lengan robot. - Tipe: MG996R - Jumlah 3 buah

<p>10</p>	<p><i>Modul Step-Down Voltage Regulator/DC Buck Converter</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk mengkonversi atau menurunkan tegangan dari catu daya sumber menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah. - Tipe: XL4015 5 A 75 W dan LM 2596 DC - DC - Jumlah masing masing 1 buah
<p>11</p>	<p><i>Push Button</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Digunakan sebagai tombol <i>start</i> dan <i>stop</i> proses. - Tipe: <i>Switch Push On Reset Non Latching</i> - Jumlah 2 buah
<p>12</p>	<p><i>Push Button LED</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Digunakan sebagai saklar <i>ON</i> atau <i>OFF</i> mesin. - Tipe: <i>Latching</i>; 1 NO + 1 NC - Jumlah 1 buah
<p>13</p>	<p><i>Jack DC</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: untuk menghubungkan regulator dengan rangkaian driver - Tipe: - Jumlah 1 buah
<p>14</p>	<p><i>LED RGB</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan sebagai indikator ketika robot delta aktif. - Tipe: Anoda 5mm 4 kaki P-RGB - Jumlah 6 buah

15	<p>Transistor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: untuk mengaktifkan <i>relay</i> dan <i>relay</i> tersebut akan memberikan kontak ke motor DC. - Tipe: BC547 - Jumlah 4 buah
16	<p>Transistor MOSFET</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: digunakan untuk menaikkan tegangan atau menurunkan tegangan. - Tipe: IRFZ34N - Jumlah 3 buah
17	<p>Kapasitor</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Fungsi: Digunakan sebagai <i>filter</i> dan penghambat arus masuk pada arus DC. - Tipe: elco 1000uF/16V - Jumlah 3 buah

3.3. Cara Kerja Alat



Gambar 3. 3 Gambar Alat

Robot delta dan konveyor akan berkomunikasi melalui software arduino. Ketika alat dijalankan lalu benda berjalan di atas konveyor. Kemudian, software akan menentukan koordinat dimana benda berbahan logam akan berhenti pada saat sensor *photoelectric switch PL29* mendeteksi. Ketika benda melewati sensor *photoelectric*, maka benda akan terdeteksi. Kemudian benda akan berhenti sesuai dengan program dari software. Setelah itu robot delta akan aktif, kemudian mengambil benda menggunakan *end effector gripper electromagnetic inductive* dan menaruhnya pada *box*. Ketika robot akan megambil benda, maka elektromagnet pada *gripper* akan aktif. Sehingga tercipta medan magnet yang dapat mengangkat benda. Setelah robot meletakkan benda pada *box*, maka *gripper* elektromagnet akan off. Robot delta ini memiliki 2 siklus, yaitu siklus pertama robot delta akan menaruh benda secara zig – zag, siklus kedua robot delta akan menaruh benda secara berurutan. Setelah kedua siklus ini selesai, maka siklus akan diulang lagi dari siklus pertama kemudian siklus kedua secara terus-menerus sampai alat dimatikan.

3.4. Pembahasan

Setelah alat sudah jadi, maka dilakukan beberapa percobaan untuk mendapatkan hasil pengujian. Hasil percobaan yang sudah dilakukan seperti berikut:

Tabel 3. 4 Tabel Hasil Percobaan

No	Posisi Zig-zag				Posisi Berurutan				Persentase (%)
	Box 1	Box 2	Box 3	Box 4	Box 1	Box 2	Box 3	Box 4	
1	×	√	√	√	√	√	√	√	87,5 %
2	×	√	√	√	√	√	√	√	87,5 %
3	√	√	√	√	√	√	√	×	87,5 %

√ : berhasil

× : gagal

Menurut hasil percobaan di atas, percobaan yang dilakukan sebanyak 3 kali siklus. Dalam satu siklus proses melakukan pemindahan benda dengan posisi zig-zag dan posisi berurutan. Pada siklus pertama saat posisi zig-zag, benda gagal masuk 2 kali pada peletakkan benda di *box* 1. Sedangkan pada posisi berurutan benda berhasil diletakkan ke semua *box*. Kemudian pada percobaan siklus ketiga saat posisi zig-zag benda berhasil masuk semua, benda gagal masuk pada peletakkan secara berurutan di *box* 4.

Hasil Pengujian

- Alat dapat mengambil benda di konveyor
- Alat dapat meletakkan benda ke *box*
- Sensor dapat mendeteksi benda

Dari hasil yang didapatkan terdapat berbagai macam kendala yang terjadi, seperti berikut:

Tabel 3. 5 Tabel Pembahasan

MASALAH	PENYEBAB	SOLUSI
Posisi Robot ke <i>box</i> 1 sudah maksimal namun tidak bisa mencapai jangkauan.	Lengan robot kurang panjang dan ukuran konveyor terlalu lebar.	Membuat lengan robot lebih panjang dan ukuran penyangga diperbesar. Kemudian mengurangi ukuran lebar konveyor.

Kabel pengendali motor servo kendur.	Karena sering membuka <i>panel box</i> .	Melakukan pengecekan ulang pada <i>wiring</i> kabel dan mengencangkan kembali kabelnya, apabila masih kendur maka akan dilakukan penyolderan ulang.
Titik koordinat tidak <i>center</i> dengan konveyor.	Saat peletakkan benda kurang <i>center</i> dengan titik koordinat pengambilan benda.	Mengganti sensor <i>photoelectric</i> dengan sensor kamera pixy. Solusi kedua, membuat jalur tambahan pada konveyor supaya benda berjalan lurus sesuai jalur.
Terkadang benda tidak terdeteksi oleh sensor.	Warna cat warna cerah tidak merata.	Melakukan pengecatan ulang pada benda.

Dari berbagai permasalahan yang sudah dijelaskan, maka permasalahan tersebut bisa dijadikan sebagai dasar referensi pengembangan kualitas alat. Sehingga, alat yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih baik dan layak untuk digunakan.

Sebelum dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik dan layak, alat ini telah melalui berbagai macam uji coba. Uji coba dilakukan di dalam ruangan dan luar ruangan. Alat yang diuji coba diteliti secara menyeluruh dan dilakukan pengamatan yang cermat. Sehingga, diharapkan alat ini dapat berfungsi dengan baik.

Alat ini telah diuji coba berulang kali di dalam ruangan ataupun di luar ruangan. Terbukti bahwa hasil total dari beberapa percobaan yang dilakukan, alat ini memiliki keakuratan dalam pengambilan benda sebesar 87,5%.

BAB IV

PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Pada pembuatan tugas akhir ini dilakukan perakitan rangkaian mekanik, elektrik dan pemrograman pada alat. Dan hasilnya, alat dapat berfungsi dengan baik dan memudahkan pekerja dalam proses pemindahan benda. Alat ini mengambil 2 referensi yang dipadukan dan dimodifikasi. Terbukti bahwa hasil total dari beberapa percobaan yang dilakukan, alat ini memiliki keakuratan dalam pengambilan benda sebesar 87,5%. Alat yang diuji coba diteliti secara menyeluruh dan dilakukan pengamatan yang cermat. Sehingga, diharapkan alat ini dapat berfungsi dengan baik.

Kelebihan alat ini yaitu yaitu cepat dan fleksibel dalam memindahkan barang, selain itu penggunaannya mudah. Dari segi biaya lebih ekonomis dan komponen mudah didapatkan. Kekurangan alat ini yaitu pada jangkauan lengan robotnya yang terbatas sehingga hanya bisa memindahkan benda dengan jarak tertentu. Selain itu, pada bagian setting koordinat harus dilakukan secara manual dengan menggunakan program Arduino UNO.

Kemudian, supaya wawasan mahasiswa lebih luas, maka dalam pembuatan “Pengembangan Sistem Gantri Pemindah Benda dari Konveyor Menggunakan Robot Delta” ini dilengkapi dengan *manual book*. *Manual book* ini bertujuan untuk mempermudah mahasiswa dalam memahami cara pengoperasian dan perawatan alat.

4.2. Prospek Pengembangan Alat

Prospek yang kemungkinan bisa ditambahkan pada pengembangan alat ini yaitu:

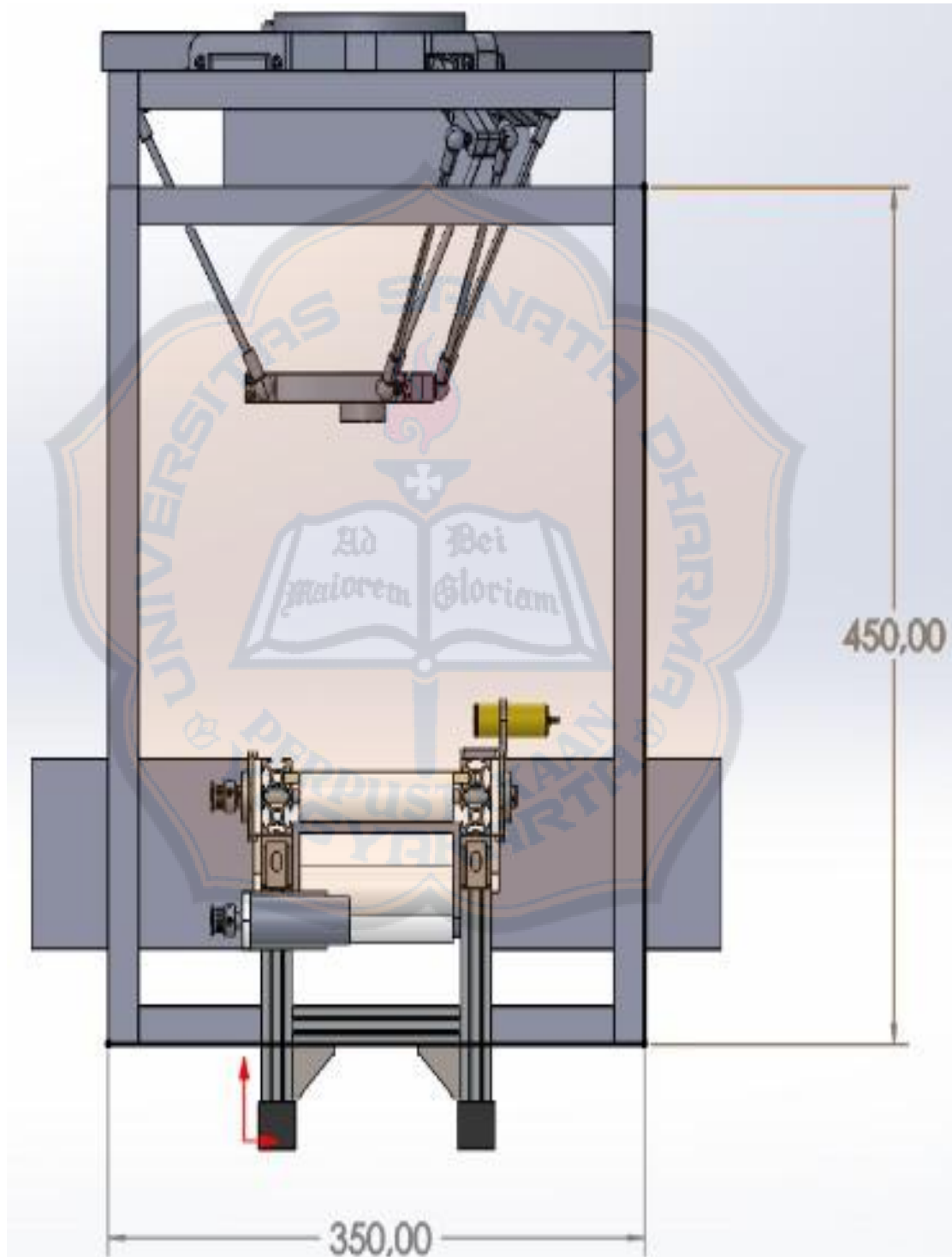
1. Fitur sistem sortir benda menggunakan sensor kamera.
2. Perbaikan ulang ukuran komponen mekanik seperti konveyor, lengan robot, dan penyangga robot delta.
3. Mengembangkan fitur *setting* koordinat.

