



universitas
MALIKUSSALEH

TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ELEVATOR 3 LANTAI
BERBASIS MIKRO KONTROLER ARDUINO UNO
ATMEGA328**

**Diajukan sebagai syarat yang diperlukan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Disusun Oleh:

**RIEDHO RIANDHA
190120110**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2024**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Riedho Riandha

NIM : 190120110

Jurusan/Prodi/Bidang : Teknik Mesin/Teknik Mesin/Konstruksi

Dengan ini menyatakan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Elevator 3 Lantai Berbasis Mikro Kontroler Arduino Uno Atmega328” adalah hasil kerja tulisan saya sendiri didampingi dosen pembimbing bukan hasil plagiat dari karya tulis ilmiah orang lain. Tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari sumber lain yang saya kutip tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan plagiarisme.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari ternyata terbukti bahwa skripsi yang saya tulis adalah plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku, dan saya bertanggung jawab secara mandiri tidak ada sangkut pautnya dengan Dosen Pembimbing dan kelembagaan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.

Lhokseumawe, 15 Januari 2024

Penulis



Riedho Riandha
NIM. 190120110

LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Judul TGA (Skripsi) : Rancang Bangun Prototipe Elevator 3 Lantai Berbasis Mikro Kontroler Arduino Uno Atmega328
Nama : Riedho Riandha
NIM : 190120110
Jurusan/Prodi/Bidang : Teknik Mesin/Teknik Mesin/Konstruksi
Tanggal Sidang : 12 Januari 2024

Lhokseumawe, 15 Januari 2024

Menyetujui

Pembimbing Utama



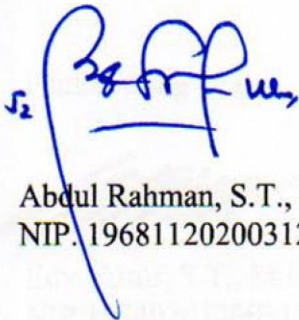
Edy Yusuf, S.T., M.Eng.
NIP. 197402032003121001

Pembimbing Pendamping



Dr. Abubakar, S.T., M.T.
NIP. 196808202002121001

Penguji Utama



Abdul Rahman, S.T., M.Eng.
NIP. 196811202003121001

Penguji Pendamping



Ferri Safriwardy, S.T., M.T.
NIP. 196710302002121001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Abdul Rahman, S.T., M.Eng.
NIP. 196811202003121001

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Berdasarkan hasil ujian Sidang Tugas Akhir Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh pada tanggal 12 Januari 2024 dengan ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan akademik:

Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Rancang Bangun Prototipe Elevator 3 Lantai Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328.
Nama Mahasiswa : Riedho Riandha
NIM : 190120110
Tempat/Tanggal Lahir : Takengon, 28 Februari 2001
Program Studi/Bidang : Teknik Mesin/Teknik Konstruksi
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh
Pembimbing Utama : Edy Yusuf, S.T., M.Eng.
Pembimbing Pendamping : Dr. Abubakar, S.T., M.T.
Ketua Penguji : Abdul Rahman, S.T., M.Eng.
Anggota Penguji : Ferri Safriwardy, S.T., M.T.

Lhokseumawe, 15 Januari 2024

Penulis,



Riedho Riandha
NIM 190120110

Menyetujui:

Pembimbing Utama,



Edy Yusuf, S.T., M.Eng.
NIP 197402032003121001

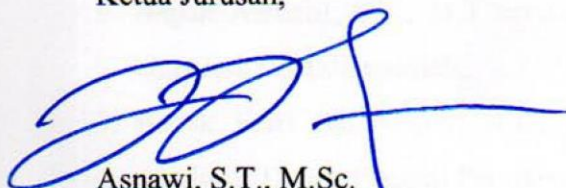
Pembimbing Pendamping,



Dr. Abubakar, S.T., M.T.
NIP 196808202002121001

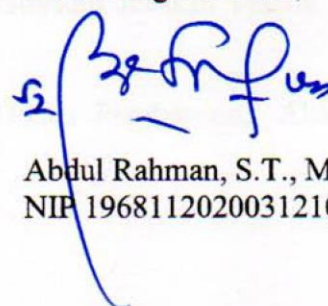
Mengetahui:

Ketua Jurusan,



Asnawi, S.T., M.Sc.
NIP 198002272006041010

Ketua Program Studi,



Abdul Rahman, S.T., M.Eng.
NIP 196811202003121001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena telah melimpahkan Rahmat dan karuniaNya kepada penulis dalam penyelesaian Skripsi Tugas Akhir ini. Selawat dan salam semoga Allah anugerahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya menemui alam yang penuh dengan peradaban dan berilmu pengetahuan.

Alhamdulillah penulis telah dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir (SKRIPSI) yang berjudul **“Rancang Bangun Prototipe Elevator 3 Lantai Berbasis Mikro Kontroler Arduino Uno Atmega328”** yang merupakan salah satu syarat yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Teknik Mesin agar dapat memperoleh gelar sarjana teknik pada Universitas Malikussaleh.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Muchlis Harahap dan Mamak Laila Wati Tercinta dan Segenap Keluarga yang telah mendoakan dan memberi dukungan moril kepada penulis. Ucapan Terimakasih juga kepada:

1. Bapak Prof., Dr. Herman Fithra, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng selaku Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Dr. Muhammad Daud, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
3. Bapak Asnawi, S.T., M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
4. Bapak Nurul Islami, S.T., M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
5. Bapak Abdul Rahman, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh sekaligus Dosen Penguji Utama.
6. Bapak Alchalil, S.T., M.T selaku ketua Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
7. Bapak Ferri Safriwardy, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Penguji Pendamping.

8. Bapak Edy Yusuf, S.T., M.Eng selaku Pembimbing Utama.
9. Bapak Dr. Abubakar, S.T., M.T selaku Pembimbing Pendamping.
10. Staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.
11. Teman-teman kos Rusli Argo.
11. Dan teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.

Lhokseumawe, 12 Januari 2024

Penulis,



Riedho Riandha
NIM. 190120110

LEMBAR PERSEMBAHAN

BISMILLAAHIRRAHMAANIRRAHIIM

Saya persembahkan karya yang sederhana ini untuk orang tua saya yang saya sayangi serta untuk orang-orang yang telah berjasa dalam dalam hidup saya.

Bapak Dan Ibu Tercinta

Sebagai tanda terimakasih yang tak terhingga untuk orang tua saya bapak (Muchlis HRP) dan ibu (Laila Wati) yang telah berjasa besar dalam hidup saya dan telah mendo'a kan, menasehati, membiayai serta mendidik saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Walaupun ini hanya sebuah pencapaian yang tidak seberapa, semoga bapak dan ibu bangga. Semoga dengan do'a dan dukungan yang terus diberikan bapak dan ibu dapat menjadikan saya orang yang lebih baik lagi ke depannya dan dapat menggapai apa yang saya cita-citakan nantinya. Bapak dan ibu sehat-sehat ya. Barakallah hufiikum.

untuk keluarga saya ucapkan terimakasih atas do'a dan dukungan yang telah diberikan untuk saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi say aini.

Dosen Tugas Akhir

Kepada bapak Edy Yusuf, S.T., M.Eng dan bapak Dr. Abubakar S.T., M.T saya ucapkan banyak terimakasih kerana telah membimbing saya dari awal penelitian hingga selesai dan telah memberikan semangat kepada saya. Tak lupa kepada bapak Abdul Rahman, S.T., M.Eng dan bapak Ferri Safriwardy, S.T., M.T yang telah memberikan banyak sekali masukan sehingga skripsi yang saya kerjakan dapat menjadi lebih baik dari sebelumnya. Saya ucapkan terimakasih atas nasihat dan masukan yang telah bapak-bapak berikan, mudah-mudahan ilmu yang saya dapatkan dapat bermanfaat bagi saya sendiri dan bagi orang banyak serta menjadi amal jariyah bagi bapak dosen sekalian yang telah membagikan ilmunya. Aamiin

Teman-Teman

Saya ucapkan terimakasih pada Syahrul Ramadhan (teman *push rank*), Athala Riyonadi, Juan Carlos A, Demijhon Pakage serta seluruh teman-teman Angkatan 19, Senior dan adik-adik Angkatan yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan masukan. Ucapan terimakasih saya juga untuk teman-teman kos yang telah memberikan semangat dalam menjalani kehidupan kuliah.

“Maka sesungguhnya, di balik kesulitan ada kemudahan”

(QS Al-Insyirah Ayat 5)

ABSTRAK

Sistem kontrol elevator yang digunakan pada bangunan bertingkat umumnya menggunakan sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Controller*). Dalam pembuatan prototipe ini memberikan alternatif untuk menggantikan peran PLC dalam mengontrol proses kerja elevator, yaitu menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328. Desain *lift* 3 lantai menggunakan mikrokontroler yang dibuat meliputi 3 bagian, yaitu rangka *lift*, sangkar *lift* dan pengontrol (*controller*). 1: kerangka elevator dibuat 3 lantai, dimana di bagian atas *lift* memiliki sebuah LCD sebagai indikator lantai pada *lift*, beberapa sensor *reed switch* di setiap lantai digunakan sebagai pembatas pergerakan *lift*, 7 tombol digunakan untuk memanggil sangkar *lift* dan untuk keperluan lantai, sebuah motor *stepper* sebagai penggerak naik turun sangkar *lift*. 2: sangkar elevator dilengkapi dengan dua sensor *reed switch* (magnetik) untuk mengaktifkan sistem ketika berada pada posisi tertentu, *limit switch* digunakan pada *lift* untuk mengaktifkan sistem kalibrasi yang akan dilakukan. Dan 3: rancangan kontrol (*controller*) yang pada tahap ini membutuhkan perangkat elektronika (*hardware*) sebagai rangkaian elevator, dimana semua piranti dikendalikan oleh mikrokontroler yang telah diprogram, sehingga dapat melakukan proses yang diinginkan dimana mikrokontroler akan diprogram menggunakan bahasa C++. Untuk membangun sistem kontrol elevator 3 lantai digunakan untuk memprogram *software* Arduino IDE menggunakan bahasa C++. Jika *lift* dapat bergerak naik turun untuk mencapai lantai yang ingin dituju dan proses kerja yang dilakukan untuk membuka pintu *lift* dan tertutup kembali secara otomatis, maka dapat diketahui sistem kontrol *lift* berfungsi sebagai mana mestinya.

Kata kunci: Mikrokontroler, elevator 3 lantai, sensor, sistem kontrol, arduino

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	i
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Praktis	3
1.5.2 Manfaat Teoritis	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Elevator	5
2.2 Arduino	6
2.2.1 Fungsi Pin <i>Input</i> Dan <i>Output</i> Arduino	7
2.2.2 Spesifikasi Arduino Uno Atmega328	9
2.3 Motor Listrik	10
2.3.1 Motor DC	11
2.3.2 Prinsip Dasar Kerja Motor DC	13

2.4	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	15
	2.4.1 Struktur LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	16
	2.4.2 Prinsip Kerja LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	17
	2.4.3 Fungsi LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	18
2.5	Perangkat Elektronik Dan Sensor	18
2.6	Aplikasi Program IDE (<i>Integrated Development Environment</i>).	22
	2.6.1 Arduino IDE	23
	2.6.2 Fungsi Setiap Bagian Pada Arduino IDE	23
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3	Perancangan Sistem	31
	3.3.1 Perancangan Mekanik	31
	3.3.2 Perancangan <i>software</i> Dan Model Skema	34
3.4	Langkah-langkah Kerja Perancangan	36
	3.4.1 Diagram Alir Proses Penelitian	39
	3.4.2 Blok Diagram Perancangan Sistem	40
3.5	Analisa Sistem	40
	3.5.1 Deskripsi umum sistem	41
	3.5.2 Analisa rangkaian kendali putaran motor	42
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Program Perintah Pada Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 Dan Arduino Nano	43
	4.1.1 Pemrograman Arduino Uno Atmega328	44
	4.1.2 Pemrograman Perintah Pada Mikrokontroler Arduino Nano	54
	4.1.3 Pengertian Singkat Beberapa Fungsi Bahasa C++	57
4.2	Proses Perakitan Komponen Dan Rangka Elevator	58
	4.2.1 Proses Perakitan Komponen Elektronika	59

4.2.2	Proses Perakitan Rangka Dan Sangkar Elevator	60
4.2.3	Hasil Perakitan Seluruh Komponen	61
4.3	Pengujian Pemrograman Sistem Kendali Pada Seluruh Rangkaian	61
4.3.1	Pengujian Tombol, Motor Stepper Dan Motor Servo	61
4.3.2	Pengujian Kemampuan Angkat Motor Stepper	62
4.4	Pengujian Sistem <i>Calibration</i> Pada Sangkar Elevator	63
4.5	Pengujian Sistem Buka Tutup Pintu Pada Elevator	64
4.6	Pengujian Lampu Indikator Posisi Sangkar Pada Elevator	65
4.7	Rencana Pengaplikasian Prototipe Elevator Di Lapangan	66
4.7.1	Konstruksi Elevator	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Elevator	6
Gambar 2. 2 Arduino uno	7
Gambar 2. 3 Pin <i>out</i> arduino atmega328	8
Gambar 2. 4 Motor dc sederhana	12
Gambar 2. 5 medan magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor	14
Gambar 2. 6 Reaksi garis fluks	15
Gambar 2. 7 Prinsip kerja motor DC	15
Gambar 2. 8 LCD	16
Gambar 2. 9 Struktur dasar LCD	17
Gambar 2. 10 Sensor <i>reed switch</i>	18
Gambar 2. 11 <i>Button switch</i>	19
Gambar 2. 12 Servo motor	19
Gambar 2. 13 <i>Driver module</i> ULN2003	20
Gambar 2. 14 <i>Buzzer</i>	20
Gambar 2. 15 <i>Seven segment</i>	21
Gambar 2. 16 <i>Limit switch</i>	21
Gambar 2. 17 Lampu led	22
Gambar 2. 18 Logo arduino IDE	23
Gambar 2. 19 Arduino IDE	24
Gambar 3. 1 Desain kerangka elevator	26
Gambar 3. 2 Desain sangkar elevator	34
Gambar 3. 3 <i>Wiring diagram hardware</i>	35
Gambar 3. 4 Diagram alir proses penelitian	39
Gambar 3. 5 Diagram blok perancangan sistem	40
Gambar 3. 6 Diagram alir perancangan alat	41
Gambar 4. 1 Sistem <i>pullup</i>	40
Gambar 4. 2 <i>Wiring diagram</i>	59
Gambar 4. 3 Sangkar elevator	60
Gambar 4. 4 Rangka elevator	60

Gambar 4. 5 Hasil perakitan	61
Gambar 4. 6 Kalibrasi	64
Gambar 4. 7 Lampu indikator rantai	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal dan aktivitas penelitian	26
Tabel 3.2 Gambar alat	27
Tabel 3.3 Gambar komponen	29
Tabel 4.1 Pengujian tombol, <i>stepper</i> , dan <i>servo</i>	62
Tabel 4.2 Waktu pergerakan sangkar tanpa beban	62
Tabel 4.3 Waktu pergerakan sangkar dengan beban maksimum	63
Tabel 4.4 Sistem buka tutup pintu	65

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. *Wiring Diagram* Prototipe Elevator 3 Lantai
- Lampiran 2. Rangka Prototipe Elevator 3 Lantai
- Lampiran 3. Sangkar Prototipe Elevator 3 Lantai
- Lampiran 4. Gambar Komponen Utama Prototipe Elevator 3 Lantai
- Lampiran 5. Surat Penunjukan Pembimbing Tugas Akhir
- Lampiran 6. Kartu Kegiatan Konsultasi Tugas Akhir
- Lampiran 7. Submit Jurnal
- Lampiran 8. Bukti *Toefl*
- Lampiran 9. *Curriculum Vitae*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era digital ini hampir seluruh pekerjaan manusia dipermudah oleh mesin, bahkan sebagian digantikan oleh mesin, salah satunya adalah alat transportasi vertikal yang biasa disebut *lift*/elevator. Elevator merupakan perangkat transportasi yang digunakan untuk mengangkut orang maupun barang dari suatu tempat ke tempat yang lain secara vertikal dengan menggunakan seperangkat alat mekanik. *Lift* merupakan perangkat yang menggabungkan sistem elektronik, mekanik, dan pemrograman di dalamnya dan menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya, sehingga pergerakan *lift* bergantung pada ketersediaan tenaga listrik yang dimiliki, oleh karena itu akan muncul sebuah masalah apabila aliran listrik pada sebuah *lift* padam dan menyebabkan motor listrik berhenti total dimanapun posisi *lift* tersebut, kecuali *lift* tersebut memiliki cadangan tenaga listrik darurat yang tersimpan.

Prototipe elevator 3 lantai ini menggunakan *micro controller arduino* sebagai pengontrol atau pengendali dari seluruh sistem yang ada pada elevator. Pemrograman dalam mikro kontroler ini didasarkan pada perintah-perintah yang dimasukkan ke dalam memori mikro kontroler arduino sehingga dapat bekerja sesuai seperti yang di inginkan. Tingkat kerumitan dalam memprogram perintah pada arduino bergantung pada jumlah lantai dan sensor yang direrapkan pada sistem dari elevator tersebut, akan tetapi memori (penyimpanan) dari arduino terbatas untuk sebuah sistem baik dari penyimpanan perintah, jumlah pin yang dapat digunakan dan jumlah pin yang dapat dihubungkan untuk suatu sensor ataupun perangkat tertentu.

Prototipe elevator atau *lift* ini berpedoman pada *lift* sebenarnya, yang terdiri dari sensor di setiap lantai yang digunakan sebagai gerakan batas *lift*, beberapa tombol yang terletak baik di dalam sangkar *lift* ataupun di luar *lift* yang digunakan untuk memanggil *lift* ataupun melayani tujuan lantai, sensor mekanik sebagai alat tujuan

kalibrasi saat sistem pertama kali dinyalakan dan dua buah motor listrik yang dipakai untuk menggerakkan pintu *lift* dan juga untuk menggerakkan *lift* keatas dan ke bawah. Sehingga melalui perangkat-perangkat tersebut menjadikan alat ini meyerupai dengan elevator atau *lift* sesungguhnya.

Berdasarkan data yang dikumpulkan penulis dapat disimpulkan bahwa penggabungan antara *hardware* dan *software* menjadikan alat ini dapat berfungsi dengan baik, yaitu *lift* dapat naik ataupun turun, pintu *lift* dapat membuka ataupun menutup sesuai dengan perintah atau program yang dimasukkan ke dalam memori pengendali mikro kontroler arduino.