DAFTAR PUSTAKA

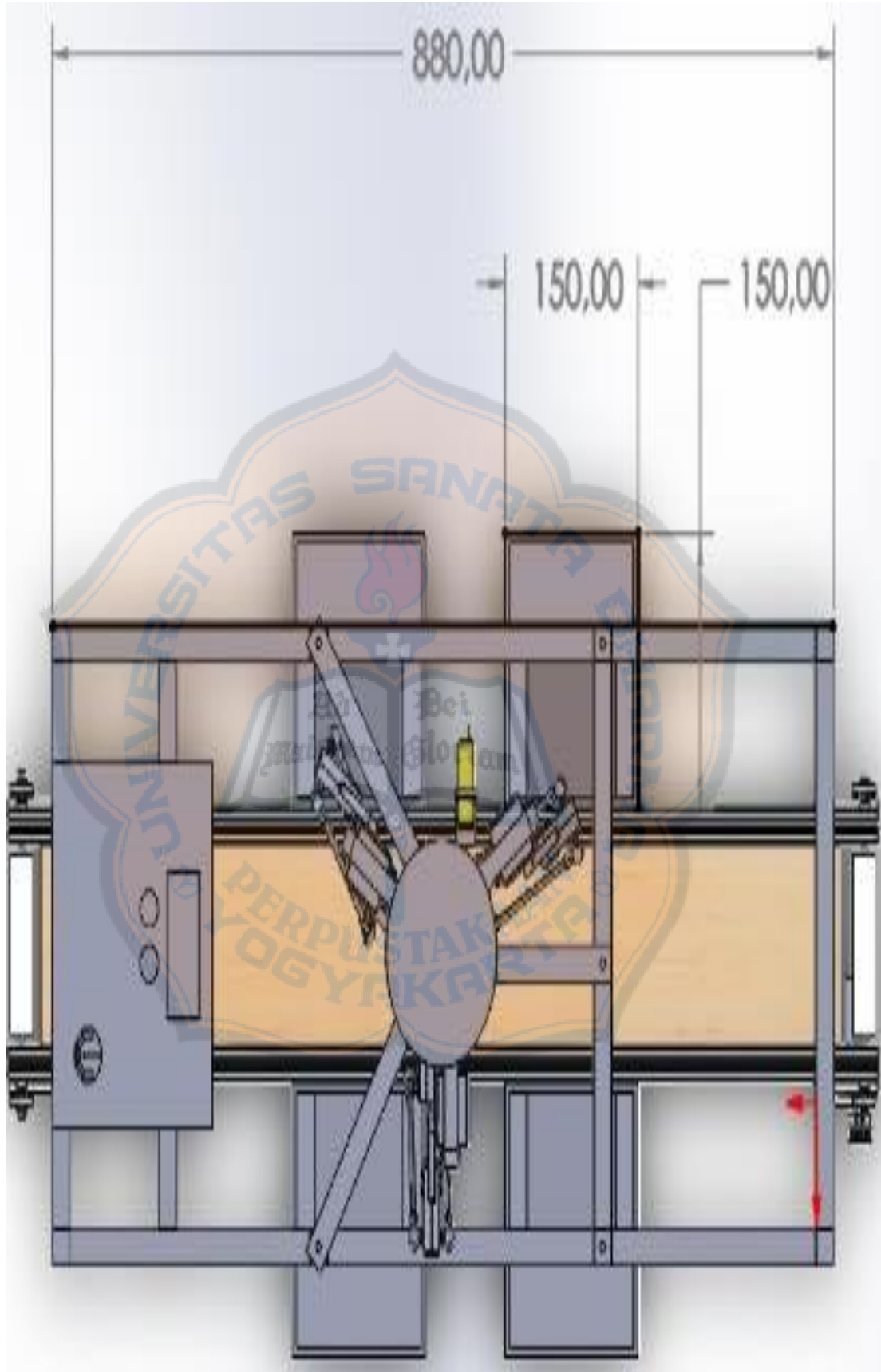
- Adam, Adam. 2022. 'Robot Paralel Konfigurasi Delta Dengan Penggerak Motor Servo Delta Configuration Parallel Robot With Servo Motor Drive'. *Jurnal Sains Dan Teknologi (SAINTEK)* 1(1):13–26.
- Deltarobotone. 2020. 'Delta-Robot One: Full system sorting application' dari youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=5Ce0-a6Z8nE> (Diakses 20 Maret 2023 jam 23.00 WIB).
- Purnama, Agus. 2022. 'Jenis-Jenis Motor Listrik dari Elektronika Dasar' <http://elektronika-dasar.web.id/jenis-jenis-motor-listrik/> (diakses 25 Juni 2023 jam 09.30 WIB).
- _____. 2023. 'Motor Servo dari Elektronika Dasar' <http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/> (diakses 25 Juni 2023 jam 09.00 WIB).
- _____. 2023. 'Pengertian dan Kelebihan Mikrokontroler dari Elektronika Dasar' <http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-dan-kelebihan-mikrokontroler/> (diakses 25 Juni 2023 jam 10.00 WIB).
- Putri, Hanung Vernanda, Yohanes Radiyono, and Indra Budi Setiawan. 2022. 'Pengembangan Alat Percobaan Induksi Magnetik Pada Kawat Melingkar Berarus Dengan Hall Effect Sensor UGN3503'. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika* 12(1):44–50. doi: 10.20961/jmpf.v12i1.61193.
- Rajnoha, Andrej. 2016. 'Delta Robot conveyor tracking – playing in B&R E-Camp LabWorks' dari youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=71-0KNsvbU4> (Diakses 19 Maret 2023 jam 19.00 WIB).
- Setiadi, Teguh. 2022. 'Belajar Arduino Untuk Pemula Lengkap Penjelasan Program dari Teguh Setiadi Universitas STEKOM' <https://sistem-komputer-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/Belajar-Arduino-untuk-Pemula-Lengkap-Penjelasan-Program/dcc5f53d9ca4c21d6ff0315473f3221b0c55f110> (diakses 25 Juni 2023 jam 10.30 WIB).
- Wibowo, Sastya Hendri, Purnawarman Musa, Marina Artiyasa, Fathan Mubina Dewadi, and Irwanto. 2023. *Robotika*. PT Global Eksekutif Teknologi, Padang.
- Yulianto, Andrias Dwi and Montanius Kristian Dewanto. 2021. 'Delta Robot Berbasis Arduino'. Skripsi. Universitas Sanata Dharma.

LAMPIRAN

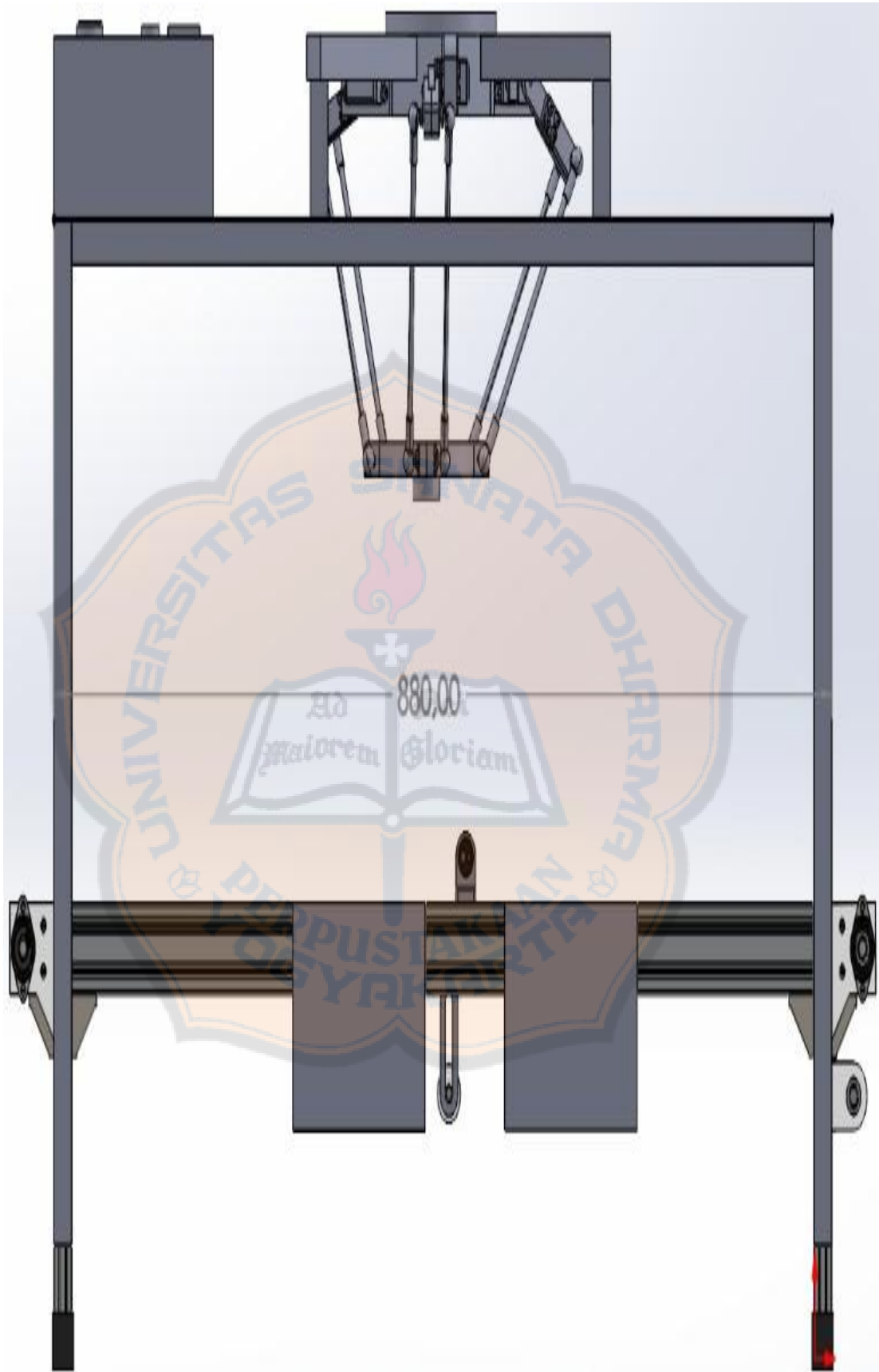
Lampiran 1 Gambar rancangan mekanik alat (gambar utama dan gambar komponen)