Disini peneliti akan merancang sebuah prototipe sebagai alat peraga yang berfungsi sama seperti elevator atau *lift* yang sebenarnya yang digunakan pada gedung-gedung bertingkat. Perancangan ini akan memudahkan dalam memahami bagaimana sistem kerja dan pengendalian *lift*, tentunya dengan biaya yang murah, yaitu dengan menggunakan mikrokontroler ARDUINO UNO ATMEGA328 yang memiliki kesamaan dengan PLC (*programable logic controller*) sebagai pengontrol dari seluruh sistem yang ada pada prototipe elevator dalam penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini diantaranya adalah:

1. Bagaimana proses pembuatan dan pemrograman Rancang Bangun Prototipe Elevator Berbasis Mikrokontroler Arduino?
2. Bagaimana sistem kerja dari Elevator Berbasis Mikrokontroler Arduino?
3. Apa manfaat dari Rancang Bangun Prototipe Elevator Berbasis Mikrokontroler Arduino?

1.3 Batasan Masalah

Karena penelitian ini dapat mencakup pembahasan yang luas, maka agar pembahasannya tidak terlalu banyak dan lebih terarah, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Hanya menggunakan mikro kontroler Arduino Uno Atmega328p sebagai pengontrol sistem.
2. Hanya membuat prototipe elevator 3 lantai.
3. Konstruksi elevator yang tidak besar agar mudah dalam pembuatan.
4. Penggunaan sensor-sensor secukupnya agar prototipe dapat bekerja semestinya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penelitian ini adalah:

1. Memaparkan proses pembuatan Prototipe Elevator Berbasis Mikrokontroler Arduino.
2. Mengetahui cara kerja sistem Prototipe Elevator Berbasis Mikrokontroler Arduino.
3. Untuk mengetahui manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian Rancang Bangun Prototipe Elevator Berbasis Mikrokontroler Arduino.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat bagi peserta didik yang masih berada di tingkat 1 dan 2 sebagai salah satu media belajar terkait alat pengangkat dan pengangkut dengan gerak vertikal berjenis elevator dan untuk pihak lain yang ingin mempelajari bagaimana sebuah sistem dari elevator bekerja. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1.5.1 Manfaat Praktis

Manfaat secara praktis dari penelitian ini adalah prototipe elevator tersebut dapat digunakan sebagai simulasi sebuah sistem elevator bekerja.

1.5.2 Manfaat Teoritis

1. Bagi Penulis

Penelitian ini merupakan kesempatan bagi penulis untuk meningkatkan kreativitas, menambah pengetahuan dan wawasan tentang sistem kerja dari sebuah elevator

2. Bagi Lembaga Pendidikan

Hasil karya dari pengembangan media ini diharapkan dapat bermanfaat dan menambahkan hasil karya yang berda di laboratorium Teknik Mesin Universitas Maliskussaleh

3. Bagi Pembaca

Dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dan untuk menambah pengetahuan terkait dengan cara kerja sistem Elevator.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Elevator

Seiring perkembangan teknologi, alat transportasi juga mengalami perubahan dengan meningkatkan keamanan dan kenyamanan penggunaannya, salah satu dari alat transportasi itu adalah elevator. Elevator atau *lift* merupakan perangkat transportasi yang digunakan untuk mengangkut orang ataupun barang dari satu tempat ke tempat lain dengan bergerak secara vertikal. Elevator telah banyak digunakan pada gedung-gedung bertingkat seperti kantor, hotel, mall (pusat perbelanjaan), bandara, industri bahkan rumah pribadi, sedangkan untuk gedung-gedung yang lebih rendah biasanya menggunakan tangga atau *escalator* (tangga berjalan). Referensi pertama tentang elevator terdapat dalam karya-karya arsitek Romawi Vitruvius, yang menyatakan bahwa Archimedes membangun elevator pertama, mungkin pada 236 SM, dalam beberapa sumber sastra periode sejarah elevator kemudian disebut – sebut sebagai *cabs*, menggunakan tali rami sebagai alat pengangkat dan menggunakan tenaga manusia atau hewan (tenaga makhluk hidup) sebagai tenaga pengangkat yang dipasang di biara Sinai Mesir. Pada tahun 1853, Elisha Otis memperkenalkan sistem keselamatan elevator, yang mencegah jatuhnya sangkar apabila kabel atau tali putus. Pada tahun 1889 Otis mengeluarkan mesin elevator listrik *direct-connected geared* pertama yang sangat sukses. Dan pada tahun 1903, Otis memperkenalkan desain yang akan menjadi “tulang punggung” industri elevator, yaitu: elevator listrik *gearless traction* yang dirancang dan terbukti mengalahkan usia bangunan itu sendiri. Hal ini membawa pada berkembangnya jaman struktur – struktur tinggi, termasuk yang paling menonjol adalah pusat kerajaan di Chicago dan CN Tower di Toronto. Elevator dengan penggerak motor listrik pertama dibuat oleh Werner Von Siemens pada tahun 1880. Keamanan dan kecepatan elevator listrik meningkat drastis ketika dibuat oleh Frank Sprague (Fitzgerald, dkk, 1997).

Elevator pada era modern telah menggunakan banyak tombol-tombol yang dapat ditekan oleh penumpangnya serta dilengkapi berbagai sensor yang berguna

untuk menunjang keamanan dan kenyamanan para penumpang di dalam elevator tersebut, sehingga elevator modern dapat melayani dan melakukan tugasnya secara terus-menerus untuk mengantarkan penumpang ke tempat tujuannya masing-masing, artinya berapapun dan kapanpun orang akan menggunakan elevator tersebut, maka elevator akan terus melakukan tugasnya selama aliran listrik tetap menyala, adapun contoh dari elevator dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Elevator (Indiamart.com, 2023)

2.2 Arduino

Menurut Djuandi (2011), Arduino merupakan sebuah *platform physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino adalah kombinasi dari *Hardware* (perangkat keras), bahasa pemrograman dan *integrated development environment* (IDE). IDE merupakan sebuah *software* (perangkat lunak) yang digunakan untuk menulis program, mengkompilasi menjadi kode biner (bilangan biner) dan mengunggah ke dalam memori mikro kontroler. Dalam penelitian ini kami menggunakan mikro kontroler Arduino Uno Atmega328P. Arduino jenis ini menggunakan USB (*universal serial bus*) sebagai antar muka pemrograman atau komunikasi komputernya, untuk contoh mikro kontroler arduino dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Arduino uno (Romano, 2012)

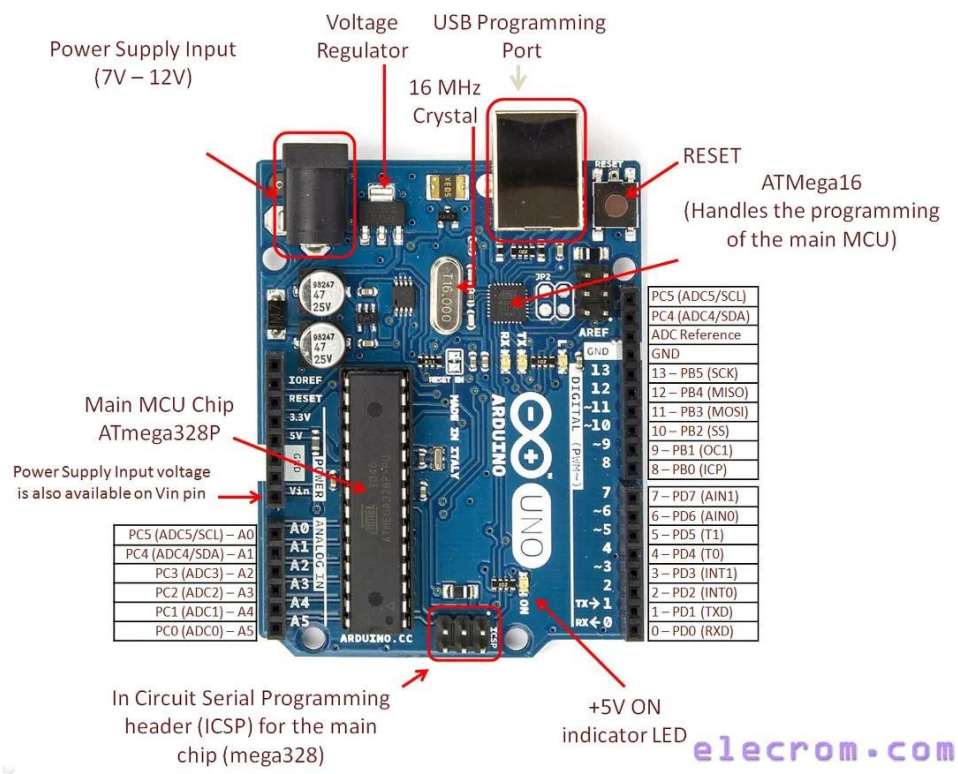
Arduino Uno adalah sebuah papan pengendali yang didasarkan pada Atmega 328P (*datasheet*). Arduino Uno mempunyai 14 pin *digital input/output*, 6 *input analog*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *ICSP header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau baterai.

Arduino Uno berbeda dari semua *board Arduino* sebelumnya, Arduino Uno tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-*to*-*serial*. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega 16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai pengubah USB ke *serial*. Revisi 2 dari *board Arduino* Uno mempunyai sebuah *resistor* yang menarik garis 8U2 ke *ground*, yang lebih mudah diletakkan ke dalam *DFU mode* (Romano, 2012).

2.2.1 Fungsi Pin *Input* Dan *Output* Arduino

Arduino dilengkapi dengan pin *input/output* yang memiliki fungsi berbeda-beda tergantung pada label yang tersemat pada setiap pin tersebut. Terdapat beberapa jenis pin pada arduino berjenis atmega328P diantaranya adalah pin digital, pin analog, pin TX dan RX, pin *reset*, pin IOREF, pin GND, pin *Vin*, pin AREF, *pin input power* 5v dan 3,3v, soket ISCP, tombol *reset*, *port power jack* dan *USB programing port*.

Dari berbagai jenis pin, tombol dan *port* tersebut masing-masing memiliki fungsi tertentu dan tentunya tidak dapat digunakan apabila tidak sesuai dengan ketentuan perangkat yang akan dihubungkan dan yang perlu diperhatikan adalah pin GND dan Vin atau input output power tidak boleh sampai tertukar, apabila tertukar maka akan berakibat arduino mati total atau rusak, skema pin pada arduino uno atmega328 ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Pin *out* arduino atmega328 (Elecrom.com, 2017)

Adapun fungsi dari pin, tombol dan *port* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pin digital, memiliki fungsi untuk membangun komunikasi antara mikrokontroler dengan piranti atau piranti keluaran eksternal
2. Pin analog, memiliki fungsi mirip dengan pin digital, tetapi pin analog dapat mengenali sinyal analog dan mengubahnya menjadi sinyal digital
3. Pin TX dan RX, merupakan jalur data komunikasi *serial* dengan level sinyal. Pin TX berfungsi untuk mengirimkan data *serial*, sedangkan RX

merupakan kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data *serial*.

4. Pin *reset*, digunakan untuk menjalankan ulang program melalui pin *reset*.
5. Pin *IOREF*, berfungsi untuk memberikan referensi tegangan pada arduino.
6. Pin *GND*, merupakan pin jalur untuk massa atau *ground*.
7. Pin *Vin*, digunakan untuk memasukkan aliran listrik dari *power supply* dengan tegangan antara 6-12 volt
8. Pin *AREF (analog reference)*, terkadang digunakan untuk mengatur tegangan referensi eksternal sebagai batas atas pin *input* analog.
9. Pin *input power* 5v dan 3,3v, merupakan jalur suplai listrik lainnya dengan arus 5 volta dan 3,3 volt didapat dari *chip* yang ada pada papan arduino.
10. Soket *ISCP*, digunakan untuk memprogram mikrokontroler tanpa harus melalui *bootloader*.
11. Tombol *reset*, digunakan untuk menjalankan ulang program dari awal tanpa harus mengubah maupun menghapus program sebelumnya.
12. *Port power jack*, digunakan sebagai *input* aliran daya listrik.
13. *USB programing port*, digunakan untuk menghubungkan arduino dengan laptop

2.2.2 Spesifikasi Arduino Uno Atmega328

Berdasarkan *datasheet* dapat diketahui spesifikasi dari arduino uno atmega328 adalah sebagai berikut:

1. *Flash memory* 32 KB (Atmega328) dengan 0,5 KB digunakan untuk *bootloader*
2. *SRAM (static random access memory)* sebesar 2 KB (Atmega328)
3. *EEPROM (electrical erasable programmable read omlymemory)* sebesar 1 KB (Atmega328) merupakan tempat penyimpanan data semi permanen karena *EEPROM* dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
4. *Clock speed* 16 MHz

2.3 Motor Listrik

Motor listrik merupakan salah satu alat konversi energi yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik adalah sebuah alat yang memanfaatkan arus listrik yang dimasukkan ke dalam kumparan sehingga menghasilkan medan elektromagnet yang akan berputar dengan bantuan magnet permanen dengan adanya gaya tarik-menarik dan tolak-menolak, dengan penempatan magnet dan kumparan yang sesuai antara kutub magnet permanen dengan kumparan yang dialiri arus listrik maka gaya tarik-menarik dan gaya tolak-menolak tersebut akan menghasilkan gaya gerak mekanik yang berputar. Namun sebaliknya, apabila poros diputar menggunakan alat lain (motor bakar torak, turbin uap, *wine turbine*, turbin air dan lain-lain) sehingga menghasilkan arus listrik pada ujung kumparan positif, maka alat itu disebut generator atau dinamo.

Dalam industri motor listrik, jenis motor listrik dapat dibedakan menjadi 2 kategori yaitu motor listrik arus searah (*direct curent*) dan motor listrik arus bolak-balik (*alternating curent*). Secara umum perbedaan antara motor DC dan AC adalah:

1. Motor AC digerakkan dari arus AC, sedangkan Motor DC digerakkan dari arus DC.
2. Pada motor AC, konversi arus tidak diperlukan, sedangkan dalam motor DC, diperlukan konversi arus seperti arus AC menjadi arus DC.
3. Motor AC digunakan di mana kinerja daya dicari untuk waktu yang lama. Namun pada Motor DC digunakan di mana kecepatan motor perlu dikontrol secara eksternal.
4. Motor AC bisa satu fase atau tiga fase, sedangkan Semua motor DC adalah satu fasa.
5. Pada motor AC, *armature* tidak berputar sementara medan magnet terus berputar, dan pada Pada motor DC, *armature* berputar sementara medan magnet tidak berputar.

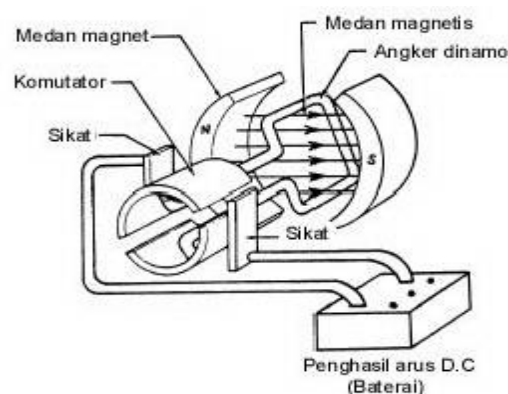
6. Perbaikan motor DC itu mahal, sedangkan pada perbaikan motor AC tidak mahal.
7. Motor AC tidak menggunakan sikat dan pada Motor DC menggunakan sikat.
8. Motor AC memiliki umur yang lebih panjang, dan untuk Motor DC tidak memiliki umur yang lebih panjang.
9. Kecepatan motor AC hanya dikontrol dengan memvariasikan frekuensi arus, dan untuk Kecepatan motor DC dikontrol dengan memvariasikan arus belitan dinamo.
10. Motor AC membutuhkan peralatan *start* yang efektif seperti kapasitor untuk memulai operasi. Sedangkan untuk Motor DC tidak memerlukan bantuan eksternal untuk memulai operasi.

2.3.1 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC atau sering disebut motor arus searah lebih sering diunakan untuk keperluan yang membutuhkan pengaturan kecepatan dibandingkan dengan motor AC. Alasan utama penggunaan motor DC terutama pada industri-industri modern adalah karena kecepatan kerja motor-motor DC mudah diatur dalam suatu rentang kecepatan yang luas, disamping banyaknya metode-metode pengaturan kecepatan yang digunakan. Motor DC sangat dikenal karena pemakaiannya yang beraneka ragam. Dengan melakukan berbagai penggabungan lilitan medan yang disusun secara *shunt* (paralel), seri maupun secara terpisah, dapat dirancang suatu motor yang dapat menampilkan karakteristik tegangan arus atau kecepatan momen yang bermacam-macam untuk penggunaan dinamik maupun penggunaan dalam keadaan tetap (ajek). Karena mudah diatur, sistem motor DC sering digunakan pada pemakaian yang memerlukan rentang kecepatan yang lebar atau pengaturan yang teliti pada keluaran yang di inginkan (Susanto, 2015).

Motor DC memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Motor DC memiliki dua bagian dasar yaitu, bagian yang tetap atau stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnet) ataupun magnet permanen, serta bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir. Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar di dalam medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah pada setiap setengah putaran. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator. Maka dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik, maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor (Sumanto, 1991).

Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Catu tegangan DC dari baterai menuju ke lilitan melalui sikat (*brush*) yang menyentuh komutator, dua segmen yang terhubung dengan dua ujung lilitan. Kumparan satu lilitan disebut angker dinamo atau bisa disebut rotor. Angker dinamo adalah sebutan untuk komponen yang berputar di antara medan magnet. Motor DC secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Motor dc sederhana (Sumanto, 1991)

Berikut bagian-bagian utama pada motor DC:

1. Stator

Stator adalah bagian pada motor listrik atau dinamo listrik yang berfungsi sebagai stasioner dari sistem rotor. Jadi penempatan stator biasanya mengelilingi rotor, stator bisa berupa gulungan kawat tembaga yang berinteraksi dengan angker membentuk medan magnet untuk mengatur perputaran rotor. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan rotor yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan.

2. Rotor

Rotor adalah bagian dari motor listrik atau generator listrik yang berputar pada sumbu rotor. Bila arus masuk menuju rotor, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Rotor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke poros penggerak untuk menggerakkan beban. Rotor berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi, jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan motor.

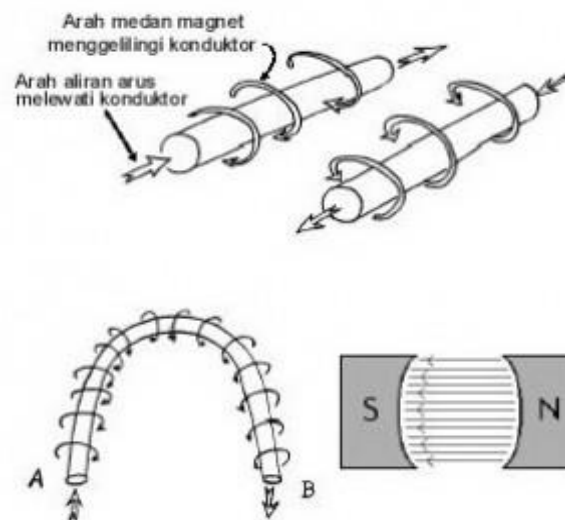
3. Komutator

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Fungsinya adalah untuk menyearahkan arah arus listrik dalam dinamo. Kommutator juga membantu dalam aliran arus antara dinamo dan sumber daya (Wijaya, 2001).

2.3.2 Prinsip Dasar Kerja Motor DC

Jika arus lewat pada suatu konduktor, akan timbul medan magnet di suatu konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh aliran arus pada konduktor.

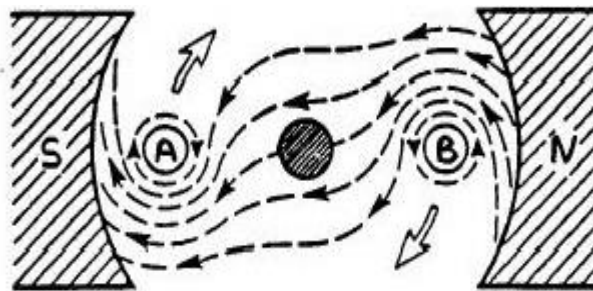
Aturan tangan kanan bisa digunakan untuk menentukan arah garis fluks disekitar konduktor. Genggam konduktor menggunakan tangan kanan dengan jempol mengarah pada aliran arus, maka jari-jari akan menunjukkan arah garis fluks. Gambar 2.5 menunjukkan medan magnet yang terbentuk di sekitar konduktor berubah arah karena berbentuk U. Medan magnet hanya terjadi di sekitar sebuah konduktor jika ada arus mengalir pada konduktor tersebut. Jika konduktor berbentuk U (rotor) diletakkan diantara kutub utara dan selatan, maka kuat medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub, ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Magnet yang membawa arus mengelilingi konduktor (Sumanto, 1991)

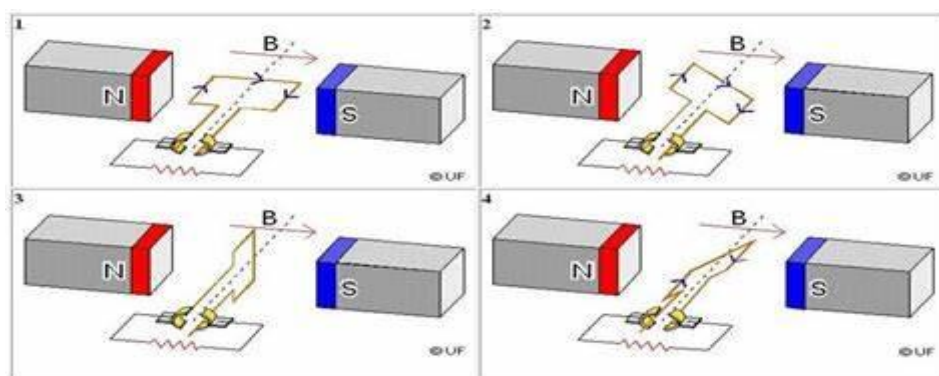
Lingkaran bertanda A dan B merupakan ujung konduktor yang dilengkungkan (*looped conductor*). Arus mengalir masuk melalui ujung A dan keluar melalui ujung B. Medan konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di bawah konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan magnet. Medan konduktor B yang berlawanan arah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menimbulkan medan yang kuat di atas konduktor. Konduktor akan berusaha untuk bergerak turun agar keluar dari medan yang kuat tersebut. Gaya-gaya tersebut akan membuat rotor berputar searah jarum jam.

Pada motor, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energy listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, medan magnet juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi, daerah tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Reaksi garis fluks (Sumanto, 1991)

Agar proses perubahan energi mekanik dapat berlangsung secara sempurna, maka tegangan sumber harus lebih besar dari pada tegangan gerak yang disebabkan reaksi. Dengan memberi arus pada kumparan jangkar yang dilingkupi oleh medan magnet, maka menimbulkan perputaran pada motor (Susanto, 2015), adapun contoh prinsip kerja motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Prinsip kerja motor DC (Elektronika-dasar.web.id, 2023)

2.4 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah perangkat yang sudah sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, industri yang banyak menggunakan

Liquid Crystal Display adalah industri yang bergerak pada bidang teknologi digital yang diterapkan pada produknya seperti kalkulator, layar *game portable*, layar multimeter, layar jangka sorong digital, jam tangan digital, *speedometer* sepeda motor, layar *handphone*, layar laptop, layar TV dan lain – lain.

LCD dapat menampilkan perintah-perintah yang harus dijalankan oleh sistem. LCD mempunyai kemampuan untuk menampilkan tidak hanya angka, huruf abjad, kata-kata tapi juga simbol-simbol. LCD mempunyai dua bagian penting yaitu *backlight* (cahaya latar belakang) yang berguna jika digunakan pada malam hari dan *contrast* (kontras) yang berfungsi untuk mempertajam tampilan, contoh LCD dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 LCD (Elekkomp.com, 2017)

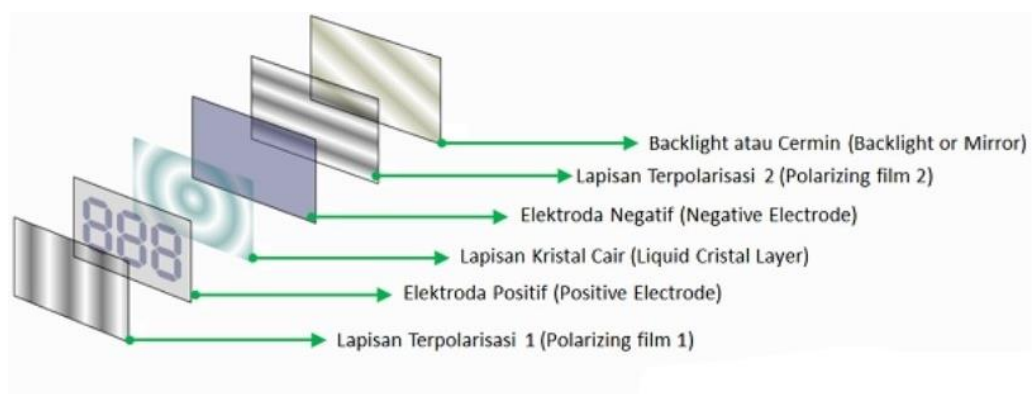
2.4.1 Struktur LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) pada dasarnya mempunyai dua bagian penting yaitu *backlight* (lampu latar belakang) dan *liquid crystal* (kristal cair). LCD tidak bisa menghasilkan cahaya apapun, LCD hanya bisa merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu LCD membutuhkan lampu latar belakang untuk dapat menerangi bagian belakang dari LCD tersebut sehingga apa yang ingin ditunjukkan oleh LCD tersebut dapat dilihat dengan jelas. Pada umumnya cahaya yang digunakan untuk menerangi LCD adalah berwarna putih, tapi dapat juga menggunakan warna lain sesuai yang di inginkan, hanya saja terkadang dengan menggunakan warna lain dapat membuat mata sakit karena kondisi penerangan yang tidak sesuai, akan tetapi pada layar LCD jam tangan dan kalkulator biasanya menggunakan cermin untuk memantulkan cahaya sehingga

angka yang ditunjukkan pada kalkulator dan jam tangan dapat dilihat dan tentu saja pada keadaan gelap angka dari jam tangan dan kalkulator tersebut tidak dapat dilihat, kecuali kita menggunakan sumber penerangan lain yang dapat memantulkan cahaya.

2.4.2 Prinsip Kerja LCD (*Liquid Crystal Display*)

Prinsip kerjanya ialah ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik, molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan (Kadir, 2013), pada Gambar 2.9 ditunjukkan lapisan yang terdapat pada LCD.



Gambar 2. 9 Struktur dasar LCD (Teknikelektronika.com, 2022)

LCD dapat menghasilkan kualitas yang berbeda tergantung pada jumlah kerapatan *pixel* yang dimilikinya, semakin banyak jumlah *pixel* maka semakin tinggi pula resolusi yang dihasilkan dari layar LCD tersebut. Pada jenis LCD berwarna, terdapat tiga warna dasar pada setiap *pixel* yaitu merah, hijau dan biru atau biasa disebut RGB (*Red Green Blue*) yang menjadi warna dasar dari seluruh warna yang dapat dihasilkan dari sebuah gambar yang dihasilkan. Dari ketiga warna

teersebut dapat menghasilkan jumlah warna yang sangat banyak dengan teknik pencahayaan yang rumit.

2.4.3 Fungsi LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD berfungsi sebagai alat *output* yang menampilkan data-data baik berupa angka, huruf, diagram, maupun gerakan. LCD memiliki suhu sedikit panas, beresolusi tinggi dan ciri fisik LCD adalah tipis. Dalam dunia industri saat ini, LCD sudah digunakan di berbagai peralatan elektronik rumah tangga seperti *blender*, *oven*, Penanak nasi, bahkan kompor listrik dan digunakan hampir diseluruh bidang otomotif dan elektronika seperti layar *speedometer* kendaraan, jangka sorong, *thermometer*, *voltmeter*, *elevator* dan peralatan lainnya.

2.5 Perangkat Elektronik Dan Sensor

Piranti atau perangkat elektronika serta sensor merupakan perangkat-perangkat yang digunakan untuk merancang, memberikan perintah, mengetahui suatu batasan tertentu dengan memberi perintah kepada unit pengontrol dan melakukan tugas tertentu pada suatu sistem tertentu yang digabungkan dengan beberapa perangkat lainnya sehingga dapat digunakan sebagai suatu sistem yang memiliki fungsi tertentu. Beberapa perangkat elektronik dan sensor yang digunakan dalam merancang prototipe elevator adalah sebagai berikut:

1. Sensor *Reed Switch*

Reed switch adalah saklar listrik yang dioperasikan oleh medan magnet, Ketika sebuah magnet mendekati bilah yang ada di dalam *reed switch*, maka kedua bilah tersebut saling menarik, setelah kedua bilah tersebut terhubung maka kontak biasanya terbuka (*ON*) yang memungkinkan listrik mengalir, contoh dari *reed switch* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Sensor *reed switch* (Jufrika.com, 2020)

2. *Button Switch*

Button switch atau tombol adalah suatu komponen yang digunakan untuk memulai suatu perintah pada perangkat elektronik, yang mana saat tombol ditekan maka akan menghubungkan aliran listrik yang akan diproses lagi pada mikrokontroler untuk memulai perintah, *button switch* dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 *Button switch* (Nurel, 2014)

3. Servo Motor

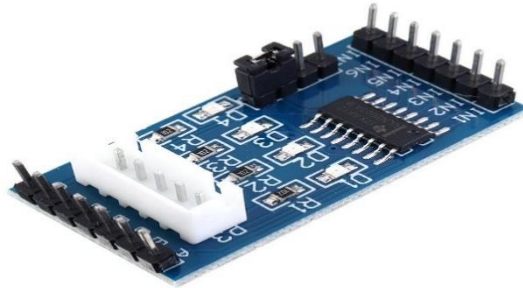
Servo Motor merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk memutar objek dengan kontrol yang sangat presisi tergantung dengan perintah yang dimasukkan di dalamnya, yang mana *servo* motor dapat berputar pada derajat tertentu sesuai keinginan, ini merupakan sebuah kemampuan yang tidak dimiliki oleh motor listrik biasa, contoh dari *servo* motor dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Servo motor (Nurel, 2014)

4. *Driver Module* ULN2003

Driver modul jenis ULN2003 digunakan untuk mengontrol arah serta kecepatan putaran dan jeda waktu yang digunakan pada *servo* motor dengan cara memasukkan program ke dalam modul ULN2003 tersebut, modul ULN2003 dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Modul *driver* ULN2003 (Hwlibre.com, 2023)

5. *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan *loud speaker*, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan *error* pada sebuah alat (alarm), adapun contoh *buzzer* dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 *Buzzer* (Nurel, 2014)

6. *Seven Segment*

Seven segment adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menunjukkan angka, baik satu digit angka sampai 4 digit angka bahkan lebih. *Seven segment* juga menampilkan angka dalam bentuk digital guna untuk menunjukkan sangkar ada pada lantai berapa, namun pada penelitian ini fungsi dari *sevent segment* digantikan oleh LCD yang lebih baik dalam menampilkan informasi. *Display* pada *seven segment* terdapat 7 bagian yang tersusun seperti angka delapan, dengan diprogram sedemikian rupa maka bagian dari 7 susunan itu dapat menyala sesuai angka yang kita butuhkan, contoh *seven segment* dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2. 15 *Seven segment* (Nurel, 2014)

7. *Limit Switch*

Limit switch umumnya berupa saklar yang dapat mematikan atau menghidupkan aliran listrik bila mendapatkan tekanan atau sentukan dari benda yang melewatinya atau pun tekanan dari benda disekitarnya. Dalam penelitian ini *limit switch* digunakan sebagai alat kalibrasi atau ketika alat dihidupkan, maka sangkar otomatis menuju ke lantai dasar dan tentu saja *limit switch* dipasang di bagian dasar lantai, bentuk dan ukuran *limit switch* bisa bervariasi contohnya dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2. 16 *Limit switch* (Nurel, 2014)

8. Lampu *led* (*light emitting diode*)

Lampu *led* adalah jenis lampu yang mengubah energi listrik menjadi energi cahaya, dapat langsung menyala terang tanpa membutuhkan pemanasan terlebih dahulu, merupakan jenis lampu dengan efisiensi tinggi dibanding jenis lampu lainnya, tahan lama dan berukuran kecil. Pada penelitian ini *led* digunakan untuk menunjukkan lantai yang akan dituju, dimana lampu ini akan menyala apabila tombol pada lantai yang sama dengan lampu *led* di tekan.



Gambar 2. 17 Lampu *led* (Binus.ac.id, 2020)

2.6 Aplikasi Program IDE (*Integrated Development Environment*).

IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan *software* dalam ruang lingkup pengembangan yang berfungsi sebagai alat pemrograman dalam suatu aplikasi, IDE membantu pengembang untuk mengembangkan *software* dengan lebih mudah. IDE adalah *software* yang digunakan untuk menggabungkan semua alat pengembangan menjadi satu. Contoh dari *software* IDE adalah :

1. *NetBeans*
2. *Microsoft Visual Studio*
3. *DrJava*
4. *Eclipse*
5. *Light Table*
6. *Android Studio*
7. *Arduino IDE*

2.6.1 Arduino IDE

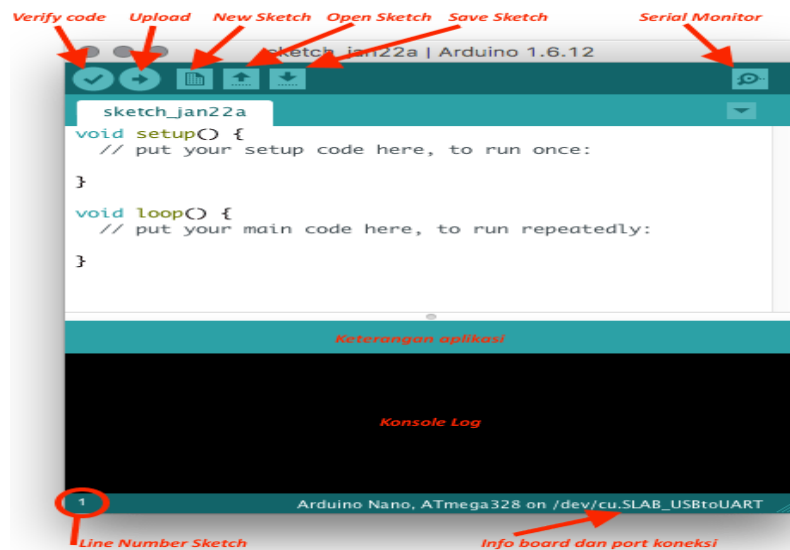
Arduino IDE adalah suatu *software* yang digunakan untuk merancang, memprogram, mengedit suatu kode program, memperivikasi, dan mengunggah kode program ke dalam arduino. Untuk memulai program Arduino (untuk membuatnya melakukan apa yang kita inginkan) kita menggunakan Arduino IDE (*Integrated Development Environtment*), IDE Arduino adalah bagian *software opensource* yang memungkinkan kita untuk memprogram bahasa Arduino dalam bahasa C/C++. IDE memungkinkan kita untuk menulis sebuah program secara step by step kemudian instruksi tersebut di upload ke papan Arduino. Adapun logo *software* dari arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2. 18 Logo arduino IDE (Romano, 2012)

2.6.2 Fungsi Setiap Bagian Pada Arduino IDE

Dalam aplikasi atau *software*, setiap pilihan yang tersedia pada menu ataupun pada setiap bagian dari aplikasi tersebut pasti memiliki fungsinya masing-masing, baik itu menampilkan seri atau versi aplikasi tersebut hingga opsi atau pilihan yang digunakan untuk memperivikasi, mengunggah, *save* (menyimpan), dan lain-lain, tampilan menu arduino IDE pada layar komputer dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19 Arduino IDE (Romano, 2012)

Adapun penjelasan tanda panah yang ada pada Gambar 2.19 yang bisa dilakukan dalam aplikasi Arduino IDE diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Verify code*, pada bagian ini kita dapat melakukan verifikasi kode yang telah kita program, apakah program yang kita buat terdapat *error* atau berhasil dapat dilihat setelah memverifikasi kode, verifikasi kode sangat penting sebelum melakukan *upload* data agar program dapat berjalan setelah kode diunggah ke dalam arduino.
2. *Upload*, pada bagian ini kita dapat melakukan unggah program ke dalam arduino secara langsung.
3. *New sketch*, pada bagian ini kita dapat memulai program baru untuk dilakukan input kode.
4. *Open sketch*, pada pilihan ini kita dapat membuka file program yang telah kita simpan pada komputer untuk digunakan kembali.
5. *Save sketch*, pilihan ini dapat digunakan apabila kita telah selesai ataupun ingin berhenti memprogram dan melanjutkan program lain waktu, pilihan ini digunakan untuk menyimpan progres yang telah kita buat untuk kemudian dibuka kembali pada lain waktu.