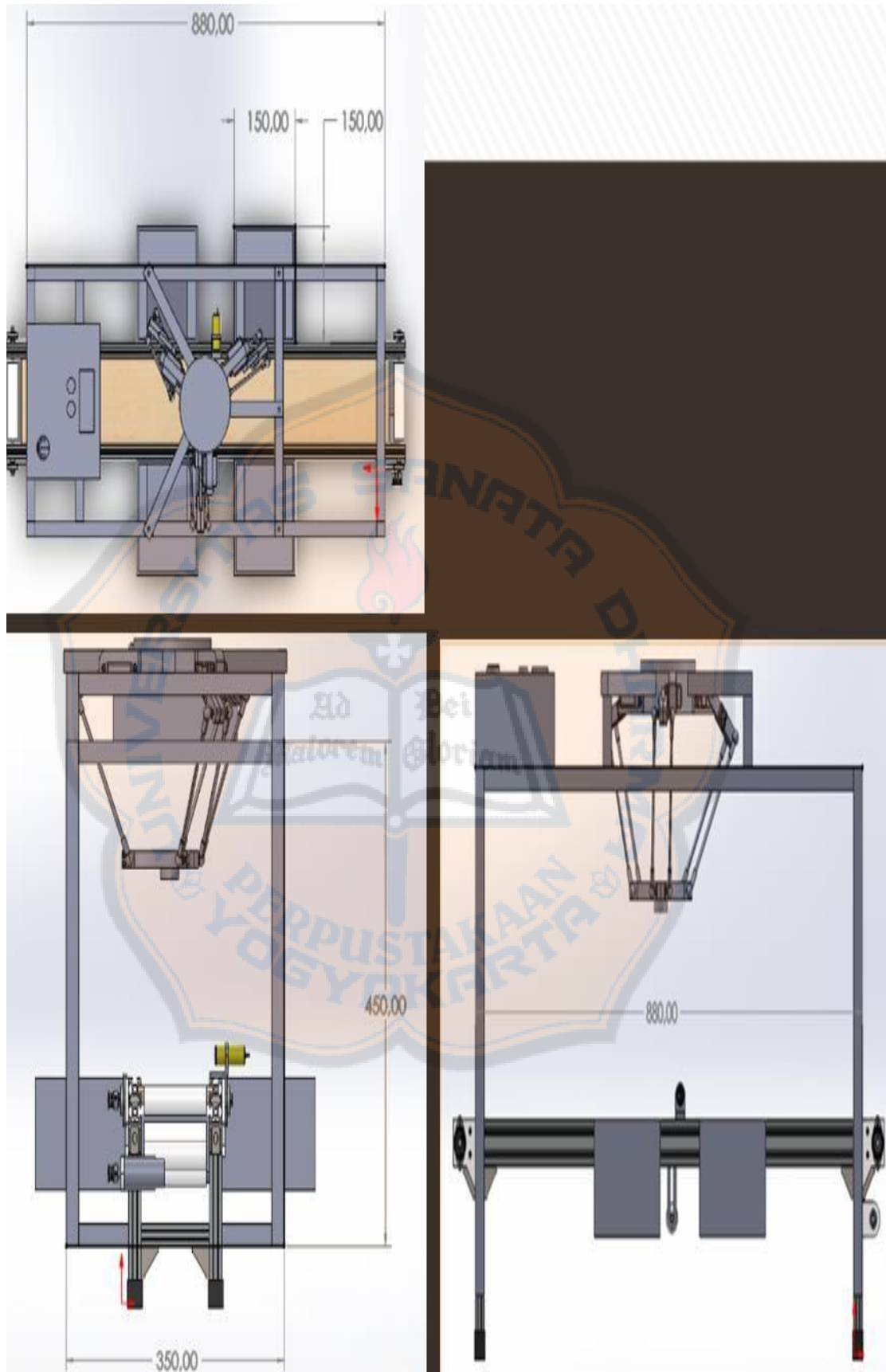
Gambar rancangan mekanik alat



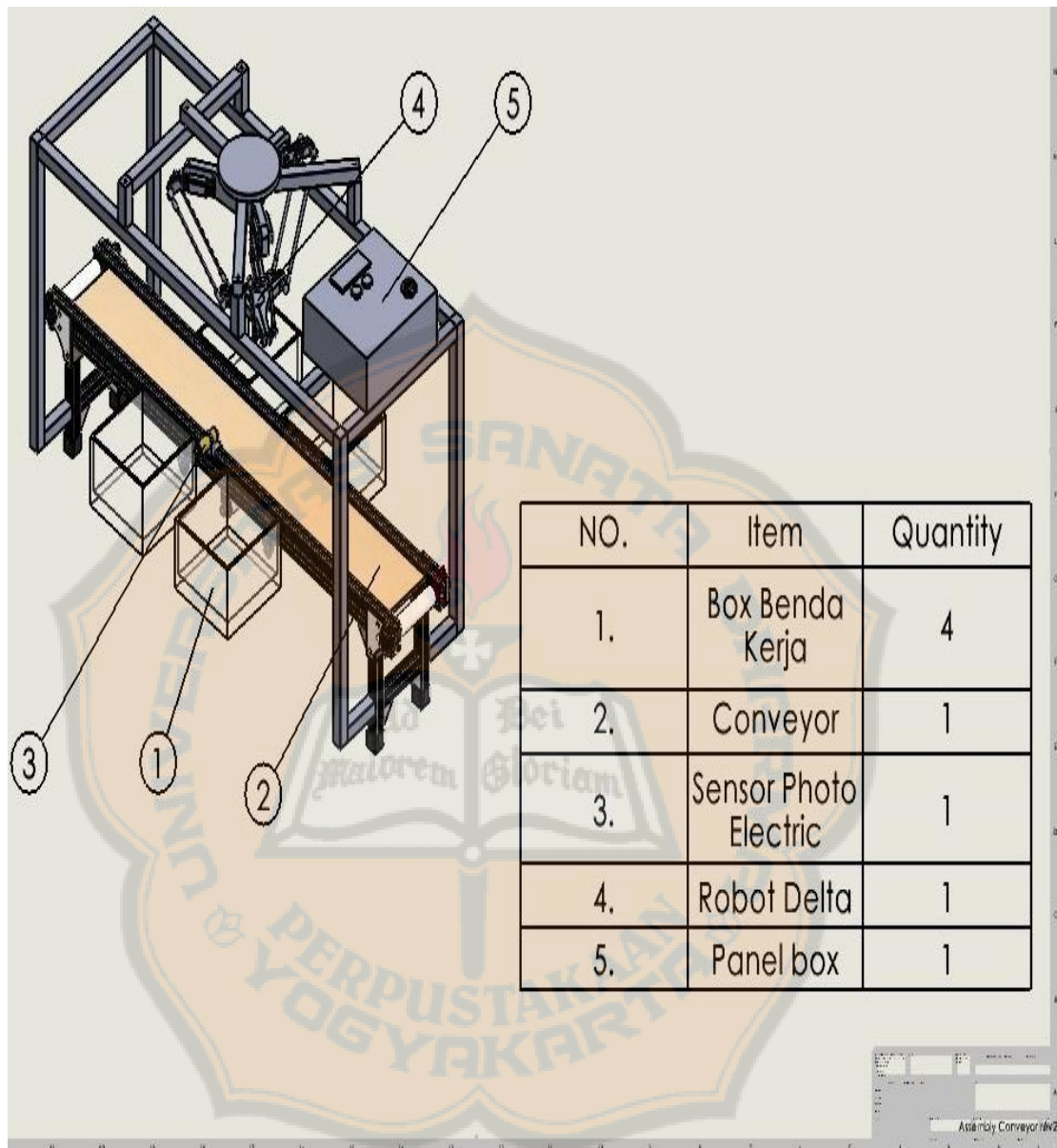
Gambar rancangan mekanik alat



Gambar rancangan mekanik alat

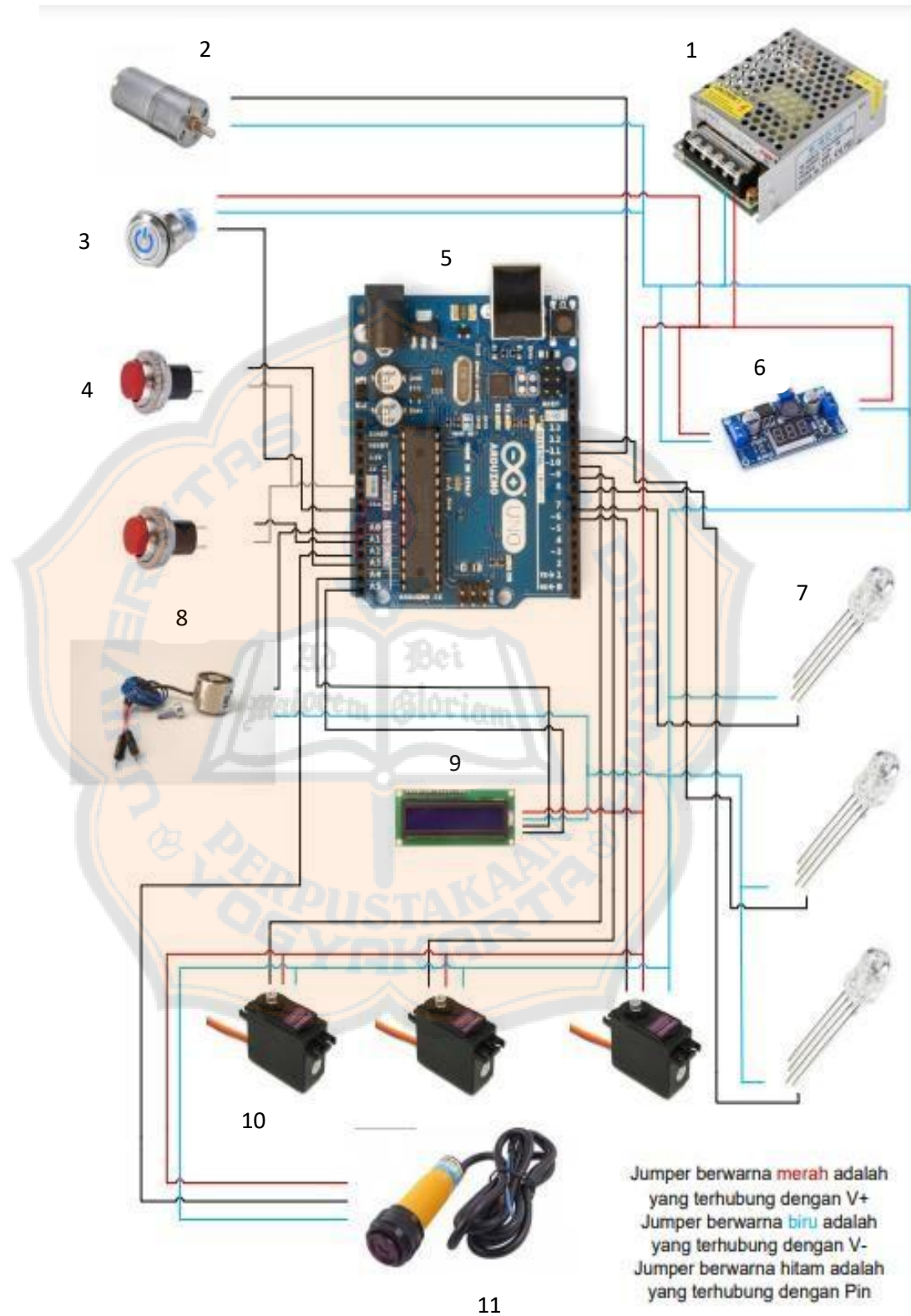


Gambar rancangan mekanik alat



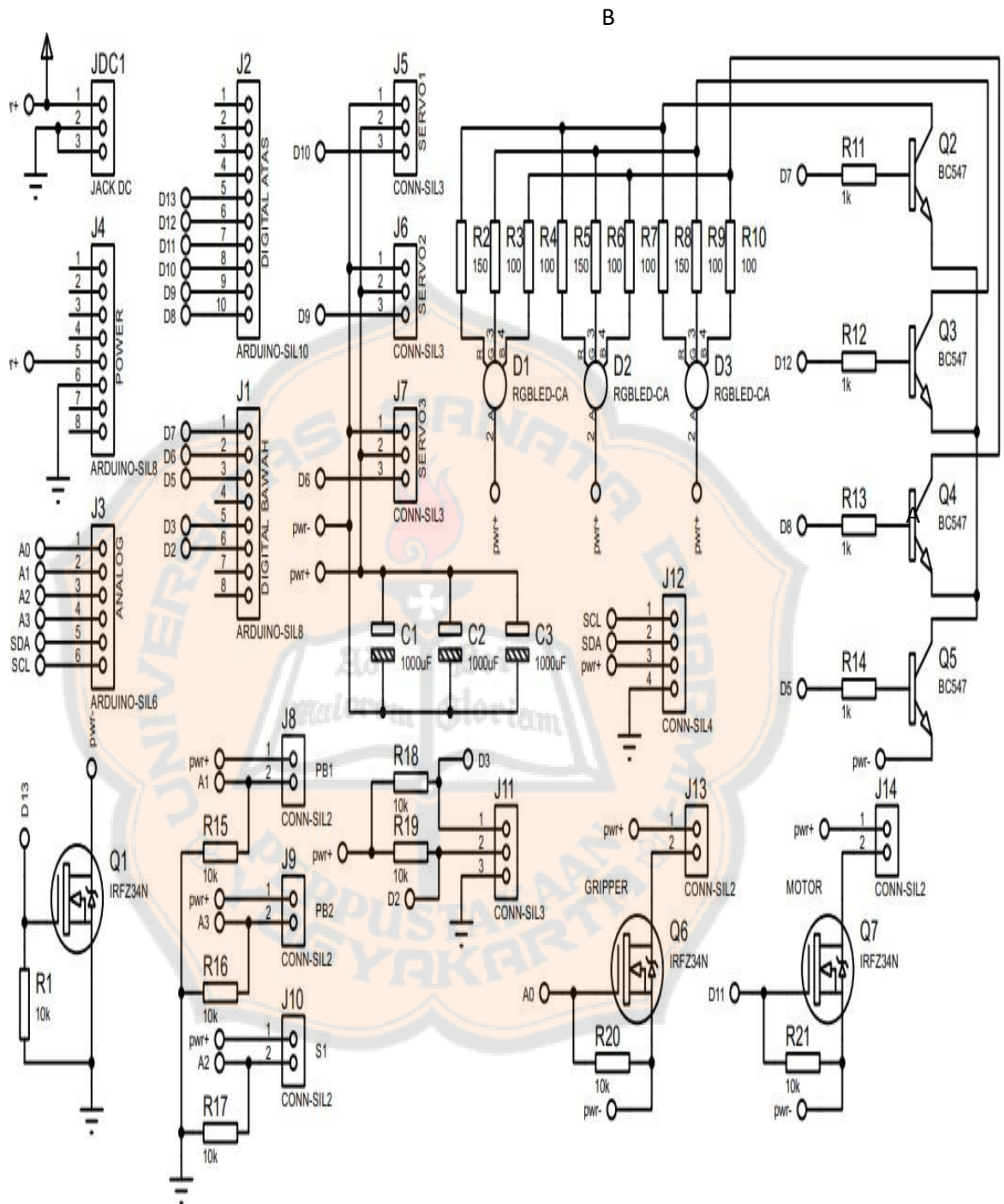
Gambar rancangan mekanik alat