6. *Serial monitor*, ini merupakan pilihan yang dapat bekerja mengirim dan menerima data *serial*. Pertukaran data ini biasanya dilakukan melalui kabel konverter yang dapat digunakan untuk proses *upload sketch* dari laptop/PC ke arduino.
7. Keterangan aplikasi, pada bagian ini pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul pada bagian ini. Misal “*compiling*” dan “*done uploading*” ketika kita menyusun dan mengunggah *sketch* ke *board* arduino.
8. Konsol log, pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi menyusun atau ketika ada kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
9. *Line number sketch*, bagian ini akan menunjukkan posisi baris *cursor* yang sedang aktif pada *sketch*.
10. Informasi *board* dan *port*, bagian ini menginformasikan *port* yang dipakai oleh *board* arduino.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, penulis melakukan penelitian sesuai jadwal berikut:

Waktu : 11 Mei – 22 Agustus 2023

Tempat : Laboratorium Teknik Mesin Universitas Malikussaleh

Untuk memaksimalkan dalam melakukan penelitian ini, penulis menguraikan tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian tersebut. Adapun jadwal dan aktivitas yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal dan aktivitas penelitian

No	Aktivitas	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur																
2	Pembuatan proposal																
3	Seminar proposal																
4	Perancangan rangka <i>lift</i>																
5	Perancangan <i>hardware</i>																
6	pemrograman																
7	Pengujian program																
8	Perakitan semua komponen																
9	Pengujian alat																
10	Analisis dan kesimpulan																
11	Pembuatan laporan																
12	Seminar hasil																




3.2 Alat dan Bahan Penelitian


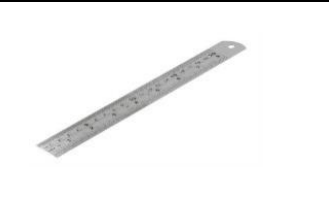
Dalam melaksanakan penelitian ini alat yang digunakan antara lain :

1. Gerinda
2. Penggaris
3. Bor
4. Paku dan tang rivet
5. Laptop

Adapun gambar dari alat-alat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Gambar alat

No	Nama alat	Spesifikasi alat
1	Gerinda	Merk Bosch, voltase 220V/50Hz, daya listrik 580 Watt, kecepatan tanpa beban 11000 rpm, ukuran <i>spindle</i> M10 (Bosch-pt.id).
		
2	Bor	Merk Bosch, Voltase 350 Watt, berat 1,2 kg, kecepatan tanpa beban gigi ke-1 0-2800rpm, kecepatan terukur 2000rpm (Bosch-pt.id).
		
3	Laptop	Merk HP, seri pavilion gaming 15-ec0, Windows 11 home, RAM 8Gb, <i>Processor</i> AMD RYZEN 5 355H 2.10 GHz (Sumber spesifikasi laptop pribadi).
		
4	Tang rivet	






		Merk Weldom, ukuran 10 inci, penggunaan paku keling atau paku rivet ukuran 2,4mm, 3,2mm, 4mm, dan 4,8mm (Sumber data pribadi).
5	Penggaris	Merk Kenko, panjang 30cm, material besi (Sumber pribadi).
		






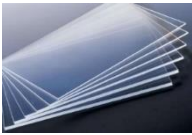
Selain alat-alat diatas, penulis juga menggunakan komponen utama, yaitu :





1. Arduino Uno Atmega328
2. Kabel konverter untuk penghubung laptop dengan Arduino
3. Motor *stepper*
4. *Driver* motor *stepper* sebagai pengendali putaran motor
5. Kabel penghubung antar komponen elektronik
6. motor *servo*
7. *Button switch*
8. *Reed switch*
9. *LCD display*
10. Arduino nano
11. Tali
12. Akrilik
13. *Resistor*
14. LED (*light emitting diode*)
15. *Buzzer*

Adapun gambar dari komponen-komponen yang akan dipakai pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Gambar komponen

No	Nama komponen dan bahan	Spesifikasi
1	Arduino	Merk <i>random</i> (acak), seri Uno Atmega328, Voltase 5V, voltase <i>input</i> 6-9V, memori 32kb, SRAM 2kb, EEPROM 1kb, <i>clock speed</i> 16MHz (Sumber pribadi).
		
2	Kabel konverter	Merk <i>random</i> (acak), fungsi untuk menghubungkan arduino dengan laptop, jenis <i>port</i> USB (Romano, 2012).
		
3	<i>Driver module uln2003</i>	Merk <i>random</i> (acak), <i>module</i> khusus untuk motor <i>stepper</i> jenis 28byj48, voltase 5V (Sumber pribadi).
		
4	Motor <i>stepper</i>	Merk Rohs, seri 28byj48, jenis motor dc, voltase 5V (Sumber pribadi).
		
5	Motor <i>servo</i>	Merk T pro, seri MG90s mikro <i>servo</i> , voltase 4,8V, torsi kerja 2kg/cm (menurut <i>datasheet</i>), suhu kerja 0-55°C (Nurel, 2014).
		

6	Kabel penghubung	Merk <i>random</i> (acak), jenis kabel penghubung antar komponen arduino dengan komponen lainnya, panjang 10cm dan dapat disambung (jufrika.com, 2020).
		
7	<i>Reed switch</i>	Merk <i>random</i> (acak), voltase 150-300VDC, beban daya yang dapat diterima maksimal 10 Watt, panjang kaca 14mm, diameter 2mm (Sumber pribadi).
		
8	<i>Push button</i>	Merk <i>random</i> (acak), voltase maksimal 12V 0,1A, suhu kerja -25°C-85°C (Nurel, 2014).
		
9	Arduino nano	Merk <i>random</i> (acak), seri Nano Atmega328, mini USB port, clock speed 16MHz, memori 32kb (Romano, 2012).
		
10	LCD	Merk <i>random</i> (acak), seri I2C, ukuran layar 16x2 karakter, <i>backlight</i> hijau atau kuning, voltase 5V DC (Nurel, 2014).
		
11	Akrilik	Merk SM royal, lebar 60x40 cm, tebal 3mm, warna bening (jufrika.com, 2020).
		

12	Tali/benang		Tanpa merk, panjang secukupnya, serta ukuran disesuaikan (sumber pribadi).
13	<i>Resistor</i>		Merk Panasonic atau acak, resistansi antara 100 ohm hingga 10k ohm tergantung keperluan, toleransi 1%-5% (data pribadi).
14	Lampu <i>led</i>		Merk <i>random</i> (acak), warna lampu led merah atau warna lain, voltase 3-3,4V, daya 20mA (Binus.ac.id, 2020)
15	<i>Buzzer</i>		Merk TMB, tegangan kerja 4-8V optimal 5V, arus maksimal 30mA atau 5VDC, suara maksimal 85db per 10cm, suhu kerja -20°C-70°C (Nurel, 2014)

3.3 Perancangan Sistem

Dalam melakukan penelitian ini, penulis melakukan beberapa tahapan penting yang akan dilakukan, diantaranya merancang rangka, merancang sangkar, dan *wiring* diagram.

3.3.1 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik terbagi menjadi dua bagian perancangan diantaranya adalah perancangan kerangka elevator dan perancangan sangkar elevator.

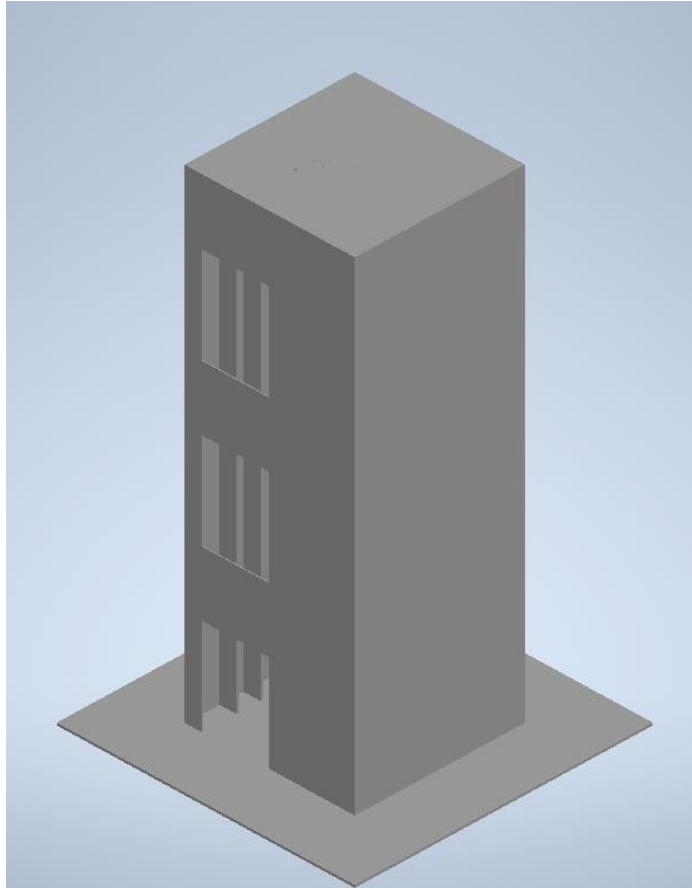
1. Perancangan Kerangka Elevator

Dalam perancangan kerangka elevator pada penelitian ini, penulis menggunakan akrilik sebagai bahan dinding–dinding elevator. Akrilik yang digunakan mempunyai ketebalan 3mm. Elevator yang dibangun adalah elevator 3 lantai dengan ukuran 60cm x 20cm dan masing – masing lantai elevator memiliki ketinggian sekitar 20cm.

Pada kerangka elevator ini juga dipasangkan beberapa buah penyangga/penahan (akrilik) sebagai pegangan atau alur dari sangkar elevator nantinya. Terdapat juga *counterweight* atau penyeimbang pada bagian belakang elevator yang berfungsi sebagai penyeimbang agar elevator tidak goyang saat dioperasikan. Pada kerangka elevator juga disematkan beberapa buah tombol *push* pada setiap lantai yang berfungsi sebagai pemanggil sangkar dan buka tutup pintu.

Pada kerangka elevator ini, setiap lantai dapat dilihat dengan mudah secara visual bahwa penempatan tombol disematkan pada bagian sisi kanan pintu elevator, perlu diketahui bahwa elevator tidak simetris antara bagian kiri dan kanan, bagian kanan elevator sedikit lebih luas sebagai jalur pembuka pintu dari elevator, ini dikarenakan pintu elevator menggunakan 1 lapis pintu yang harus digeser ke sisi kanan untuk membukanya. Adapun

gambar dari rangka elevator yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1.

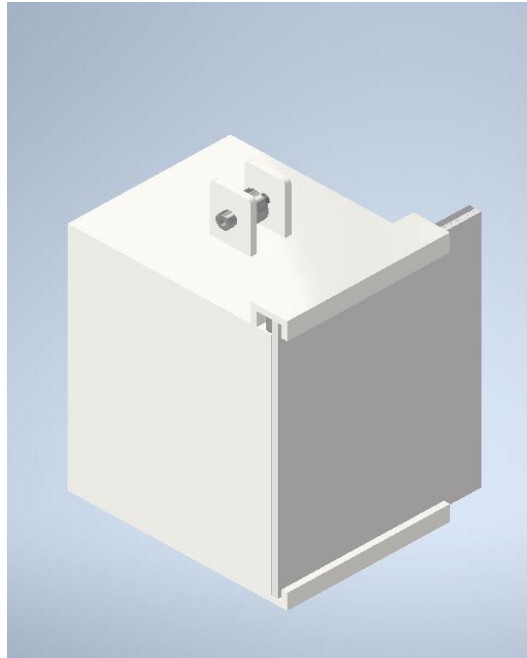


Gambar 3.1 Desain kerangka elevator

2. Perancangan Sangkar Elevator

Pada perancangan sangkar elevator juga menggunakan bahan yang sama seperti bahan kerangka elevator yaitu akrilik dengan tebal 3mm. Ukuran dimensi pada sangkar elevator adalah 8cm x 10cm x 12cm. pada bagian atas sangkar elevator terdapat sebuah motor *stepper* yang digunakan untuk membuka dan menutup pintu elevator. Pintu elevator dapat terbuka setelah menekan tombol membuka pintu, sedangkan pada penutupan pintu memakai jeda waktu tertentu yang diprogram pada motor *stepper* tersebut sebagai pengujian.

Gambar desain rangkaian sangkar elevator dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain sangkar elevator

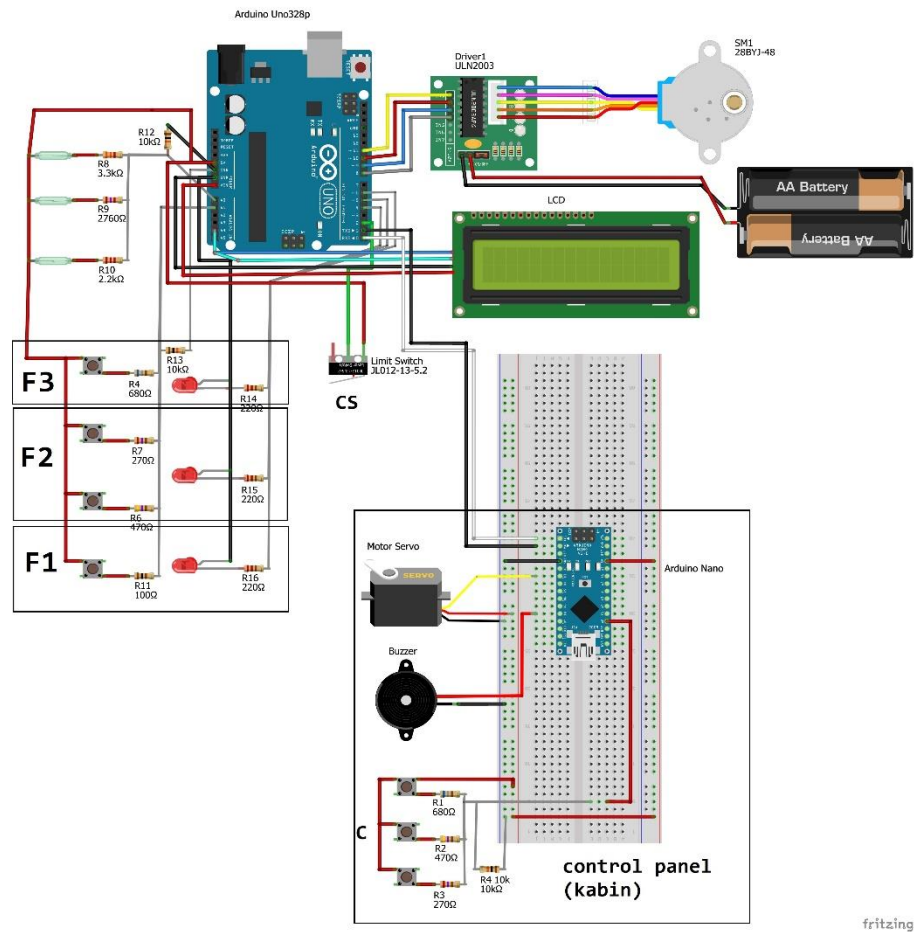
3.3.2 Perancangan *software* Dan Model Skema

1. Perancangan Program *software*

Pada perancangan *software* peneliti menggunakan aplikasi pemrograman arduino *IDE* sebagai aplikasi yang akan memasukkan program ke dalam mikrokontroler arduino uno atmega328, bahasa pemrograman yang digunakan dalam memprogram mikro kontroler arduino adalah bahasa pemrograman C/C++ yang mana bahasa pemrograman ini adalah yang paling umum digunakan dalam memprogram mikrokontroler arduino baik itu arduino uno, arduino nano, maupun arduino mega.

2. Model Skema Perancangan *Hardware*

Dalam perancangan *hardware* akan digunakan skema *wiring* diagram seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Wiring diagram hardware*

Adapun penjelasan dari keterangan pada gambar wiring diagram diatas adalah sebagai berikut:

1. F (1,2,3) adalah jumlah lantai yang akan dibuat dan disematkan *reed switch* di setiap lantai, yang berfungsi sebagai pemberi sinyal apabila sangkar telah sampai pada tujuannya.
2. C merupakan tombol yang digunakan untuk memanggil (*call*) sangkar elevator ke lantai manapun yang akan di tekan.

3. CS (*calibration switch*) merupakan *limit switch* yang digunakan sebagai tujuan awal saat sistem dihidupkan untuk pertama kali, dimana *limit switch* diletakkan pada dasar lantai agar saat *lift* dihidupkan, maka secara otomatis sangkar akan menuju lantai dasar dari *lift*.
4. Tombol yang ada pada *control panel* merupakan tombol yang disematkan di dalam sangkar atau kabin, berfungsi untuk menentukan lantai tujuan.
5. Dalam setiap tombol digunakan beberapa *resistor* dengan kapasitas yang berbeda yang berguna untuk menghasilkan aliran listrik yang berbeda pula sehingga tombol dengan tujuan tertentu dapat diidentifikasi.
6. Perlu diketahui bahwa pemrograman pada sistem kontrol arduino uno atmega328 dan arduino nano adalah berbeda karena masing-masing arduino tersebut memiliki fungsi yang mengendalikan hal berbeda dengan tetap saling terhubung.

3.4 Langkah-langkah Kerja Perancangan

Tinjauan umum perancangan prototipe elevator atau *lift* tiga lantai ini mengacu pada *lift-lift* yang telah ada secara umum dengan tujuan agar hasil perancangan bisa menyerupai *lift* yang sebenarnya. Namun demikian ada beberapa fungsi yang tidak diterapkan karena keterbatasan dalam segala hal mengenai sistem ini.

Secara garis besar sistem prototipe elevator atau *lift* ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Bagian masukan
2. Bagian pengendali / pengontrol
3. Bagian keluaran

Bagian masukan bertugas memberikan segala informasi mengenai kondisi yang sedang terjadi pada *lift* kepada kontroler, untuk selanjutnya diolah pada bagian

kontroler dan dikirim ke bagian keluaran, untuk selanjutnya dapat menggerakkan motor pintu dan motor penggerak.

Tahap-tahap dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sesuai dengan urutan berikut:

1. Penentuan spesifikasi alat dan simulasi

Pada tahap ini dilakukan studi literatur untuk mengkaji peralatan dan perangkat lunak apa saja yang diperlukan dalam pembuatan tugas akhir ini.

2. Perancangan prototipe dan blok diagram sistem

Perancangan prototipe dan blok diagram ini dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam realisasi sistem yang akan dibuat.

3. Perakitan komponen dan membangun rangka prototipe

Pada tahap ini dilakukan perakitan seluruh komponen dan membuat rangka dari elevator rangka sangkar elevator untuk kemudian dilakukan pengujian rangkaian.

4. Uji coba rangkaian

Pada tahap ini penulis merangkai dan menguji coba rangkaian dari masing-masing bagian dan menggabungkan rangkaian untuk dilakukan uji coba. Jika berhasil maka akan lanjut ke proses selanjutnya, tetapi apabila tidak berhasil maka akan dilakukan pemeriksaan pada blok diagram.

5. Membuat program

Apabila rangkaian komponen sudah berhasil dilakukan, maka untuk selanjutnya Pada tahap ini program dibuat dengan bahasa pemrograman dan memasukkan program yang telah dibuat ke dalam mikrokontroler ATmega328 pada *board* arduino.

6. Penggabungan *software* dengan *hardware*

Pada tahap ini dilakukan penggabungan *software* dan *hardware* yang bertujuan untuk memasukkan *source code* kedalam rangkaian dengan bantuan aplikasi pemrograman arduino IDE dengan menggunakan kabel penghubung antar *board* arduino dengan laptop.

7. Uji coba rangkaian komponen

Pada tahap ini dilakukan pengujian rangkaian yang bertujuan untuk mengetahui apakah *software* yang telah dimasukkan ke dalam *hardware* dapat bekerja pada rangkaian.

8. Penggabungan rangka dan komponen

Pada tahap ini komponen yang sudah uji akan dilakukan penggabungan dengan kerangka elevator untuk kemudian akan dilakukan pengujian rangkaian sistem.

9. Pengujian rangkaian keseluruhan

Pada tahap ini setelah dilakukan perakitan seluruh komponen, maka akan dilakukan pengujian terhadap rangkaian sistem untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja sebagaimana mestinya, sehingga untuk selanjutnya dapat dilakukan analisa data terhadap sistem.

10. Analisa data dan kesimpulan

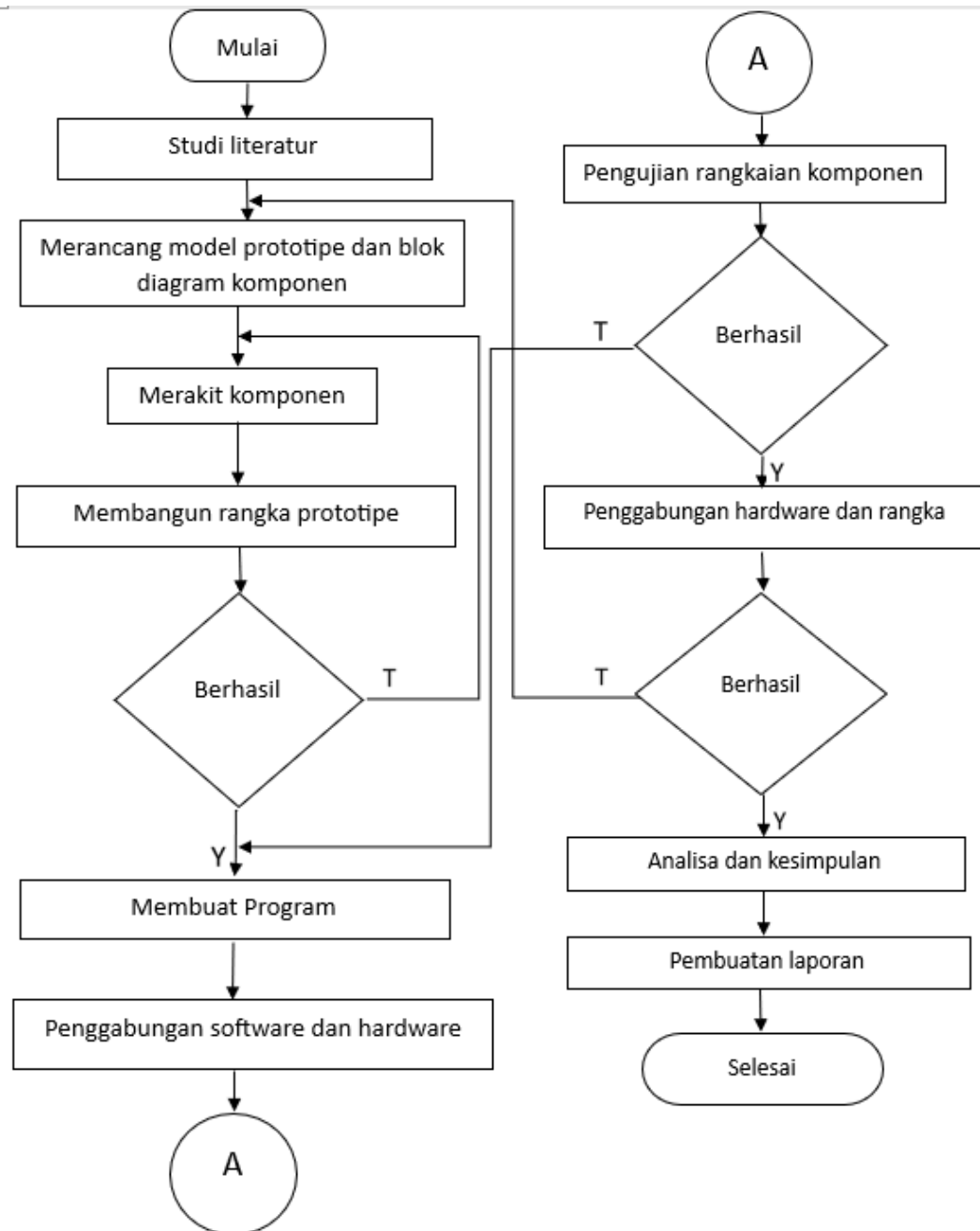
Setelah proses pembuatan alat selesai, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan dan menganalisis data-data yang diperoleh dari pengujian keseluruhan alat yang telah dibuat. Proses analisis data dari pengujian alat ini dilakukan agar dapat diketahui mengenai kelebihan dan kekurangan yang terdapat pada alat ini untuk kemudian dapat diambil kesimpulan.

11. Pembuatan laporan

Pada tahap ini dilakukan penulisan terhadap data-data yang didapatkan dari hasil pengujian, analisis, dan kesimpulan.

3.4.1 Diagram Alir Proses Penelitian

Adapun proses penelitian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.

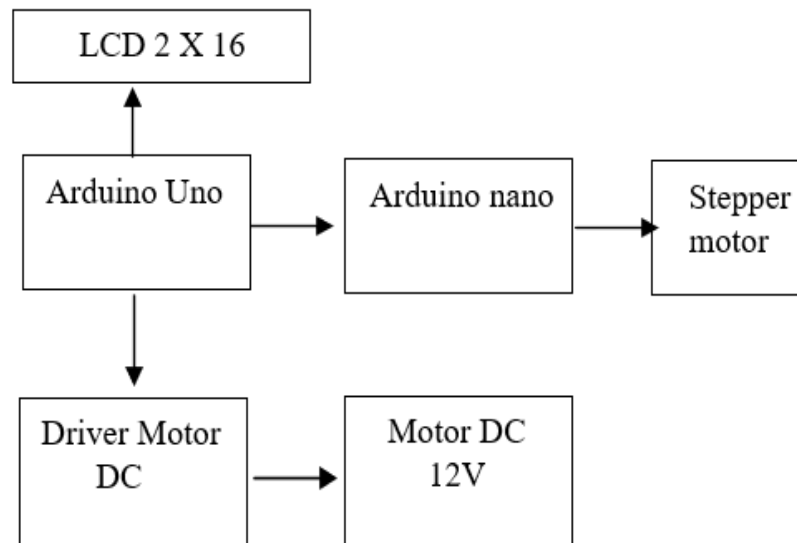


Gambar 3.4 Diagram alir proses penelitian

3.4.2 Blok Diagram Perancangan Sistem

Pada blok diagram perancangan sistem yang terdiri dari Arduino uno, LCD 2 X 16, *driver* motor DC, motor DC, arduino nano, dan *stepper* motor.

Blok diagram perancangan alat pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram blok perancangan sistem

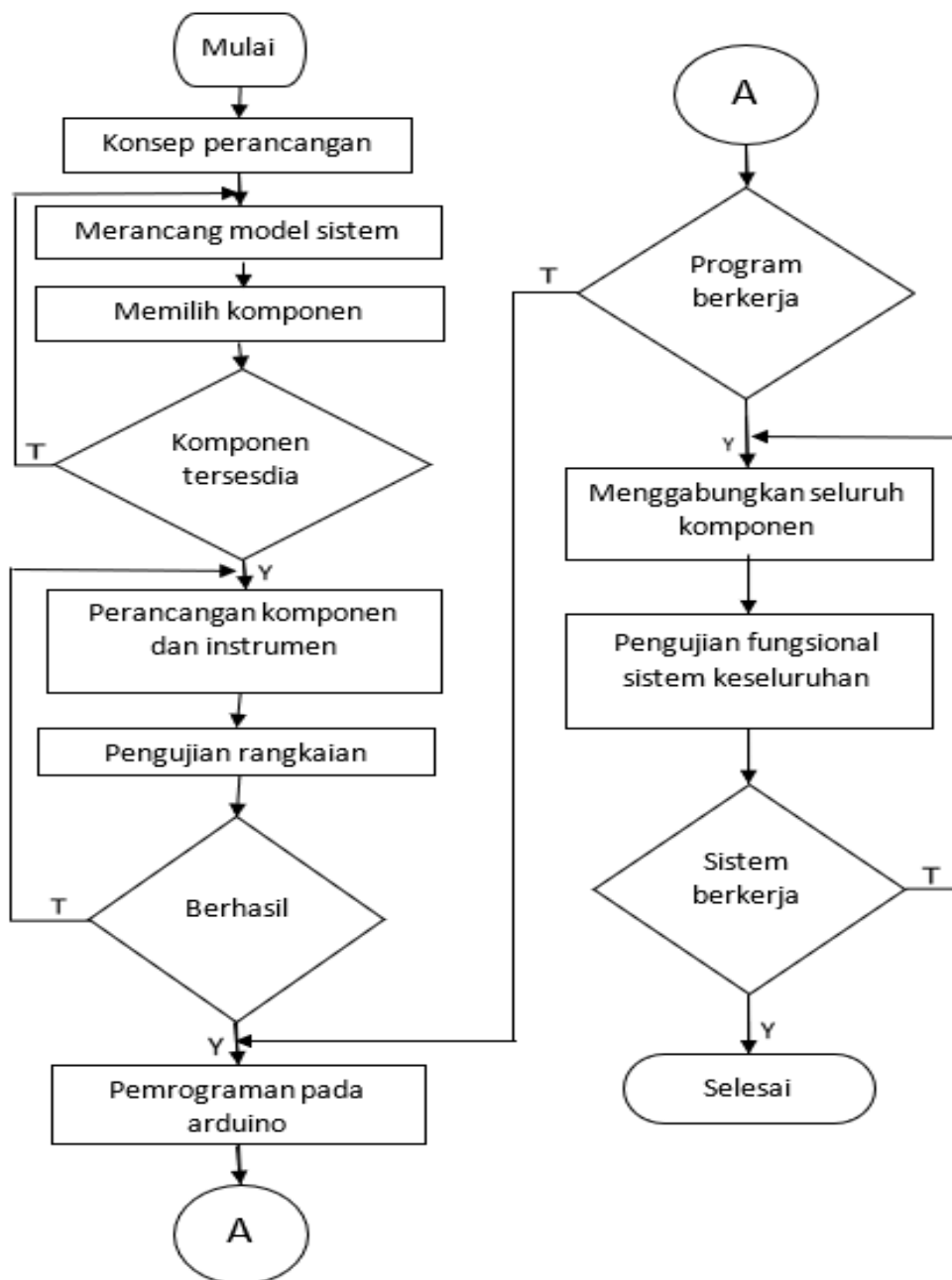
3.5 Analisa Sistem

Menganalisis sistem dapat didefinisikan sebagai penguraian suatu sistem yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, hambatan dan kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikannya.

Dari penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap motor DC yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan daya yang sanggup di terima oleh motor DC tersebut setelah diberikan variasi beban mulai dari ringan hingga berat dan dihitung waktu yang dibutuhkan oleh motor tersebut untuk mencapai tujuan yang diberikan.

3.5.1 Deskripsi umum sistem

Perancangan peralatan yang dilakukan ini memiliki sebuah sistem pengendalian dengan Arduino sebagai inti dari pengontrol seluruh sistem dan menggunakan beberapa pengontrol tambahan untuk motor DC dan *servo* motor berupa *driver* motor DC dan arduino nano sebagai pengontrol *servo* motor. Deskripsi sistem secara umum dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram alir perancangan alat

3.5.2 Rangkaian kendali putaran motor

Rangkaian kendali putaran motor ini merupakan gabungan dari dua komponen yang berbeda, yaitu unit pengontrol dan motor yang dikontrol. Pada motor *stepper* 28byj-48 digunakan sebuah modul khusus yaitu modul ULN2003 sebagai pengendali putaran motor, yang mana modul ini memungkinkan arduino untuk mengontrol arah putar dari motor *stepper* tersebut. Sedangkan pada motor *servo*, modul yang digunakan untuk mengatur perputaran dan *delay* dari motor *servo* sudah tertanam di dalam motor *servo* tersebut tanpa perlu mengubah rangkaian apapun kepada motor *servo* tersebut.

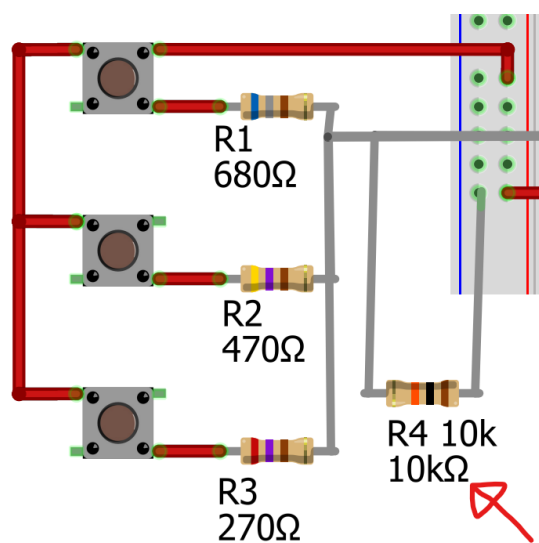
BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dipaparkan hasil dari pemrograman pada arduino uno dan arduino nano, perakitan komponen elektronika, perakitan rangka dan sangkar elevator, pengujian dari tombol, pengujian sistem gerak naik dan turun sangkar elevator, pengujian ketepatan sensor magnet, pengujian sistem buka tutup pintu otomatis serta pengujian lampu indikator posisi lantai pada prototipe elevator berbasis mikrokontroler arduino.

4.1 Pemrograman Perintah Pada Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 Dan Arduino Nano

Sebelum melakukan pemrograman pada mikrokontroler arduino, maka harus mencari nilai dari masing-masing tombol dan sensor terlebih dahulu yaitu dengan menggunakan metode *pullup* / *pulldown*, metode ini digunakan agar nilai yang dihasilkan dari masing-masing tombol atau sensor dapat berbeda-beda sehingga mudah untuk membedakan tombol 1, 2, 3 dan sensor 1,2, dan 3. Adapun metode yang akan digunakan oleh penulis adalah rangkaian *pullup*, rangkaian *pullup* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sistem *pullup*

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bahwa masing-masing dari tombol menggunakan *resistor* atau tahanan tegangan yang berbeda-beda sehingga nilai *value* yang dihasilkan juga berbeda-beda. Adapun perintah atau pemrograman untuk menentukan nilai *value* dari tombol tersebut adalah sebagai berikut:

```
int PB = A1; // input push button pada Pin A1/Analog 1

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PB,INPUT);
}
void loop() {
  Serial.println(analogRead(PB));
  delay(1000);
}
```

Setelah melakukan pemrograman pada arduino IDE, selanjutnya *upload* kedalam arduino uno atau nano, setelah itu buka serial monitor pada arduino IDE dan tekan tombol pada arduino yang telah di *upload* program tersebut, maka nilai yang dihasilkan akan berbeda pada masing-masing tombol tersebut. Perlu diketahui bahwa apabila pemrograman metode *pullup* gagal, maka nilai *output* yang dihasilkan akan tidak beraturan dan nilai awal dari metode *pullup* haruslah angka nol.