Lampiran 2 Gambar skema rangkaian elektronik (driver motor, mikrokontroler, dsb)



Gambar rancangan elektrik

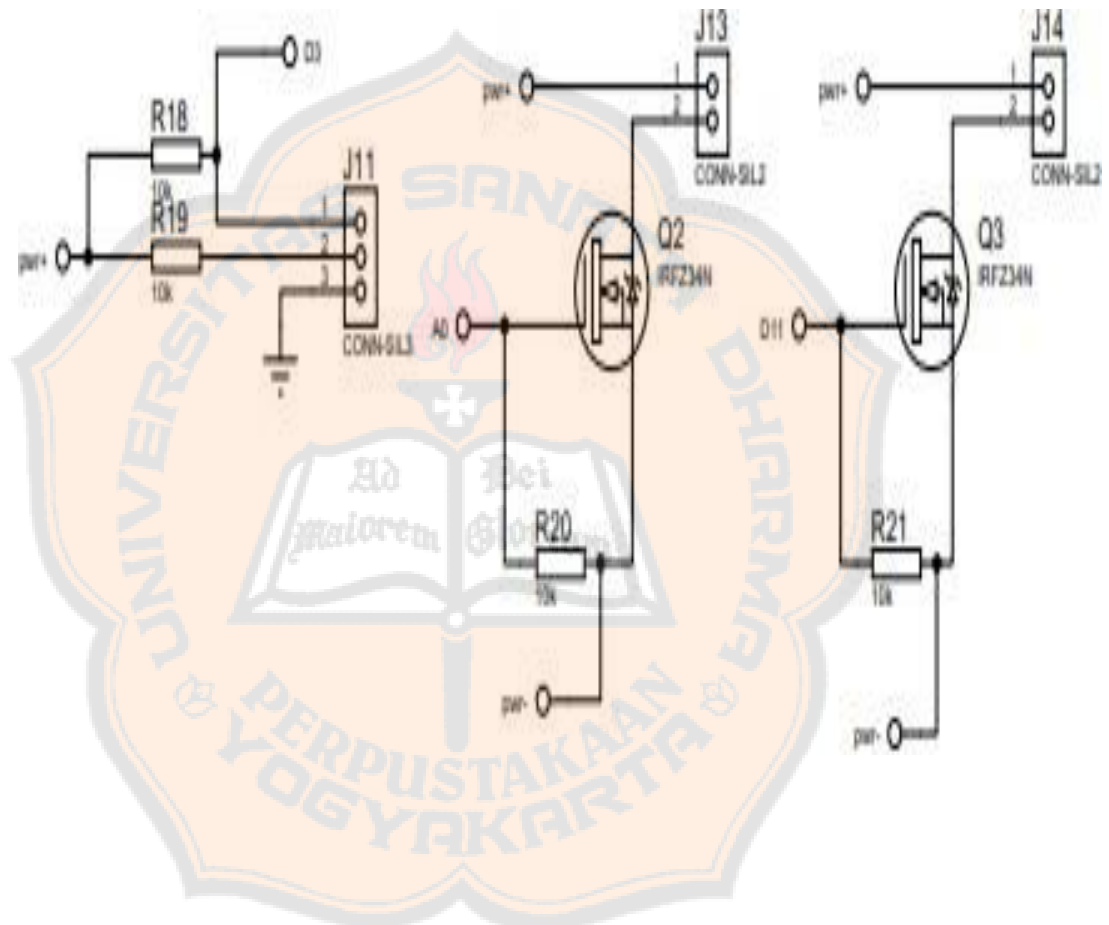
Lampiran 3 Gambar skema rangkaian elektrik (daftar i/o PLC, wiring PLC, dsb)



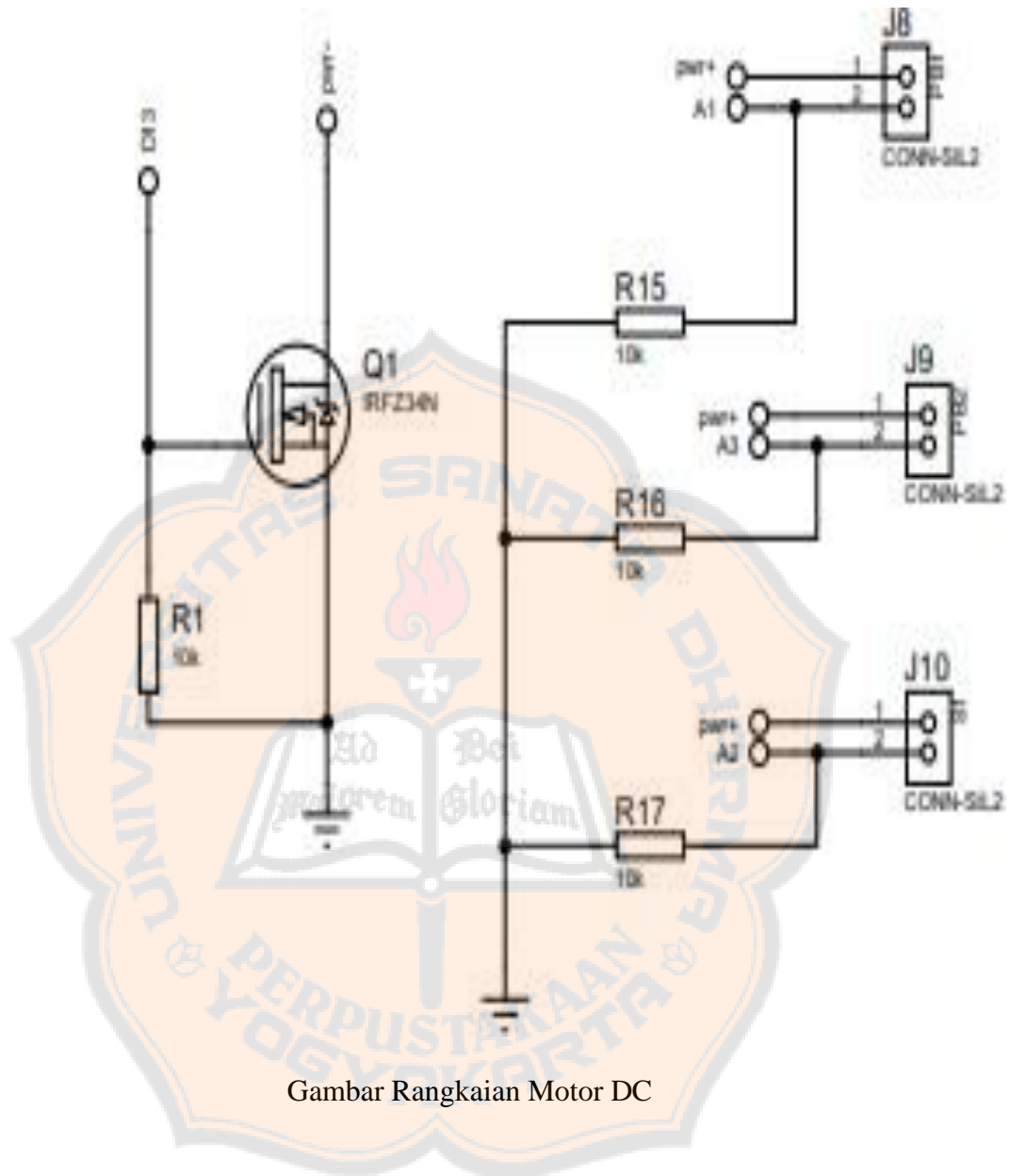
Gambar rangkaian elektrik motor DC dan motor servo

Keterangan:

A. Rangkaian Motor DC

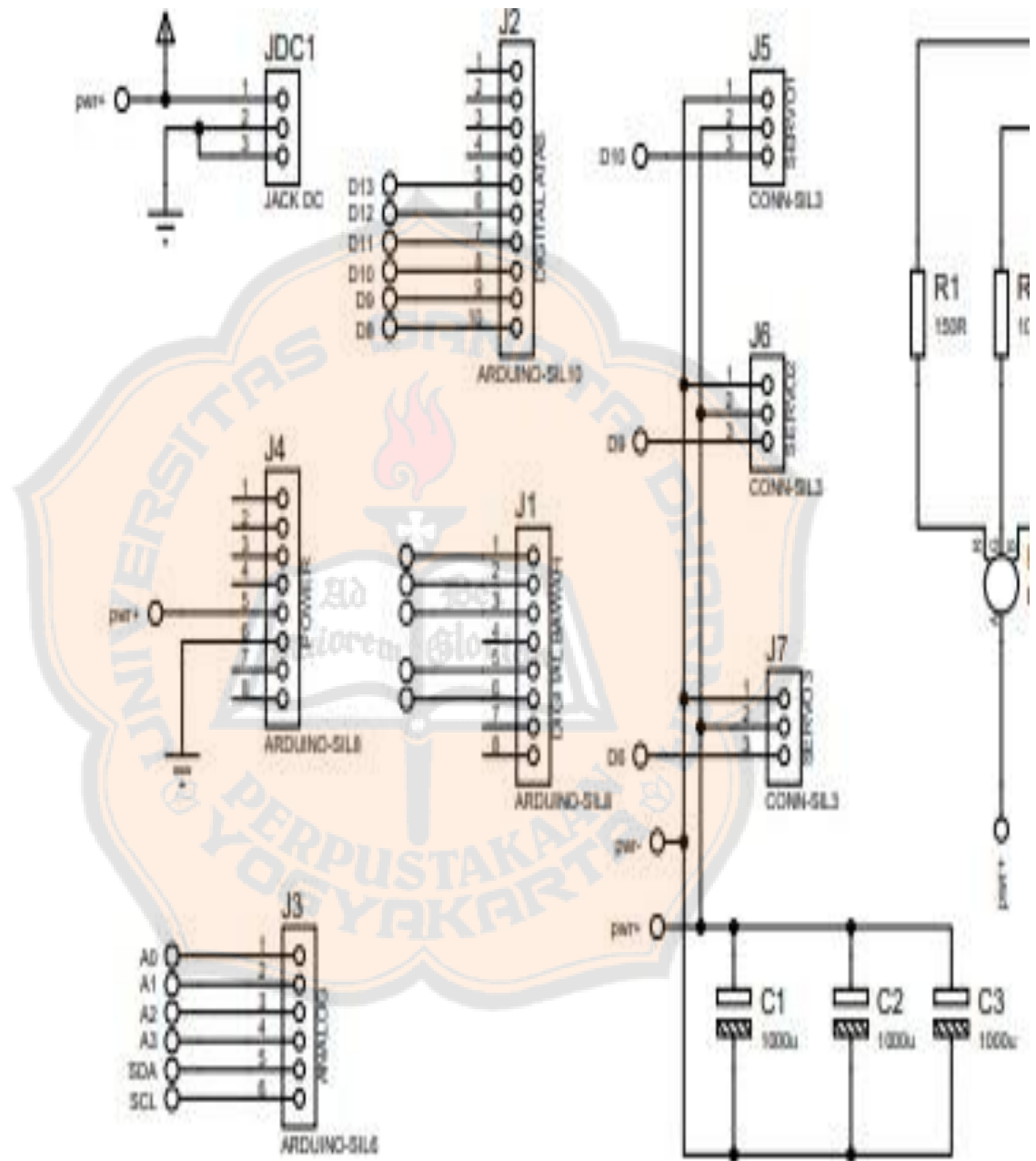


Gambar Rangkaian Motor DC

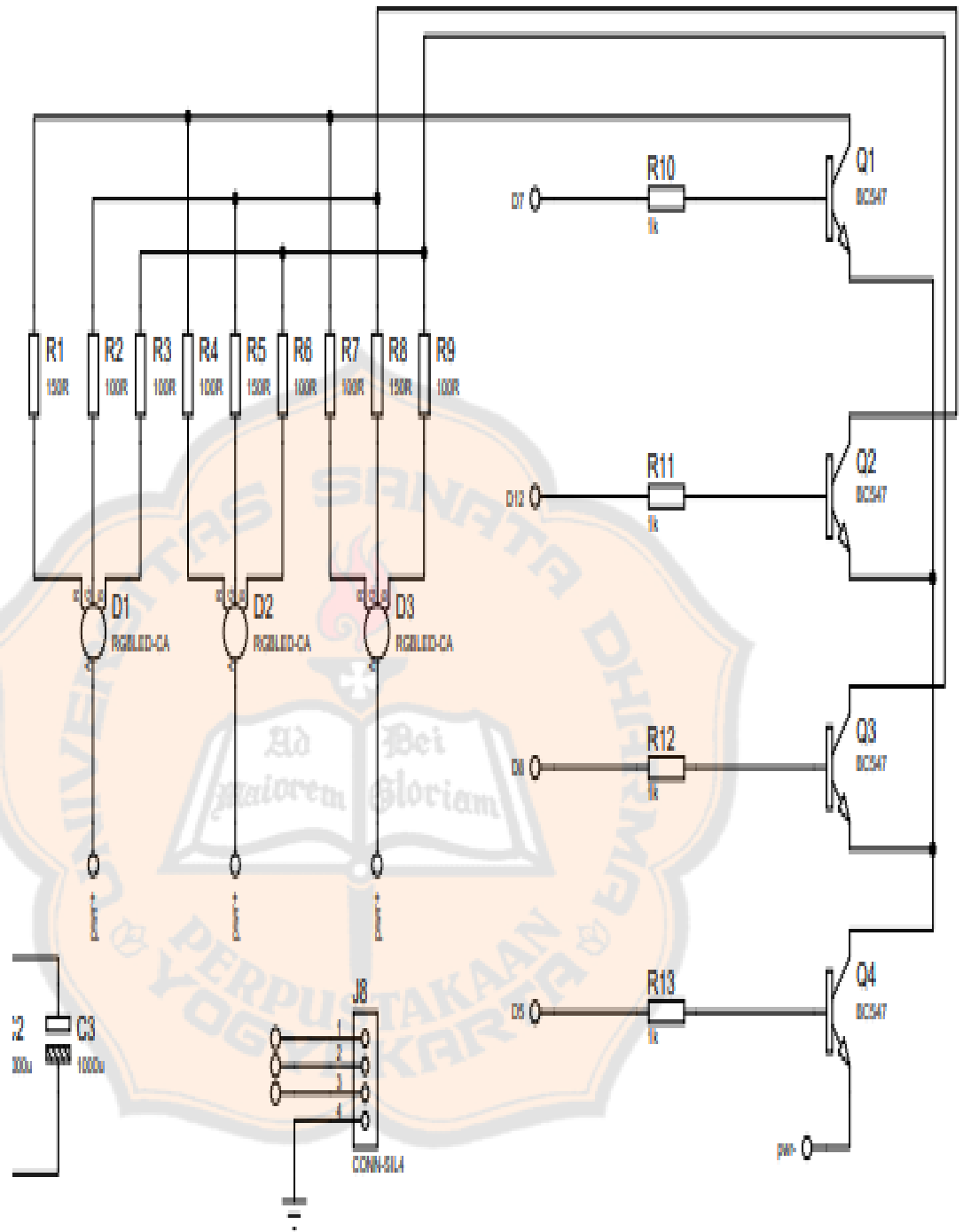


Gambar Rangkaian Motor DC

B. Rangkaian Motor Servo

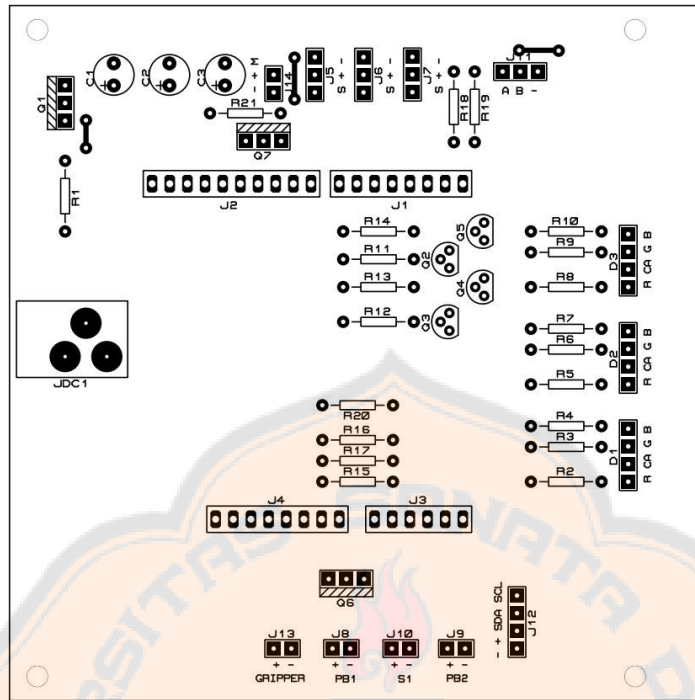


Gambar rangkaian motor servo

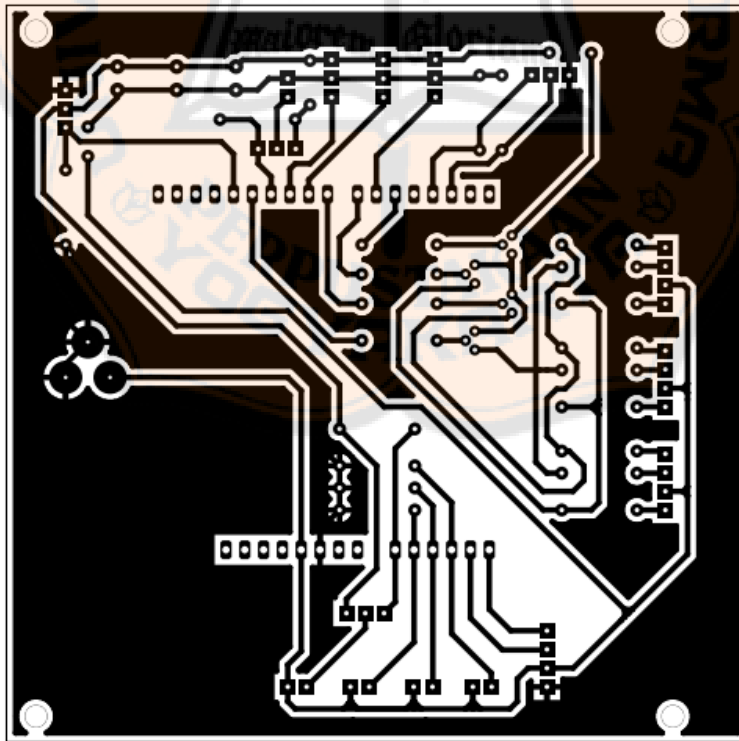


Gambar rangkaian motor servo

C. Layout PCB



Gambar *layout* PCB rangkaian motor DC dan motor servo



Gambar *layout* PCB rangkaian motor DC dan motor servo

Tabel Daftar I/O Alat

<i>Processing Device</i>	<i>Input</i>	<i>Output</i>
<i>Power Supply</i>	Push button LED	Motor DC
Arduino UNO	Push button	Motor servo
Modul <i>step-down</i>	<i>Sensor photoelectric</i>	LED
Modul motor DC		LCD <i>display</i>
dan motor servo		Elektromagnet