4.1.1 Pemrograman Arduino Uno Atmega328

Adapun pemrograman C++ yang digunakan pada mikrokontroler arduino Uno Atmega328 adalah sebagai berikut:

```
#include<Stepper.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
/////INIT hardware part/////
#define CALL_BUTTONS A1 //-----tombol call (memanggil)
sangkar elevator
```

```

#define FLOOR_SENSORS A0 //----- sensor lantai
#define CALIBRATION_SENSOR 2 //-----sensor kalibrasi yang
digunakan untuk lantai default pada awal ddd
////////////////////////////////////
#define DEFAULT_SPEED 300 // kecepatan default elevator
#define SLOW_SPEED 150 // kecepatan Default elevator saat
sangkan mendarat
#define N 3 //jumlah floor
//////////Flags(arah) pergerakan elevator//////////
#define MOVING_UP 1 //ini menunjukkan arah (flag) pergerakan
elevator ke atas
#define MOVING_DOWN -1 //ini menunjukkan arah pergerakan elevator
ke bawah
#define NOT_MOVING 0
////////////////////////////////////
#define NOT -1
//////////PERINTAH PADA KONTROL KABIN(SANGKAR) //////////
#define ELEVATOR_IS_ERIVED 1
////////////////////////////////////MOTOR STEPPER////////////////////////////////////
unsigned short stepsPerRevolution = 64;
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 10, 9, 11); // meng
koneksikan motor stepper
////////////////////////////////////
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //koneksi layar LCD

short registeredFloor;
short arrayFloor[N] = { -1, -1, -1};
short ledFloor[N] = {6, 5, 4};
short executableFloor = NOT; // -1 menunjukan tidak memanggil
lantai
boolean canWork = false;
boolean landed = false;
boolean waitForNext = true;

```

```
short flagMoving = NOT_MOVING;
short calledFloorFromCabine = NOT;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(CALL_BUTTONS, INPUT);
  pinMode(FLOOR_SENSORS, INPUT);
  pinMode(CALIBRATION_SENSOR, INPUT);
  pinMode(ledFloor[i], OUTPUT);
  myStepper.setSpeed(DEFAULT_SPEED);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  printInf();
  calibration();
}
void loop()
{
  readComFromPanelControl();
  registerFloor();
  writeTurn();
  if (waitForNext && canWork)
    nextFloor();
  if (executableFloor != NOT && canWork)
    moveElevator();
  delay(10);
}
void nextFloor()
{
  if (calledFloorFromCabine != NOT && calledFloorFromCabine !=
registeredFloor )
  {
    executableFloor = calledFloorFromCabine;
    landed = false;
    waitForNext = false;
  }
}
```

```
        return;
    }
    if (arrayFloor[0] == NOT)
    {
        for (byte i = 0; i < N; i++)
        {
            if (arrayFloor[0] != NOT)
                break;
        }
    }
    executableFloor = arrayFloor[0];

    if (executableFloor != NOT)
    {
        swipeArray(arrayFloor);
        landed = false;
        waitForNext = false;
    }
}

void swipeArray(short * arrayFloor) {
    for (byte i = 0; i < N - 1; i++)
        arrayFloor[i] = arrayFloor[i + 1];
    arrayFloor[N - 1] = NOT;
}

void moveElevator()
{
    if (executableFloor == registeredFloor && !landed)
    {
        if (flagMoving == MOVING_UP)
            moveUpMiddle();
        moveDownMiddle();
        ElevatorErrived(executableFloor);
        return;
    }
}
```

```
    }
    if (executableFloor > registeredFloor)
    {
        moveUp();
        flagMoving = MOVING_UP;
    } else if (executableFloor < registeredFloor)
    {
        moveDown();
        flagMoving = MOVING_DOWN;
    }
}

void ElevatorErrived(short errivedOnFloor)
{
    for (byte i = 0; i < N; i++)
        if (arrayFloor[i] == errivedOnFloor)
            arrayFloor[i] = NOT;
    executableFloor = NOT;
    turnOffLedOnFloor(errivedOnFloor);
    sendCommandToPanelControl(ELEVATOR_IS_ERIVED);
    waitForNext = true;
    if (calledFloorFromCabine == registeredFloor)
        calledFloorFromCabine = NOT;
    landed = true;
    canWork = false;
}

void turnOffLedOnFloor(short errivedOnFloor)
{
    digitalWrite(ledFloor[errivedOnFloor - 1], LOW);
}

void writeTurn()
{
    short localCalledFloorExpected = calledFloor();
```

```

////////apabila kita memanggil atau menekan tombol pada lantai
dimana kita berda, maka elevator hanya mengirim perintah membuka
pintu kabin(sangkar)
    if ( (localCalledFloorExpected == registeredFloor &&
flagPressSameBtn && executableFloor == NOT) ||
        (calledFloorFromCabine == registeredFloor &&
executableFloor == NOT && flagPressSameBtn ))
    {
        digitalWrite(ledFloor[localCalledFloorExpected - 1], HIGH);
        delay(10);
        digitalWrite(ledFloor[localCalledFloorExpected - 1], LOW);
        sendCommandToPanelControl(ELEVATOR_IS_ERIVED);
        calledFloorFromCabine = NOT;
        return;
    }
    ///disini kita membuat panggilan antrian elevator
    if (localCalledFloorExpected != NOT)
    {
        if (executableFloor == NOT && localCalledFloorExpected ==
registeredFloor)
            return;
        //jika lantai yang dipanggil sedang dalam antrian, maka
lantai tersebut tidak akan menerima panggilan kedua atau perintah
panggilan pada lantai yang sama (misal menekan tombol lantai yang
sama 2x
        for (byte i = 0; i < 3; i++)
            if (localCalledFloorExpected == arrayFloor[i])
                return;
        for (byte i = 0; i < 3; i++)
            if (arrayFloor[i] == -1)
            {
                digitalWrite(ledFloor[abs(localCalledFloorExpected) - 1],
HIGH); // menyalakan led pada lantai yang dipanggil

```

```
        return;
    }
}
}
void calibration()
{
    for (byte i = 0; i < N; i++)
        digitalWrite(ledFloor[i], HIGH);
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("CALIBRATION...");
    while (!digitalRead(CALIBRATION_SENSOR))
        myStepper.step(-10);
    for (byte i = 0; i < N; i++)
        digitalWrite(ledFloor[i], LOW);
    registeredFloor = 1;
    lcd.clear();
}
void moveUp()
{
    myStepper.step(50);
}
void moveUpMiddle()
{
    myStepper.setSpeed(SLOW_SPEED);
    switch (registeredFloor)
    {
        case 2:
            myStepper.step(950);
            break;
        case 3:
            myStepper.step(900);
            break;
    }
}
```

```
    myStepper.setSpeed(DEFAULT_SPEED);
}
void moveDownMiddle()
{
    myStepper.setSpeed(SLOW_SPEED);
    switch (registeredFloor)
    {
        case 1:
            myStepper.step(-700);
            break;
        case 2:
            myStepper.step(-950);
            break;
        case 3:
            myStepper.step(-950);
            break;
        case 4:
            myStepper.step(-650);
            break;
    }
    myStepper.setSpeed(DEFAULT_SPEED);
}
void moveDown()
{
    myStepper.step(-50);
}
void registerFloor()
{
    unsigned short value = analogRead(FLOOR_SENSORS);
    short bufRegisteredFloor = 0;
    if (value >= 765 && value <= 775) bufRegisteredFloor = 3;
    else if (value >= 798 && value <= 808) bufRegisteredFloor = 2;
    else if (value >= 832 && value <= 842) bufRegisteredFloor = 1;
```



```
    if (bufRegisteredFloor != 0 && bufRegisteredFloor !=
registeredFloor)
    {
        registeredFloor = bufRegisteredFloor;
        printFloor();
    }
}
short calledFloor()
{
    short value = analogRead(CALL_BUTTONS);
    if (value >= 952 && value <= 962) return 3;
    else if (value >= 991 && value <= 1001) return 2;
    else if (value >= 972 && value <= 982) return 2;
    else if (value >= 1008 && value <= 1018) return 1;
    else return NOT;
}

void printFloor()
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Floor:");
    lcd.print(registeredFloor);
}
void printInf()
{
    lcd.print("    Elevator");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("R.PROJECT");
    //lcd.setCursor(0,1);
    //lcd.println("TM.Elevator    ");
    //delay(2000);
    lcd.clear();
}
```

```
}  
void sendCommandToPanelControl(short command)  
{  
    char str[2] = {'0', '0'};  
    switch (command)  
    {  
        case ELEVATOR_IS_ERIVED:  
            str[0] = 'e';  
            str[1] = 'f';  
            break;  
    }  
    Serial.write(str, 2);  
}  
void readComFromPanelControl()  
{  
    if (!Serial.available())  
        return;  
    byte i = 0;  
    char str[2] = {'0', '0'};  
    delay(100);  
    str[i++] = Serial.read();  
    if (str[0] == 'd' && str[1] == 'o')  
        canWork = false;  
    else if (str[0] == 'd' && str[1] == 'c')  
    {  
        canWork = true;  
        flagPressSameBtn = true;  
    }  
    else if (str[0] == 'c')  
    {  
        calledFloorFromCabine = str[1] - '0';  
    }  
}
```

4.1.2 Pemrograman Perintah Pada Mikrokontroler Arduino Nano

Adapun pemrograman pada mikrokontroler arduino nano adalah sebagai berikut:

```
#include<Servo.h>
#define SIGNAL_PIN 8
#define BUTTON_SIGNAL A0
#define DOOR_PIN 3
////////COMANDS FOR ELEVATOR////////
#define DOOR_IS_CLOSED 1
#define DOOR_IS_OPENED 2
#define CALL_ON_FLOOR 3
char command[2] = {'0', '0'};
unsigned short calledFloor = 0;
boolean flagCallFloor = true;
unsigned long timeDelay = 0;
boolean isElevatorErrived = true;
Servo door;
void setup() {
  pinMode(SIGNAL_PIN, OUTPUT);
  pinMode(BUTTON_SIGNAL, INPUT);
  door.attach(DOOR_PIN);
  Serial.begin(9600);
  closeDoor();
  {
    digitalWrite(SIGNAL_PIN, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(SIGNAL_PIN, LOW);
    delay(100);
  }
}
void loop() {
  readSerial(command);
  decodeCommand(command);
```

```
//Serial.println (calledFloor);
calledFloor = whatFloorCall();
delay (50);
if (calledFloor != 0 && flagCallFloor)
{
    sendCommand(CALL_ON_FLOOR);
    calledFloor = 0;
    flagCallFloor = false;
}
if ( isElevatorErrived && millis() - timeDelay >= 5000)
{
    closeDoor();
    isElevatorErrived = false;
    //Serial.println ("closeDoor");
}
}
void decodeCommand(char str[2])
{
    if (str[0] == '0' && str[1] == '0')
        return;

    if (str[0] == 'e' && str[1] == 'f')
    {
        elevatorIsArrived();
        str[0] = '0';
        str[1] = '0';
    }
}
}
void elevatorIsArrived()
{
    digitalWrite(SIGNAL_PIN, HIGH);
    delay(500);
}
```

```
digitalWrite(SIGNAL_PIN, LOW);
openDoor();
isElevatorErrived = true;
timeDelay = millis();
}
void readSerial(char str[2])
{
    str[0] = '0';
    str[1] = '0';
    {
        while (Serial.available() && i < 2)
            str[i++] = Serial.read();
    }
}
void sendCommand(short codeOfCommand)
{
    char com[2] = {'0', '0'};
    switch (codeOfCommand)
    {
        case DOOR_IS_CLOSED:
            com[0] = 'd';
            com[1] = 'c';
            break;
        case DOOR_IS_OPENED:
            com[0] = 'd';
            com[1] = 'o';
            break;
        case CALL_ON_FLOOR:
            com[0] = 'c';
            //com[1] = (char)calledFloor;
            break;
    }
    Serial.write(com, 2);
}
```

```

}
void openDoor()
{
  door.write(0);
  sendCommand(DOOR_IS_OPENED);
}
void closeDoor()
{
  door.write(180);
  sendCommand(DOOR_IS_CLOSED);
  //Serial.println ("DOOR_IS_CLOSED");
}
//Serial.println (value);
if (941 <= value && value <= 951) return 1;
else if (891 <= value && value <= 901) return 2;
else if (844 <= value && value <= 854) return 3;
else return 0;
}

```

4.1.3 Pengertian Singkat Beberapa Fungsi Bahasa C++

Beberapa bahasa yang digunakan pada pemrograman mikrokontroler arduino diatas memiliki fungsi sebagai berikut:

1. *serial.println*, berfungsi sebagai *output* pada bagian *serial monitor* yang menampilkan hasil dari pemrograman yang di *input*.
2. *analogread*, berfungsi sebagai perintah untuk membaca segala sesuatu yang terjadi pada pin analog yang terhubung.
3. *#include*, digunakan untuk memasukkan perangkat yang akan digunakan agar dapat terbaca oleh arduino
4. *#define*, berfungsi untuk mendefinisikan suatu perintah ke dalam bentuk tertentu
5. *digitalWrite*, berfungsi untuk menentukan arus pada suatu *input* seperti tombol, *limit switch*, *reed switch*, led dan lain sebagainya

6. *PinMode*, merupakan perintah untuk menentukan pin yang akan digunakan
7. *delay*, berfungsi untuk memberikan jeda pada suatu program, satuan waktu yang digunakan adalah *millisecond* yang berarti untuk jeda 5 detik menjadi 5000 dalam satuan *millisecond*.
8. *boolean*, merupakan suatu logika yang membuat hasil akhir menjadi benar atau salah (*true/false*).
9. *while*, perintah ini bermaksud melakukan perintah saat ada perintah yang sedang dijalankan yang berarti perintah kedua dimasukkan saat perintah pertama sedang berjalan
10. *str (string)*, merupakan kumpulan karakter yang dapat dikonversikan, biasanya variabel yang dikonversikan berupa data lain yang diubah menjadi data *string* sehingga lebih mudah ketika dipanggil ataupun dimunculkan pada *serial monitor*
11. *byte*, merupakan tipe data yang hanya bisa menyimpan 8 *bit unsigned number* dengan rentang nilai 0-225

Beberapa perintah yang disebutkan cukup sering ditemukan pada pemrograman yang melibatkan bahasa C++ baik dalam pemrograman perangkat mikrokontrol, dalam perancangan sebuah *web site*, dalam perancangan perangkat lunak komputer, bahkan dalam pembuatan animasi dan game.

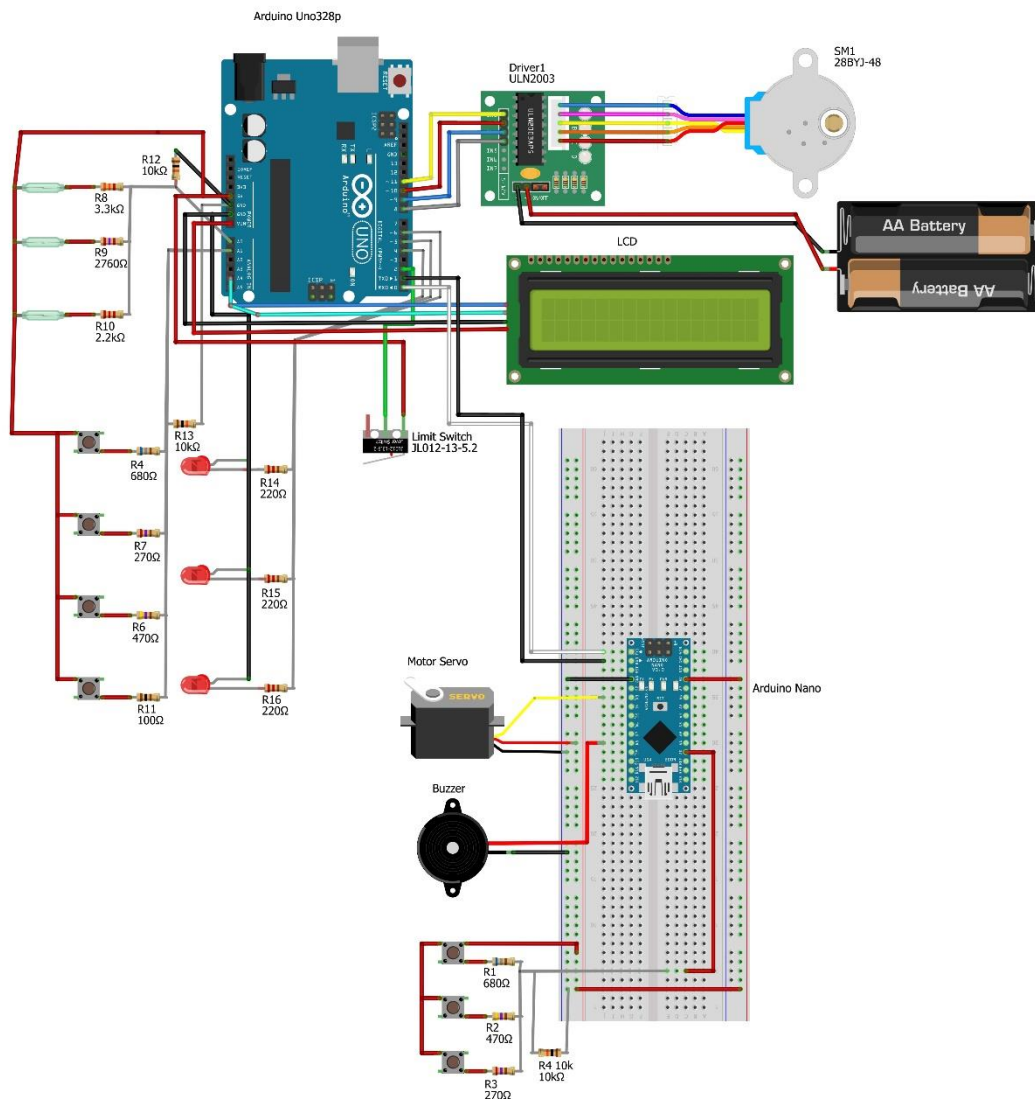
4.2 Proses Perakitan Komponen Dan Rangka Elevator

Dalam perakitan komponen dan perakitan rangka elevator haruslah sesuai dengan *wiring diagram* yang telah dibuat karena akan mengakibatkan *error* hingga kerusakan permanen pada komponen elektronik tersebut. Sedangkan pada perakitan rangka dan sangkar elevator tetap mengikuti gambar teknik yang dibuat untuk menghindari kegagalan mekanik pada prototipe elevator yang akan dibuat. Untuk menghindari kesalahan dalam melakukan pengujian, sebaiknya komponen-komponen yang dialiri arus listrik dilihat kembali pada data-data bawaan pabrikan dari perangkat tersebut, karena akan mengakibatkan kerusakan apabila *input* voltase tidak sesuai dengan kemampuan atau standar dari perangkat tersebut yang

mana dalam hal ini voltase pada perangkat tersebut berkisar antara 3volt sampai 12volt tergantung perangkatnya.

4.2.1 Proses Perakitan Komponen Elektronika

Adapun proses perakitan komponen elektronika haruslah mengikuti sesuai gambar *wiring diagram* yang telah ditentukan, yaitu pada Gambar 4.2 Berikut.



Gambar 4. 2 *Wiring diagram*

Seluruh komponen dihubungkan menggunakan kabel yang memiliki pin hingga menghubungkan seluruh komponen yang kemudian dilakukan pengujian komponen dengan dialiri arus listrik dengan rentang 4,5 volt hingga 5,8 volt agar tidak merusak komponen elektronika. Sedangkan *power* yang dialiri untuk motor

stepper dan motor *servo* menggunakan *power* eksternal agar tidak membuat voltase pada komponen tidak stabil.