Lampiran 4 Program atau ladder diagram

```

#include <DeltaRobotOne.h>

//If your display doesn't work try adress 0x3F
//Create the DeltaRobotOne-Object
DeltaRobotOne robot(0, 0, 5, 0, 0, 0, 0x27);

Pos P10(0.0, 0.0, 70.0); //posisi home
Pos P20(0.0, 0.0, 123.5); //posisi ambil
Pos P30(0.0, 37.0, 100.0); //box1
Pos P40(-30.0, 22.0, 100.0); //box2
Pos P50(30.0, -25.0, 98.0); //box3
Pos P60(0.0, -45.0, 90.0); //box4

int proses = 0;
int tempat = 0;
int count1 = 0;
int count2 = 0;
int count3 = 0;
int count4 = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  robot.setup();
  robot.power.mainOn();
  robot.display.clear();
  robot.display.println(F("DELTA ROBOT"));
  robot.display.println(F("Pick and Place"));
  robot.functions.waitFor(1000);
  robot.display.clear();
  robot.display.println(F("Move Home..."));
  robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
  robot.functions.waitFor(1000);
  robot.display.clear();
  robot.display.println(F("Robot Ready"));
  robot.light.on(Colour::blue, Intensity::max);
  robot.functions.waitFor(1000);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

```

```

if (proses != 0 && robot.button.clicked(ButtonID::center)) {
    robot.extmotor.stop();
    robot.display.clear();
    robot.display.println(F("Robot Stop"));
    proses = 0;
    tempat = 0;
    count1 = 0;
    count2 = 0;
    count3 = 0;
    count4 = 0;
    robot.light.on(Colour::red, Intensity::max);
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(1000);
}

if (proses == 0 && robot.button.clicked(ButtonID::top)) {
    robot.display.clear();
    robot.display.println(F("Robot Start"));
    robot.extmotor.start(225);
    robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
    proses = 1;
}

if (proses == 1 && robot.button.push(ButtonID::encoder)) {
    robot.display.clear();
    robot.display.println(F("Object Detected"));
    robot.extmotor.stop();
    robot.light.on(Colour::cyan, Intensity::max);
    tempat++;
    proses = 2;
}

if (proses == 2) {
    switch (tempat) {
    case 1:
        robot.display.println2(F("Place to box 1"));
        box1();
        count1++;
        robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
        robot.extmotor.start(225);
        proses = 1;
        break;
    
```

```
case 2:
  robot.display.println2(F("Place to box 4"));
  box4();
  count4++;
  robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
  robot.extmotor.start(225);
  proses = 1;
  break;
case 3:
  robot.display.println2(F("Place to box 2"));
  box2();
  count2++;
  robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
  robot.extmotor.start(225);
  proses = 1;
  break;
case 4:
  robot.display.println2(F("Place to box 3"));
  box3();
  count3++;
  robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
  robot.extmotor.start(225);
  proses = 1;
  break;
case 5:
  robot.display.println2(F("Place to box 1"));
  box1();
  count1++;
  robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
  robot.extmotor.start(225);
  proses = 1;
  break;
case 6:
  robot.display.println2(F("Place to box 2"));
  box2();
  count2++;
  robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
  robot.extmotor.start(225);
  proses = 1;
  break;
case 7:
  robot.display.println2(F("Place to box 3"));
```

```

    box3();
    count3++;
    robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
    robot.extmotor.start(225);
    proses = 1;
    break;
case 8:
    robot.display.println2(F("Place to box 4"));
    box4();
    count4++;
    robot.light.on(Colour::green, Intensity::max);
    robot.extmotor.start(225);
    tempat = 0;
    proses = 1;
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    break;
}
hitung();
}
}

void box1() {
    robot.move.ptp(P20, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.close();
    robot.light.on(Colour::yellow, Intensity::max);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P30, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.open();
    robot.light.on(Colour::white, Intensity::max);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
}

void box2() {
    robot.move.ptp(P20, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.close();

```

```

robot.light.on(Colour::yellow, Intensity::max);
robot.functions.waitFor(100);
robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
robot.functions.waitFor(100);
robot.move.ptp(P40, Speed::fast);
robot.functions.waitFor(100);
robot.gripper.open();
robot.light.on(Colour::white, Intensity::max);
robot.functions.waitFor(100);
robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
robot.functions.waitFor(100);
}

```

```

void box3() {
    robot.move.ptp(P20, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.close();
    robot.light.on(Colour::yellow, Intensity::max);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P50, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.open();
    robot.light.on(Colour::white, Intensity::max);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
}

```

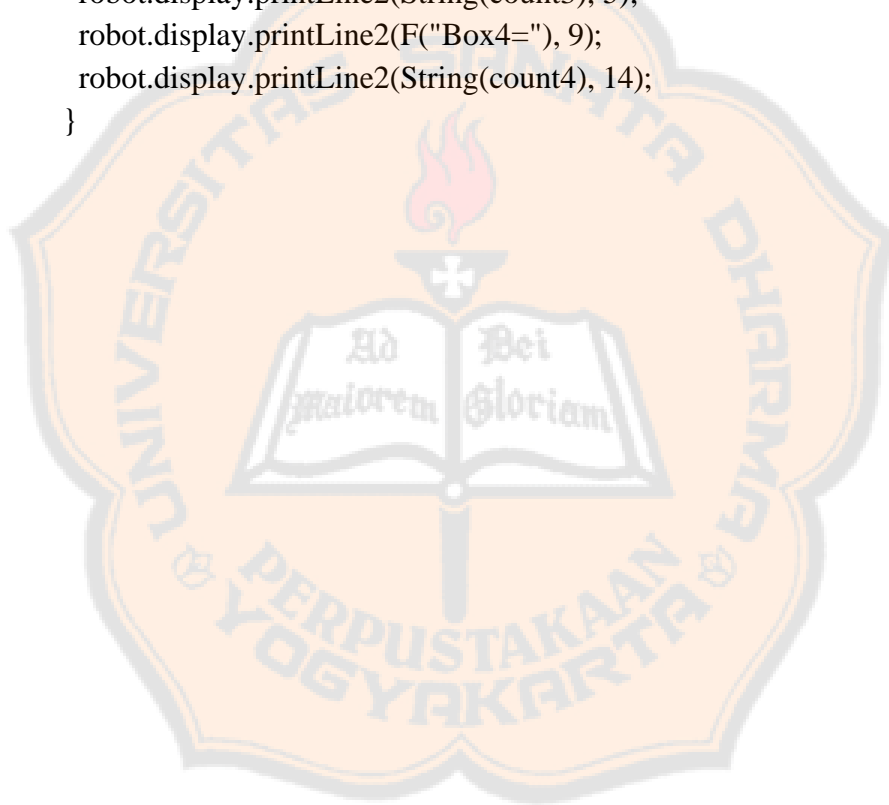
```

void box4() {
    robot.move.ptp(P20, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.close();
    robot.light.on(Colour::yellow, Intensity::max);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P10, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.move.ptp(P60, Speed::fast);
    robot.functions.waitFor(100);
    robot.gripper.open();
    robot.light.on(Colour::white, Intensity::max);
}

```

```
robot.functions.waitFor(100);  
robot.move.ptp(P10, Speed::fast);  
robot.functions.waitFor(100);  
}
```

```
void hitung() {  
  robot.display.clear();  
  robot.display.println1(F("Box1="));  
  robot.display.println1(String(count1), 5);  
  robot.display.println1(F("Box2="), 9);  
  robot.display.println1(String(count2), 14);  
  robot.display.println2(F("Box3="));  
  robot.display.println2(String(count3), 5);  
  robot.display.println2(F("Box4="), 9);  
  robot.display.println2(String(count4), 14);  
}
```



Lampiran 5 Data Sheet Komponen

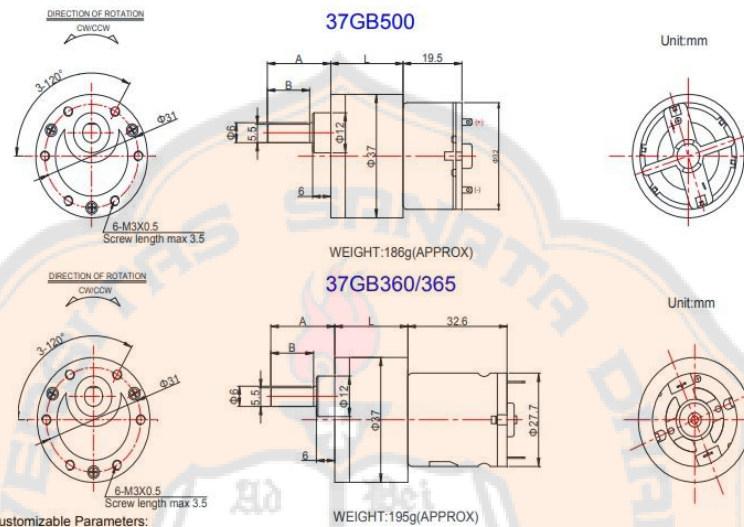
a. Motor DC 12 V

37GB500/360/365



输出功率: 约5.0~20.0W
直齿齿轮
典型应用:
打印机
自动售货机
机器人

Output: Approx 5.0~20.0W
Spur Gears
Typical Applications:
Printer
Vending Machine
Robot



- Customizable Parameters:
1. Length A, B and L
 2. Electric Performance
 3. Direction of Rotation
 4. Reduction Ratio

齿轮箱长度L(mm) Gearbox Length "L"	级数 Stage Number	减速比 Reduction Ratio							
18.5	2	10.3/1							
21.5	3	19.5/1	31/1						
24	4	40/1	51.5/1	52/1	72/1	93/1			
26.5	5	155/1	168/1	186/1	217/1	278/1			
29	6	360/1	371/1	464/1	557/1	650/1	835/1		

型号 MODEL	电压 VOLTAGE		无负荷 NO LOAD		最大效率点 AT MAXIMUM EFFICIENCY				堵转 STALL			
	使用范围 OPERATING RANGE	额定值 NOMINAL	转速 SPEED	电流 CURRENT	转速 SPEED	电流 CURRENT	转矩 TORQUE	功率 OUTPUT	转矩 TORQUE	电流 CURRENT		
	V		rpm	A	rpm	A	kg.cm	mN.m	W	kg.cm	mN.m	A
37GB500-72-2463	8.0~24.0	24.0	63	0.019	49.1	0.07	1.00	98.14	0.50	4.56	447.50	0.16
37GB500-93-1256	5.0~14.0	12.0	59	0.042	47	0.15	1.60	157.02	0.77	7.60	745.83	0.57
37GB500-835-0603.2	3.0~8.0	6.0	3.2	0.045	2.5	0.075	6.00	588.81	0.15	24.60	2414.13	0.25
37GB365A-155-1256	5.0~14.0	12.0	56	0.15	44.8	0.62	5.00	490.68	2.30	25.50	2502.45	2.4
37GB360A-371-2418	8.0~26.0	24.0	18	0.076	14	0.23	10.00	981.35	1.44	13.00	1275.76	0.74
37GB365H-62-12125	5.0~14.0	12.0	125	0.13	100	0.42	2.00	196.27	2.05	10.15	996.07	1.62

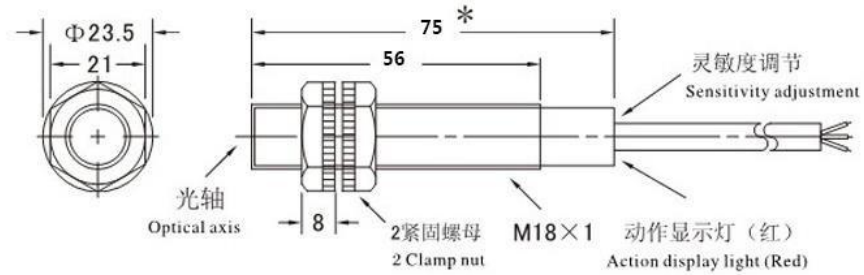
Notes:
The above technical data sheet only for reference, the parameters like voltage, speed, current, torque, etc. are available to be custom made per your request.

Data sheet motor DC 12 V

Sumber:

<https://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/SPEC/059/K1139071059.pdf>

b. Sensor *Photoelectric*



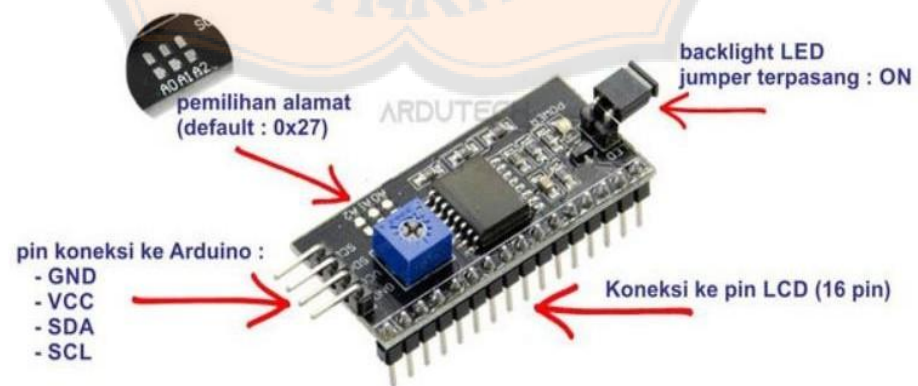
Detection method			Diffuse type		
model	DC type	NPN	NO	E3F-DS10C4	E3F-DS30C4
			NC	E3F-DS10B2	E3F-DS30B2
			NO+NC	E3F-DS10C3	E3F-DS30C3
	PNP	NO	E3F-DS10P1	E3F-DS30P1	
		NC	E3F-DS10P2	E3F-DS30P2	
		NO+NC	E3F-DS10P3	E3F-DS30P3	
Detection range			10 ± 10%	10-30cm ± 10%	
Detection target			Transparent/Opaque object	Transparent/Opaque object	
Detection range regulation			Fixed	Sensitivity adjuster	
Responce time			1ms	1ms	

Data sheet sensor photoelectric

Sumber:

https://www.google.com/search?xsrf=APwXEddDBzxTV4XNrl69gWJigMsaAYWzmQ:1687087281861&q=datasheet+sensor+photoelectric+E3F-DS30P1&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKewi4to_x2cz_AhXm1zgGHeJ2BTUQ0pQJegQIDBAB&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgsrc=cHjqodu6w0WDJM

c. *LCD Display*




Data sheet LCD display


Sumber: <https://www.ardutech.com/lcd-i2c-dengan-arduino/>

d. Relay

FL-3FF

 E332369

19.2×15.5×15.5



PC Board Relay

- 10A switching capability
- Small footprint
- Sealed type available
- Class B/F available
- Conform to RoHS, ELV directive

COIL DATA at 20°C

Coil Power 0.36W

Nominal Voltage (VDC)	Rated Current (mA)	Max Operate Voltage (VDC)	Min Release Voltage (VDC)	Coil Resistance ($\Omega \pm 10\%$)
3	120	2.25	0.15	25
5	71.4	3.75	0.25	69
6	60	4.5	0.3	100
9	40	6.75	0.45	225
12	30	9	0.6	400
18	20	13.5	0.9	900
24	15	18	1.2	1600
48	7.5	36	2.4	6400

CONTACT DATA

Contact Form	1H/1Z
Contact Material	Silver Alloy
Load	Resistive load(COS ϕ =1)
Contact Ratings	1H: 10A 240VAC 12A 120VAC 1Z: 7A 240VAC 10A 120VAC
Minimum load	100mA 5VDC
Max Switching Voltage	250VAC/30VDC
Max Switching Current	15A
Max Switching Power	2770VA/240W
Contact Resistance	100m Ω Max. at 6VDC 1A
Electrical	100,000 Operations(at 300 Operations/minute)
Mechanical	10,000,000 Operations(at 300 Operations/minute)

APPROVED STANDARDS

UL & cUL	1H: 10A 240VAC 12A 120VAC
	1Z: 7A 240VAC 10A 120VAC

OPERING CODE

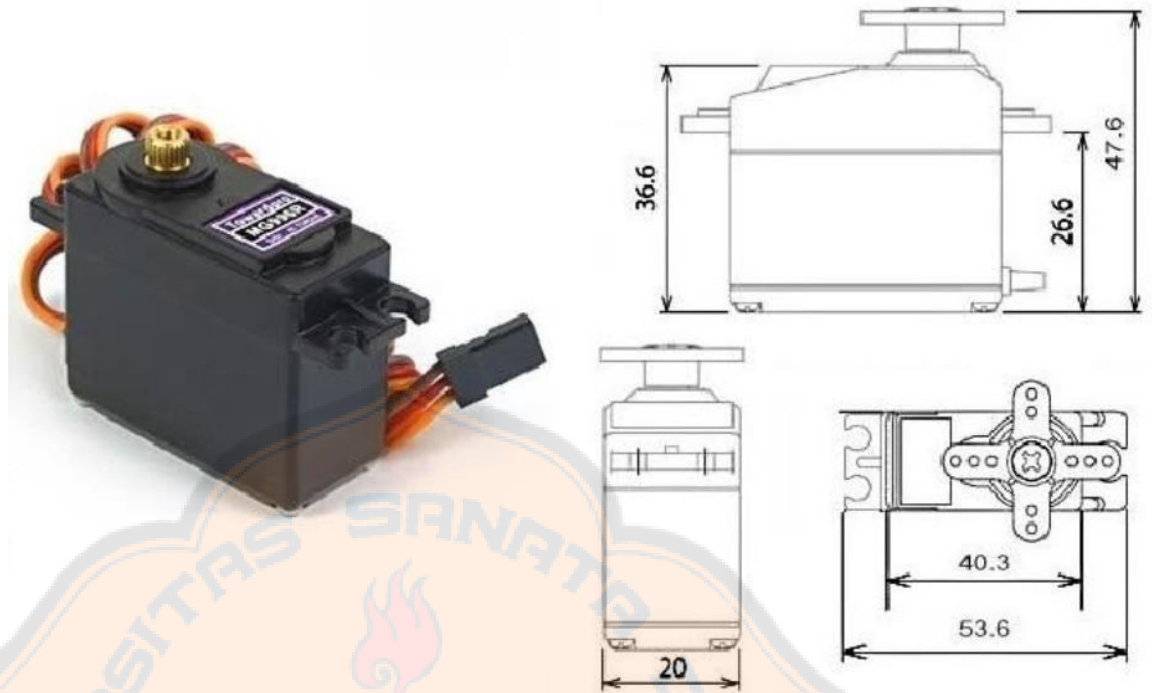
FL-3FF	S	H	F	(TBF-1)	/ 12VDC
1	2	3	4	5	6
<ol style="list-style-type: none"> Relay Model Sealed Contact Form H: Form A Z: Form C Temperature Range F: UL 105°C Nil: UL 85°C Insulated Level TBF-1: Class F Nil: Standard Coil Nominal Voltage 3.5, 6, 9, 12, 18, 24, 48VDC 					

CHARACTERISTICS DATA

Insulation Resistance	100M Ω Min. at 500VDC
Between Open Contacts	750VAC(50/60Hz for one minute)
Between Contacts and Coil	1500VAC(50/60Hz for one minute)
Operate Time	10ms
Release Time	5ms
Temperature Range	-40°C to +85°C
Shock Resistance	Operating Extremes: 10G Damage Limits: 100G
Vibration Resistance	10-55Hz, 1.5mm
Max. switching frequency	Mechanical: 18,000 operations/hr Electrical: 1,800 operations/hr
Humidity	40-85%
Weight	Approx 10g



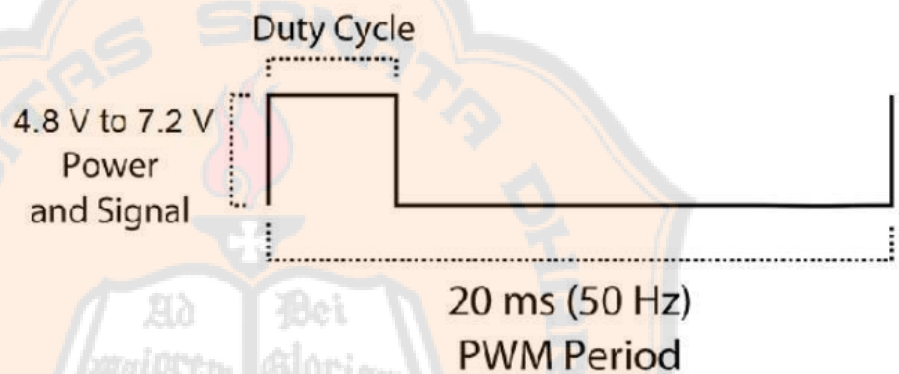
e. Motor Servo



Specifications

- Weight: 55 g
- Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque: 9.4 kgf·cm (4.8 V), 11 kgf·cm (6 V)
- Operating speed: 0.17 s/60° (4.8 V), 0.14 s/60° (6 V)

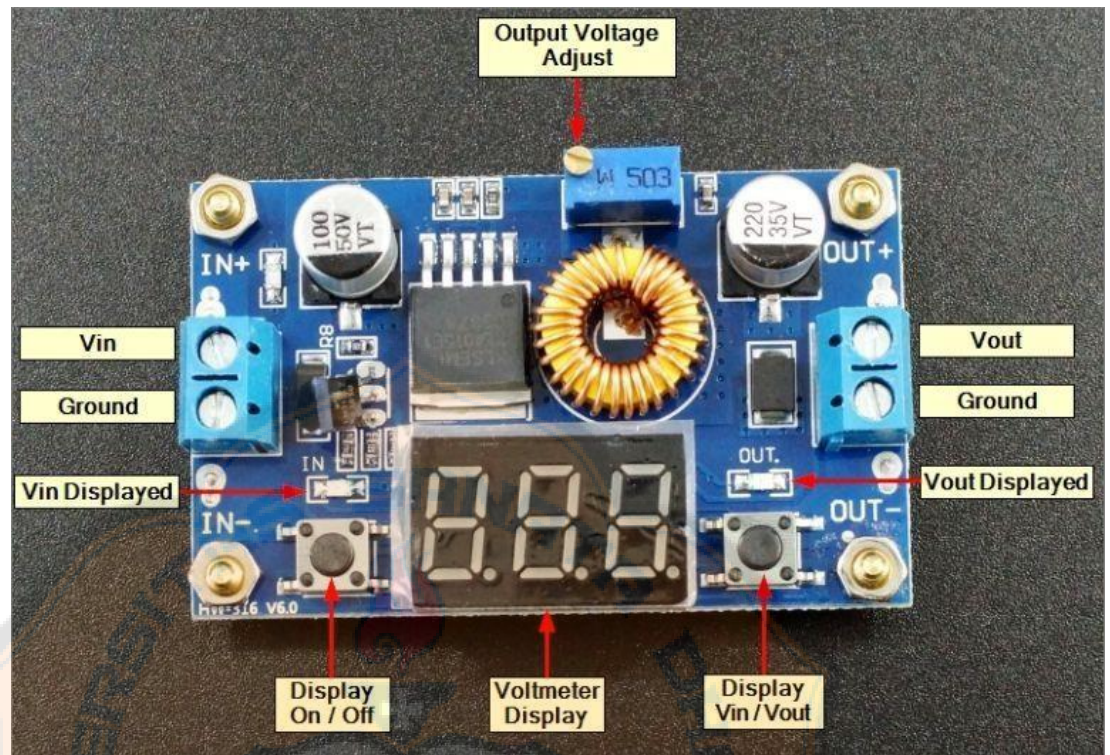
- Operating voltage: 4.8 V to 7.2 V
- Running Current 500 mA – 900 mA (6V)
- Stall Current 2.5 A (6V)
- Dead band width: 5 μ s
- Stable and shock proof double ball bearing design
- Temperature range: 0 $^{\circ}$ C – 55 $^{\circ}$ C