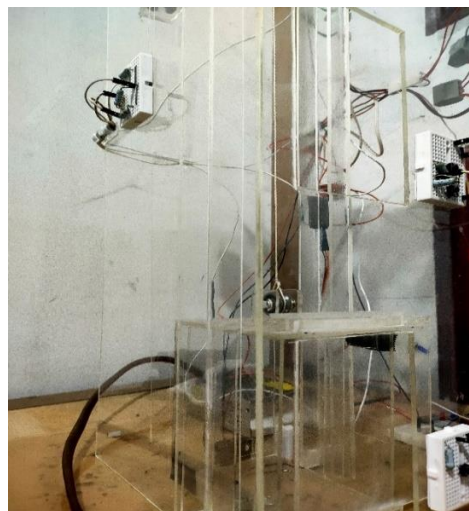
4.2.2 Proses Perakitan Rangka Dan Sangkar Elevator

Dalam merakit rangka dari prototipe elevator haruslah mengikuti gambar rancangan pada gambar teknik yang telah dibuat guna memudahkan dalam pengukuran konstruksi dari prototipe elevator tersebut. Adapun hasil dari perancangan dan perakitan rangka dan sangkar prototipe elevator dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Sangkar elevator

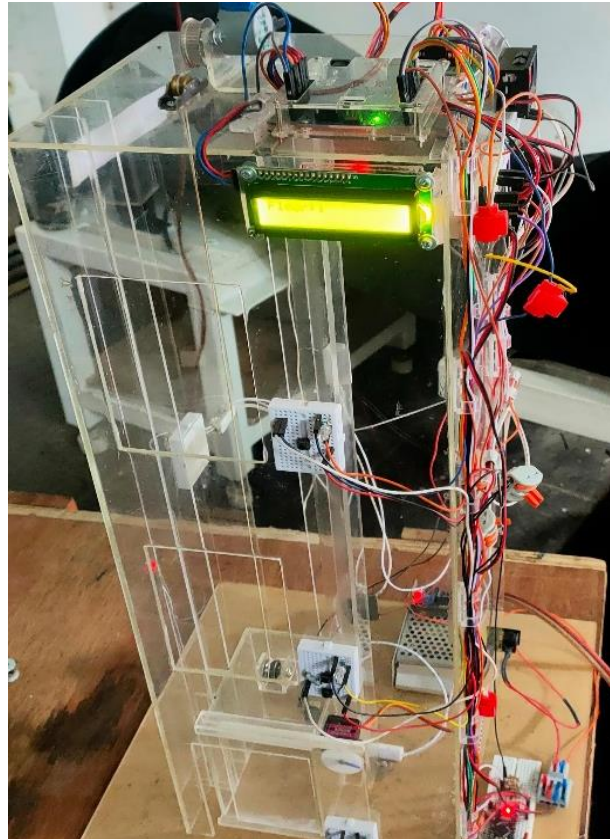
Sedangkan rangka elevator dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Rangka elevator

4.2.3 Hasil Perakitan Seluruh Komponen

Hasil dari perancangan dan perakitan seluruh komponen yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hasil perakitan

4.3 Pengujian Pemrograman Sistem Kendali Pada Seluruh Rangkaian

Untuk mengetahui hasil dari pemrograman mikrokontroler arduino, maka dilakukan pengujian pada beberapa fungsi utama yaitu pengujian pada tombol, pengujian motor *stepper*, dan pengujian motor *servo*.

4.3.1 Pengujian Tombol, Motor *Stepper* Dan Motor *Servo*

Untuk mengetahui kinerja dan fungsi dari komponen-komponen pada prototipe elevator 3 lantai berbasis mikrokontroler Arduino, maka dilakukan pengujian pada komponen tombol, motor *servo* dan motor *stepper* terlebih dahulu untuk mengetahui fungsi dan kemampuan kerja dari masing-masing komponen tersebut. Untuk pengujian yang dilakukan yaitu dengan cara menekan langsung

masing-masing tombol *push button* dan melihat pengaruhnya terhadap komponen motor *servo* dan *stepper*, adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian tombol, *stepper*, dan *servo*

No	kerja	Tombol 1	Tombol 2	Tombol 3	<i>stepper</i>	<i>servo</i>
1	Berfungsi	ya	ya	ya	ya	ya
2	Arah gerak	-	-	-	ccw	ccw
3	Jeda waktu	-	-	-	-	5 detik

4.3.2 Pengujian kemampuan Angkat Motor *Stepper*

Pengujian ini dilakukan sebagai perbandingan waktu yang dibutuhkan motor serta untuk mengetahui kinerja maksimum dari motor *stepper* dalam melakukan tugasnya, untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh motor *stepper* dalam memindahkan sangkar prototipe elevator dari satu lantai ke lantai lain dibagi menjadi dua bagian pengujian yaitu dengan sangkar elevator tanpa beban dan sangkar elevator dengan beban maksimum, adapun beban pada sangkar elevator dalam keadaan kosong memiliki beban sekitar 187 gram sedangkan beban maksimum yang dapat ditambahkan ke dalam sangkar adalah 239 gram, maka beban maksimum yang dapat diangkat oleh motor *stepper* adalah sekitar 426 gram. Adapun waktu pergerakan sangkar tanpa beban dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Waktu pergerakan sangkar tanpa beban

No	Waktu yang Diperlukan (s)	Arah Lantai					
		1 ke 2	2 ke 3	1 ke 3	3 ke 2	2 ke 1	3 ke 1
1	Naik	19,12	19,26	38,38	-	-	-
2	Turun	-	-	-	17,21	17,06	34,27

Adapun dari pengujian yang dilakukan pada motor *stepper* dengan beban maksimum yang diberikan pada sangkar prototipe elevator dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu pergerakan sangkar dengan beban maksimum

No	Waktu yang Diperlukan (s)	Arah Lantai					
		1 ke 2	2 ke 3	1 ke 3	3 ke 2	2 ke 1	3 ke 1
1	Naik	35,95	47,88	83,83	-	-	-
2	Turun	-	-	-	16,76	16,94	33,70

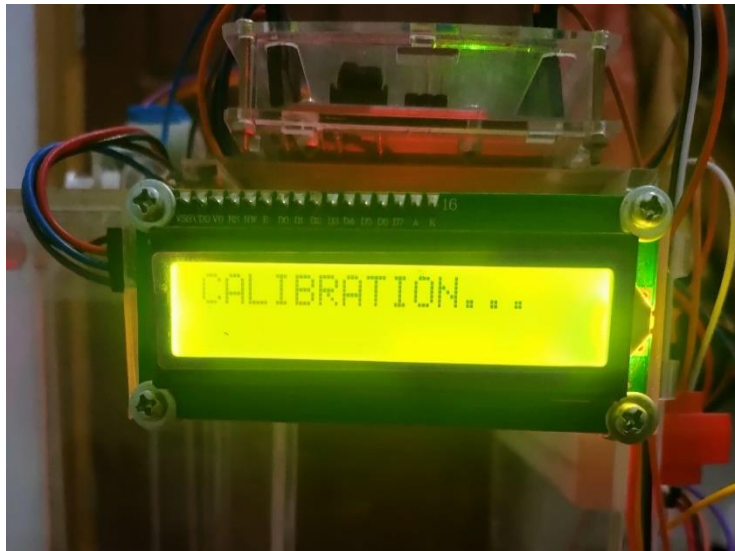
Dari data yang didapatkan dapat diketahui bahwa beban yang diangkat sangat berpengaruh pada motor *stepper* yang digunakan pada prototipe elevator, hal ini dikarenakan motor yang digunakan sangat kecil bahkan termasuk yang paling kecil dari berbagai jenis motor *stepper*. Waktu yang dibutuhkan oleh motor untuk mengangkat sangkar sangat berpengaruh pada beban yang diberikan di dalam sangkar elevator, perbedaan beban ini memberikan dampak yang sangat fatal apabila dilakukan pengaplikasian ke lapangan atau penggunaan pada konstruksi yang sebenarnya karena dapat menganacam keselamatan dan keamanan orang maupun barang yang ada di dalam sangkar elevator tersebut, hal ini sebenarnya dapat dihindari dengan perencanaan perancangan elevator yang lebih teliti dengan perhitungan maksimum beban dan pemilihan motor listrik yang sesuai dengan beban maksimum yang diperlukan.

4.4 Pengujian Sistem *Calibration* Pada Sangkar Elevator

Dalam perancangan suatu alat, tentunya memiliki beberapa perbedaan dengan alat yang sudah pernah dibuat oleh orang lain yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan, kenyamanan, efisiensi, dan lainnya. Oleh karena itu pada prototipe elevator 3 lantai berbasis mikrokontroler ini disematkan fitur yang berfungsi sebagai pengaman yaitu sistem kalibrasi yang akan berfungsi mengembalikan sangkar ke keadaan awal atau ke lantai dasar sebagai fiturnya,

tentunya fitur ini dapat dipindahkan ke lantai tertentu ataupun ke setiap lantai yang apabila terjadi putus arus listrik, sangkar dapat bergerak ke pintu elevator terdekat.

Pada prototipe elevator 3 lantai ini, sistem kalibrasi sangkar merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengembalikan sangkar ke lantai 1 apabila terjadi putus sumber pemasok listrik pada sistem elevator yang mengakibatkan sangkar berhenti dimanapun sangkar berada. Jadi sistem kalibrasi mirip dengan sistem *restart* yang mengembalikan sistem ke keadan semula. Adapun hasil pengujian sistem kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Kalibrasi

Pada saat sistem dinyalakan, apabila sangkar berada pada posisi selain di lantai terbawah, sistem secara otomatis akan melakukan kalibrasi pada sangkar sehingga sangkar akan kembali ke posisi dimana alat pemberi sinyal kalibrasi berada serta memberikan sinyal ke arduino sebagai pengontrol.

4.5 Pengujian Sistem Buka Tutup Pintu Pada Elevator

Pada saat sangkar prototipe elevator berada pada lantai tertentu ataupun dipanggil ke lantai tertentu, maka pintu pada sangkar prototipe elevator haruslah terbuka dan tertutup secara otomatis pada jeda waktu tertentu, jeda waktu yang digunakan pada pintu prototipe elevator ini adalah 10 detik. Oleh karena itu dilakukan pengujian pada pergerakan pintu sangkar prototipe elevator tersebut guna untuk mengetahui apakah pergerakan pintu tersebut sudah sesuai dengan yang di

inginkan. Adapun pergerakan pada pintu prototipe elevator tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Sistem buka tutup pintu

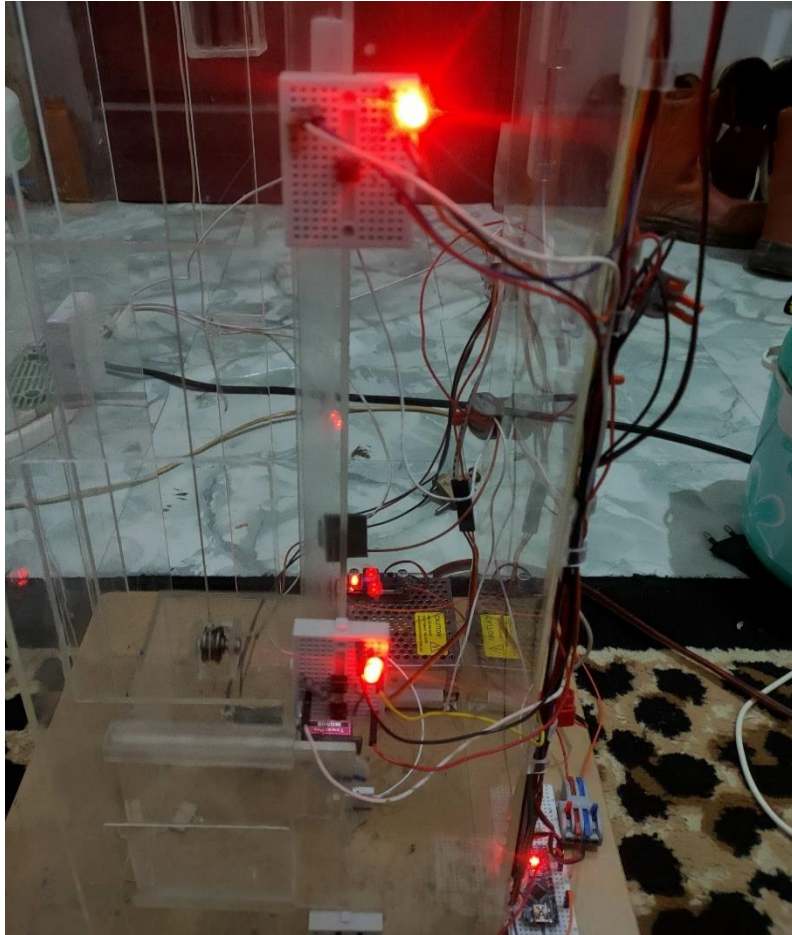
No	Posisi lantai	Posisi sangkar	Terbuka	Terbuka setelah mencapai lantai tujuan
1	Lantai 1	Lantai 1	1	0
2	Lantai 2	Lantai 2	1	0
3	Lantai 3	Lantai 3	1	0
4	Lantai 1	Lantai 2	0	1
5	Lantai 2	Lantai 3	0	1
6	Lantai 3	Lantai 1	0	1

Pintu pada prototipe elevator langsung terbuka apabila kita menekan tombol pada lantai dimana sangkar berada dan akan menutup kembali secara otomatis setelah beberapa saat, sedangkan apabila tombol yang ditekan berada pada lantai yang berbeda dengan sangkar elevator, maka akan terjadi logika pemanggilan lantai ke lantai dimana kita menekan tombol tersebut, ketika sangkar mencapai lantai yang dituju maka pintu terbuka secara otomatis dan kembali menutup secara otomatis setelah jeda beberapa saat. Untuk logika yang digunakan pada tabel tersebut adalah angka 0 (*low*) menunjukkan bahwa pintu tidak langsung terbuka ketika tombol ditekan, sedangkan logika 1 (*high*) menunjukkan bahwa pintu terbuka pada lantai dimana sangkar berada.

4.6 Pengujian Lampu Indikator Posisi Sangkar Pada Elevator

Lampu indikator pada dasarnya digunakan untuk menunjukkan sesuatu yang sedang terjadi pada suatu titik tertentu, misalnya menunjukkan kerusakan, memberikan kode tertentu, mengindikasikan bahaya, dan lain-lain. Sedangkan pada prototipe elevator ini, lampu indikator digunakan untuk menunjukkan dimanakah tombol pada lantai tertentu ditekan sehingga memberitahukan bahwa tombol yang kita tekan tersebut dapat berfungsi semestinya, sedangkan apabila kita menekan tombol pada lantai tertentu dan tidak terjadi apapun sehingga menyebabkan lampu

indikasi tidak menyala, maka dapat dipastikan ada kerusakan maupun *error* pada tombol tersebut. Lampu indikator lantai ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Lampu indikator lantai

4.7 Rencana Pengaplikasian Prototipe Elevator Di Lapangan

Prototipe merupakan sebuah desain awal, pengujian desain tahap pertama sebelum dikembangkan dan konstruksi mini dari produk aslinya untuk mengetahui fungsi, kemampuan, kualitas, tingkat keberhasilan apabila diaplikasikan langsung di lapangan serta mempertimbangkan berbagai aspek lainnya yang menjadi acuan dasar dari sebuah produk sebelum dilakukan pengaplikasian di lapangan. Dalam hal ini prototipe elevator dibuat untuk mengetahui kinerja dan kemampuan kontrol sistem serta konstruksi dari alat tersebut sehingga dapat diketahui kekurangan atau kelebihan dari alat tersebut sehingga dapat dilakukan pengembangan pada

sistemnya. Dalam melakukan pengaplikasian secara langsung, maka dibutuhkan perencanaan agar tidak terjadi kesalahan dalam perancangan secara langsung.

4.7.1 Konstruksi Elevator

Konstruksi rangka pada prototipe tentu saja dapat di perkecil untuk menghemat ruang pada bangunan, cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengubah sistem buka tutup pintu sangkar dengan membuat model pintu dua lapis kiri kanan sehingga sangat menghemat ruang yang dibutuhkan pada suatu bangunan. Adapun ukuran elevator yang direncanakan yaitu:

1. Rangka elevator

Rangka dari elevator direncanakan pada bangunan berukuran kecil hingga sedang dengan ruang khusus elevator setidaknya memiliki luas 2,8 meter persegi dan tinggi minimum 4 meter agar efisien dalam penggunaannya. Ukuran tersebut dipertimbangkan dengan memperhitungkan pengurangan ukuran pintu *lift* agar optimal dan hemat ruang, dengan dua buah pintu geser kiri dan kanan yang menutup ke arah tengah, masing-masing pintu dilapis 2 sehingga perhitungan lebar pintu sebelah kanan adalah 0,7 meter dan pintu sebelah kiri juga 0,7 meter. Pintu ini sering disebut *car door* yang memiliki mekanisme *roller* dan *slider* pada sistemnya, sehingga menghasilkan gerakan yang halus serta lebih hemat ruang dalam proses buka tutup pintu.

2. Sangkar elevator

Dalam perencanaan sangkar elevator, ukuran yang digunakan adalah dua puluh kali lipat dari bentuk aslinya, yaitu dengan lebar 1600 mm atau 1,6 meter, panjang 2000 mm atau 2 meter dan tinggi 2400 mm atau 2,4 meter. Hal ini dilakukan dengan memperhitungkan kapasitas maksimum penumpang dan berat rata-rata masyarakat Indonesia. Adapun perhitungan yang dilakukan yaitu dengan cara sebagai berikut:

1. Pada setiap dinding sangkar disematkan pegangan tangan yang memakan ruang 10 cm untuk masing-masing sisi kecuali sisi pintu. Maka ruang yang tersedia tersisa adalah 1,5 meter x 1,8 meter dengan tinggi dari sangkar elevator tetap.

2. Asumsikan ukuran ruang untuk 1 orang adalah 50 cm x 50 cm, maka penumpang maksimum yang dapat diangkut elevator adalah 9 orang dalam setiap kali jalan.
3. Menurut data, rata-rata berat orang indonesia adalah 56,2 kg untuk wanita dan 61,4 kg untuk pria, maka diambil nilai 75 kg untuk setiap orang sebagai referensi untuk memilih motor yang akan digunakan pada elevator. Bila dijumlahkan $75 \text{ kg} \times 9 \text{ orang}$ maka beban maksimum pada elevator adalah 675 kg.
4. Untuk memilih motor listrik yang sesuai, maka perlu menghitung berat dari sangkar terlebih dahulu, kita asumsikan berat sangkar adalah 600 kg, maka $675 \text{ kg} \times 600 \text{ kg} = 1275 \text{ kg}$, lalu hitung beban *counterweight* pada elevator, berat *counterweight* biasanya 40% - 50% dari beban maksimum sangkar, maka berat *counterweight* adalah 635 kg.
5. Terakhir menentukan motor listrik dengan kecepatan kerja setidaknya 50-250 MPM (meter per menit) dengan beban maksimum diatas 2 ton untuk menghindari terjadinya kegagalan mekanis dan sangat penting untuk menambakkah sistem sensor berat guna menghindari kelebihan beban kerja.