Data sheet motor servo

Sumber: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1131873/ETC2/MG996R.html>

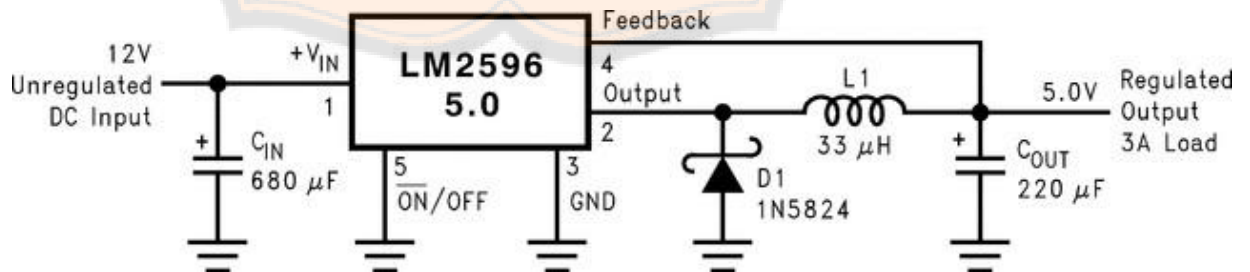
f. Step-Down Regulator tipe XL4015

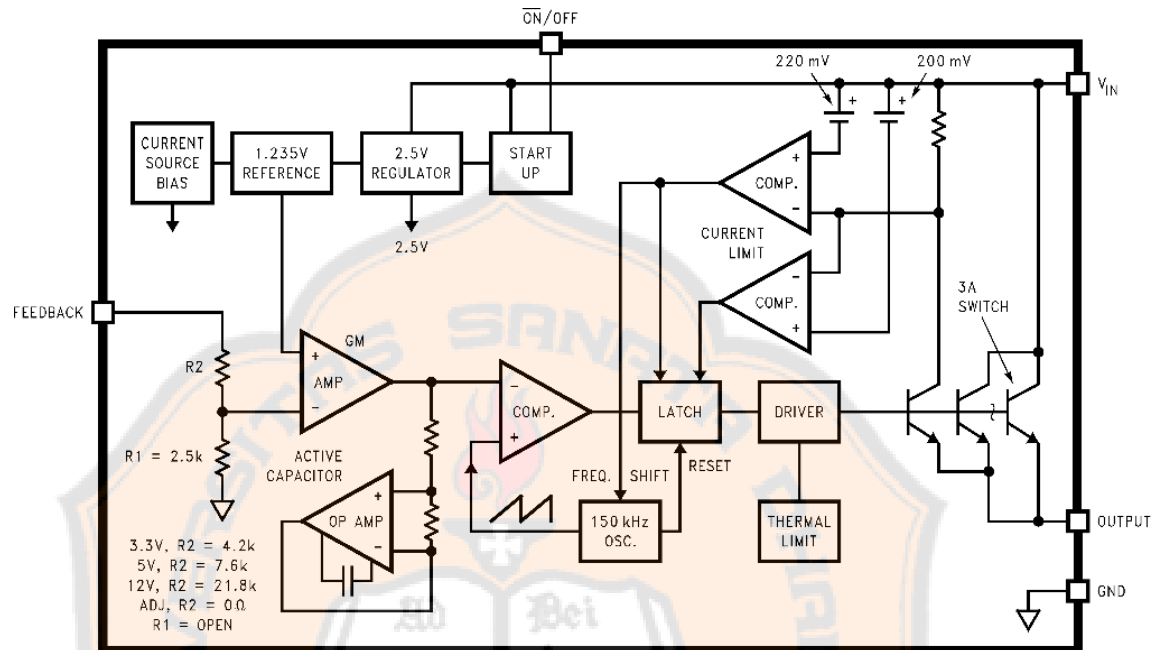
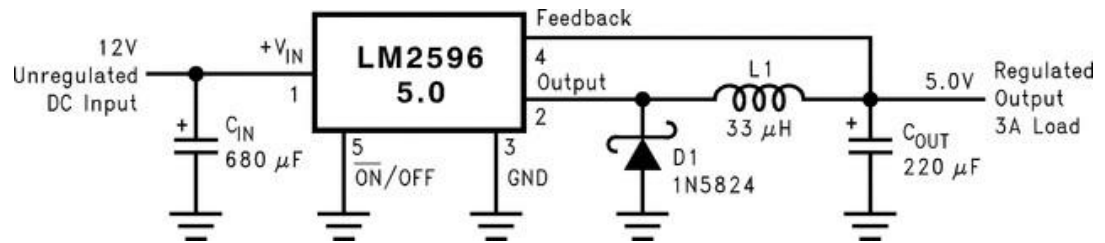


Data sheet modul step-down voltage regulator/DC buck converter tipe XL4015

Sumber: https://www.google.com/search?sxsrf=APwXEdfFVzmz1u-pBnbN3TRyNukK21tqWVQ:1687089384735&q=datasheet+modul+XL4015&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj61-zb4cz_AhUP8zgGHXcND4MQ0pQJegQIDBAB&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=fZ5xfFJOixHUvM

g. Step-Down Regulator tipe LM 2596





Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

V _{in} (min) (V)	4.5
V _{in} (max) (V)	40
V _{out} (min) (V)	3.3
V _{out} (max) (V)	37
I _{out} (max) (A)	3
I _q (typ) (mA)	5
Switching frequency (min) (kHz)	110
Switching frequency (max) (kHz)	173
Features	Enable, Over Current Protection
Operating temperature range (°C)	-40 to 125
Rating	Catalog
Regulated outputs (#)	1
Control mode	Voltage mode
Duty cycle (max) (%)	100
Type	Converter

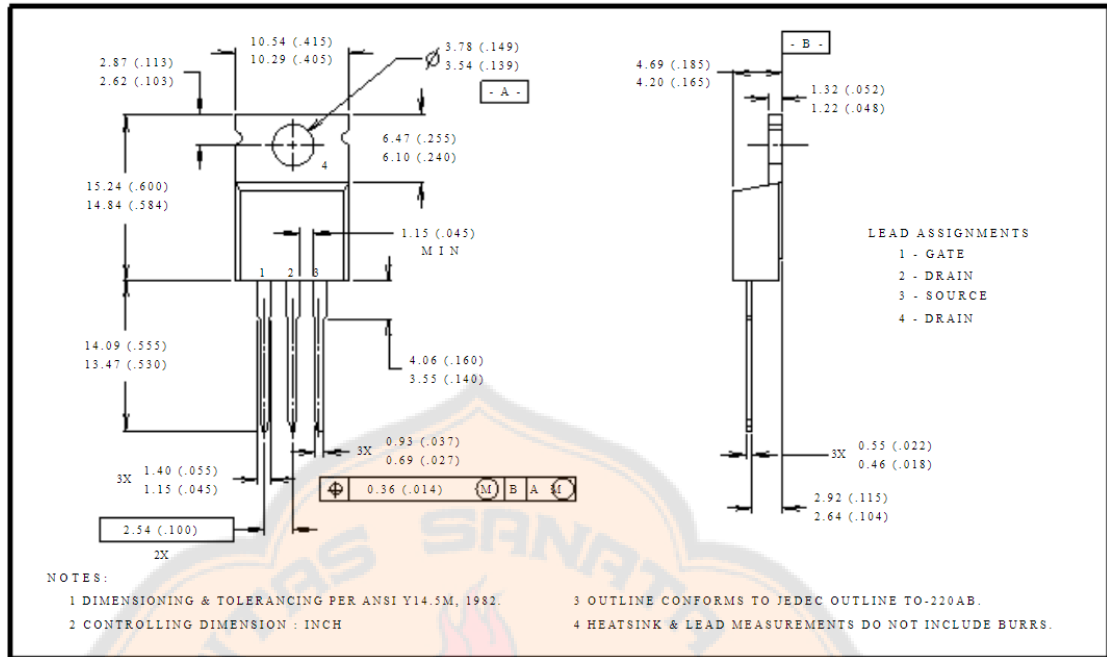
Data sheet modul step-down voltage regulator/DC buck converter tipe LM 2596 DC

Sumber:

https://www.ti.com/product/LM2596?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=LM2596

TO-220AB Outline

Dimensions are shown in millimeters (inches)



Data sheet MOSFET IRFZ34N

Sumber: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/68616/IRF/IRFZ34N/46/1/IRFZ34N.html>

i. Kapasitor Elco 1000uF/16 V

Type: Electrolytic Radial
Capacitance/Voltage: 1000uF/16V
Size/Pitch: 10x16mm/5mm
Max. Temperature: 105°C



Parameters

Packaging	Bulk
Capacitor type	Electrolytic
Design	Radial
Capacitance	1000uF
Voltage	16V
Pitch	5mm
Size	10x16mm
Max. Temperature	105°C
Manufacturer PN	TKR102M1CG16M
Impedance	---
Manufacturer	Jamicon
Weight	1.9g

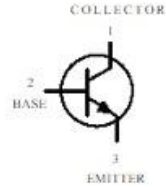
Data sheet elco 1000uF/16 V

Sumber: <https://www.electron.com/electrolytic-capacitor-jamicon-tkr102m1cg16m-p1248/>

j. Transistor BC 547

Amplifier Transistors
NPN Silicon

BC546, B
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector - Emitter Voltage	V _{CEO}	65	45	30	V _{dc}
Collector - Base Voltage	V _{CB0}	80	50	30	V _{dc}
Emitter - Base Voltage	V _{EB0}	6.0			V _{dc}
Collector Current - Continuous	I _C	100			mA _{dc}
Total Device Dissipation @ TA = 25°C Derate above 25 °C	PD	625	5.0		mW mW/°C
Total Device Dissipation @ TC = 25°C Derate above 25 °C	PD	1.5		12	Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T _J , T _{stg}	-55 to +150			°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	R _{qJA}	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	R _{qJC}	833	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (I_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS					
Collector - Emitter Breakdown Voltage (I _C = 1.0 mA, I _B = 0)	BC546 BC547 BC548	V _{(BR)CEO}	65 45 30	— — —	V
Collector - Base Breakdown Voltage (I _C = 100 µA _{dc})	BC546 BC547 BC548	V _{(BR)CBO}	80 50 30	— — —	V
Emitter - Base Breakdown Voltage (I _E = 10 mA, I _C = 0)	BC546 BC547 BC548	V _{(BR)EBO}	6.0 6.0 6.0	— — —	V
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 70 V, V _{BE} = 0) (V _{CE} = 50 V, V _{BE} = 0) (V _{CE} = 35 V, V _{BE} = 0) (V _{CE} = 30 V, T _A = 125°C)	BC546 BC547 BC548 BC546/547/548	I _{CES}	— — — —	0.2 0.2 0.2 —	nA µA

Data sheet transistor BC 547

Sumber: <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/11551/ONSEMI/BC547/179/1/BC547.html>