Dari penjelasan diatas dapat dikatakan bahwa perencanaan pengaplikasian prototipe elevator ini cocok digunakan pada perusahaan, hotel, rumah pribadi, rumah sakit serta apartemen guna mempercepat orang mencapai tujuannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam rancang bangun prototipe elevator 3 lantai berbasis mikrokontroler arduino uno atmega328, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Langkah awal dalam melakukan rancan bangun adalah mendesain rangka, sangkar serta *wiring diagram* untuk menentukan konsep sekaligus memudahkan dalam melakukan perakitan komponen dan rangka.
2. Selanjutnya membangun dan merakit rangka dan komponen sesuai dengan desain yang telah dibuat kemudian melakukan penggabungan seluruh komponen dari prototipe elevator tersebut.
3. Selanjutnya melakukan pemrograman pada mikrokontroler arduino uno dan arduino nano dan melakukan pengujian pada prototipe tersebut.
4. Adapun sistem kerja dari prototipe elevator ini mirip dengan elevator pada umumnya, yaitu dengan menekan tombol pada elevator dan tunggu pintu elevator terbuka, setelah pintu terbuka lalu masuk ke dalam elevator dan tekan tombol lantai yang ingin dituju, setelah sampai ke lantai tujuan lalu keluar dari elevator dan biarkan pintu elevator tertutup secara otomatis.

Dalam melakukan pengujian fungsional berulang pada motor *stepper* telah didapati kinerja motor *stepper* yang menurun drastis sehingga mengakibatkan kegagalan mekanis berupa kegagalan motor *stepper* dalam mengangkat sangkar dari elevator tersebut bahkan dengan jumlah berat maksimum yang sudah dikurangi sebanyak 29 gram. Oleh karena itu dalam melakukan perancangan yang menggunakan motor listrik sebaiknya mempertimbangkan kemampuan dari motor listrik tersebut dalam melakukan fungsinya.

5.2 Saran

Untuk memaksimalkan prototipe elevator 3 lantai berbasis mikrokontroler arduino uno atmega328 pada perancangan berikutnya, maka dapat dilakukan:

1. menambah beberapa sensor pendukung seperti, sensor berat sangkar, sensor *infrared*, sensor asap, tombol darurat, *seven segment* pada setiap lantai, dan lainnya.
2. menggunakan material yang lebih kokoh pada rangka elevator dan sangkar elevator.
3. untuk desain yang lebih besar ataupun pengaplikasian pada lapangan dapat menggunakan PLC (*programmable logic controller*) sebagai sistem pengendali yang lebih baik, serta mengganti motor listrik yang sesuai dengan beban maksimum elevator.
4. menggunakan material yang lebih baik pada *slider* sangkar prototipe elevator untuk mengurangi gerakan dan gesekan berlebih.

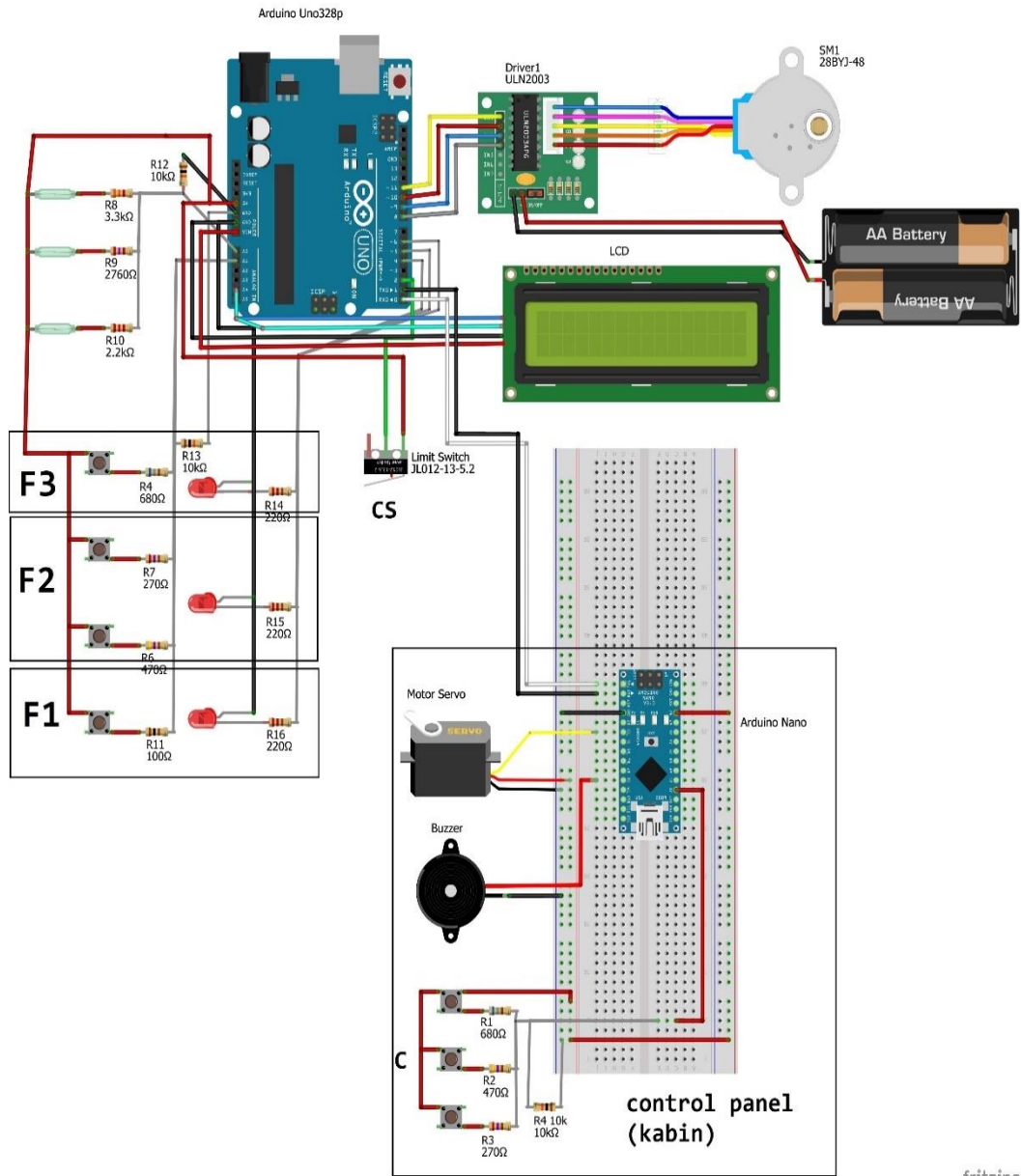
DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, Syahril, 2012, "Sensor dan Aktuator: Dasar Dan Aplikasi Di Industri Manufaktur", Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta.
- Binus.ac.id. (2020). "*Lampu Led Dan Cara Kerjanya, Pengantar Komponen Semikonduktor : Diode Dan Transistor.*" Binus.Ac.Id. <http://binus.ac.id/>
- Djuandi, Feri, 2011, "Pengenalan Arduino", Teknik Elektro Universitas Trisakti, Jakarta.
- Elecrom.com. (2017). "*introduction arduino uno uses avr atmega328.*" Elecrom.Com. <https://www.elecrom.com/introduction-arduino-uno-uses-avr-atmega328/>
- Elekkomp.com. (2017). "*Pengertian LCD Dan Fungsinya.*" Elekkomp.Com. [https://elekkomp.blogspot.com/2017/12/pengertian-lcd-dan_fungsinya.html](https://elekkomp.blogspot.com/2017/12/pengertian-lcd-dan-fungsinya.html)
- Elektronika-dasar.web.id. (2023). "*Prinsip Kerja Motor DC.*" Elektronika-Dasar.Web.Id. <https://elektronika-dasar.web.id/prinsip-kerja-motor-dc/>
- Fizgerald A.E., Kingsley Charles, Umans D Stephen, dan Achyanto Djoko, 1997, "Mesin-mesin listrik-edisi keempat", Erlangga, Jakarta.
- Harind, Dimas, 2014, "Study Pengaturan Kecepatan Motor Dc Shunt Dengan Metode Ward Leonard", Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hwlibre.com. (2023). "Modul Driver *Uln2003*". Www.Hwlibre.Com. <https://www.Hwlibre.com/id/uln2003/>
- Indiamart.com. (2023). "*Gambar Lift.*" Indiamart.Com. <https://m.indiamart.com/proddetail/stainless-steel-commercial-lift-19819181291.html>
- Jufrika.com, (2020). "pengertian *reed switch* sensor dan aplikasinya" Jufrika.com <https://jufrika.com/2020/03/pengertian-reed-switch-sensor-dan.html>
- Kadir, Abdul. 2013. "Panduan Praktis Mempelajari Mikrokontroler Dan Pemrograman Menggunakan Arduino", Yogyakarta.

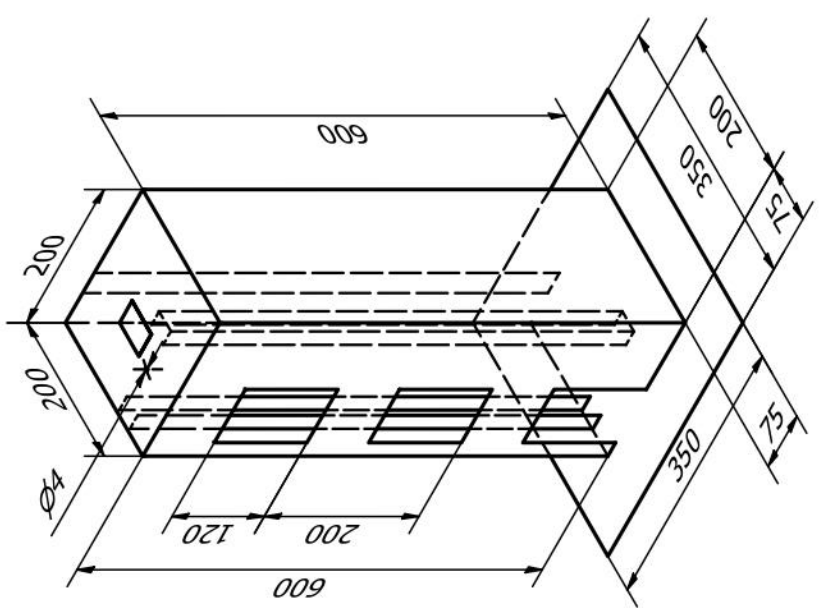
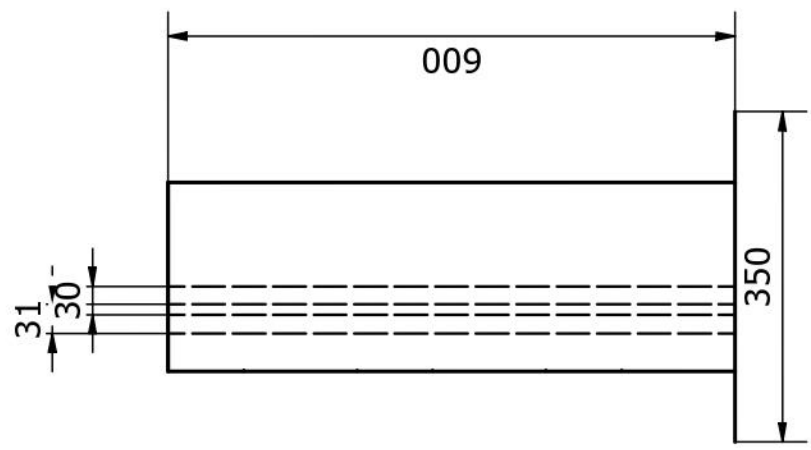
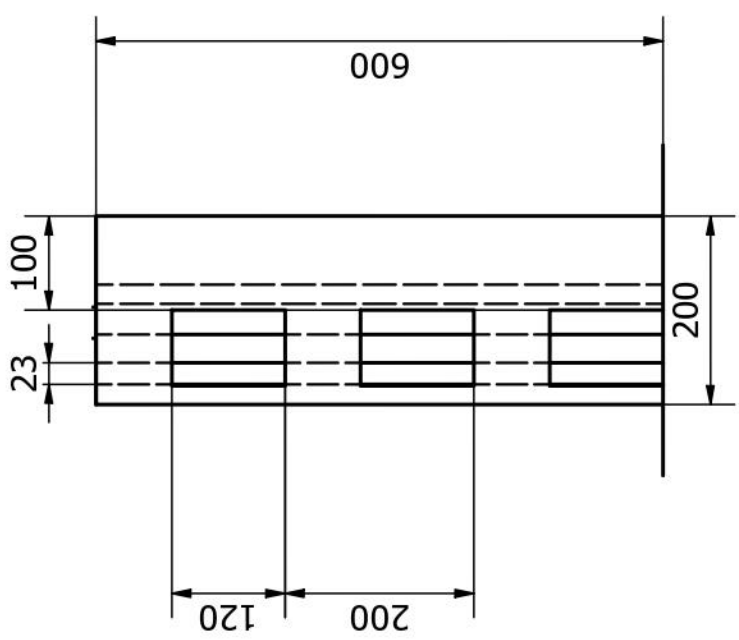
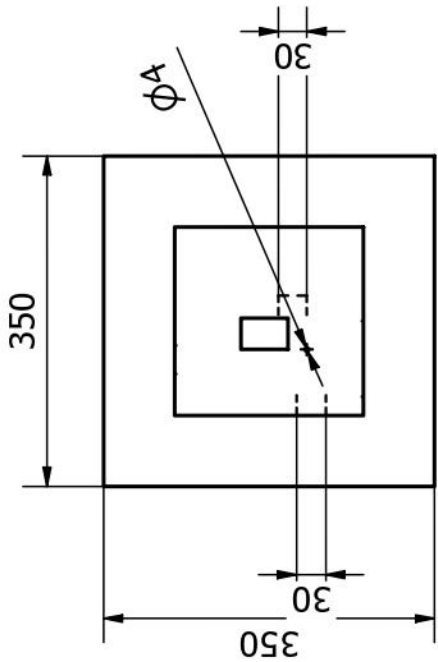
- Nurel, Junia, 2014, "Membangun Prototipe Sistem Pengendali Lift Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Menggunakan Bahasa C", Amikom, Yogyakarta.
- Otosensing.blogspot.com. (2009). "Macam-macam Sensor." Otosensing.Blogspot.Com. http://otosensing.blogspot.com/2009/08/mengenal_jenis-sensor-automatic.html
- Romano Zeo. (2012). "Arduino Uno." Romano Zeo. <https://blog.arduino.cc/2014/05/15/meet-arduino-zero/>
- Sumanto, 1991, "Mesin Arus Searah", Andi Offset. Yogyakarta.
- Susanto Rizky D, 2015, "Rancang Bangun Pengendali Kecepatan Putar Dan Pengereman Motor Dc Menggunakan Perintah Suara Dengan Memanfaatkan Fitur Speech Recognition Pada Sistem Operasi Android", Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Teknikelektronika.com. (2022). "Pengertian Lcd Dan Prinsip Kerja Lcd." Teknikelektronika.Com. <https://teknikelektronika.com/?s=pengertian+lcd>
- Whardana, Lingga, 2011, "Belajar Sendiri Mikrokontroler Seri ATmega8535", CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Wijaya, Mochtar, 2001, "Dasar-Dasar Mesin Listik", Djambatan. Jakarta.
- Www.teknik-listrik.com. (2021). "perbedaan motor ac dan dc." Www.Teknik-Listrik.Com. <https://www.teknik-listrik.com/2021/04/perbedaan-motor-ac-dan-motor-dc>
- Yosieto H, 2003, "Siement Kontrol Lift Menggunakan PLC Berbasis Fuzzy logic" Indonesia.
- Yosmedia.blogspot.com. (2009). "Driver Motor DC Menggunakan Transistor Relay." Yosmedia.Blogspot.Com. <https://yosmedia.blogspot.com/2008/07/rangkaian-driver-motor-dc.html>

LAMPIRAN

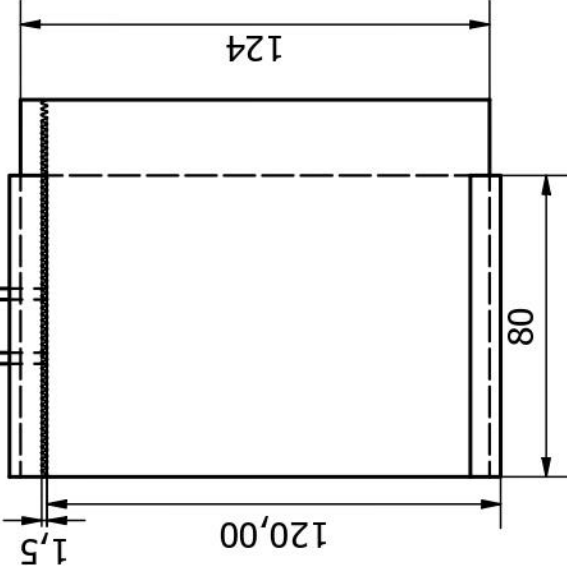
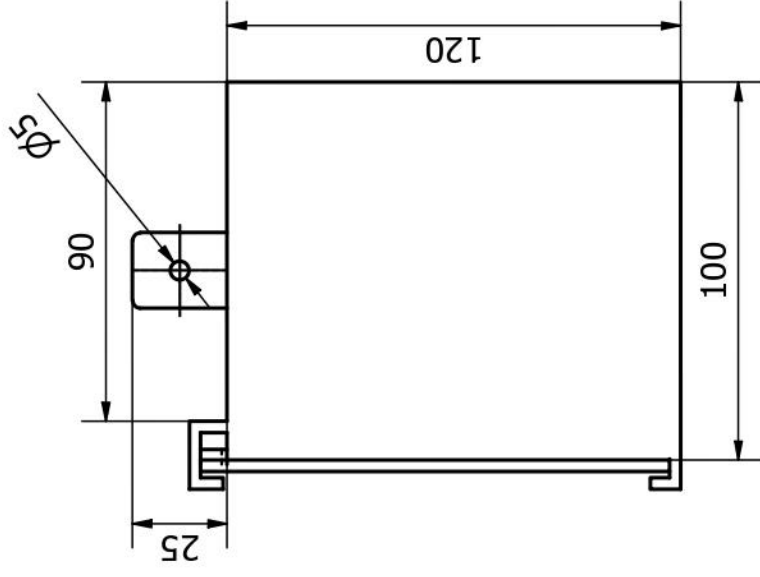
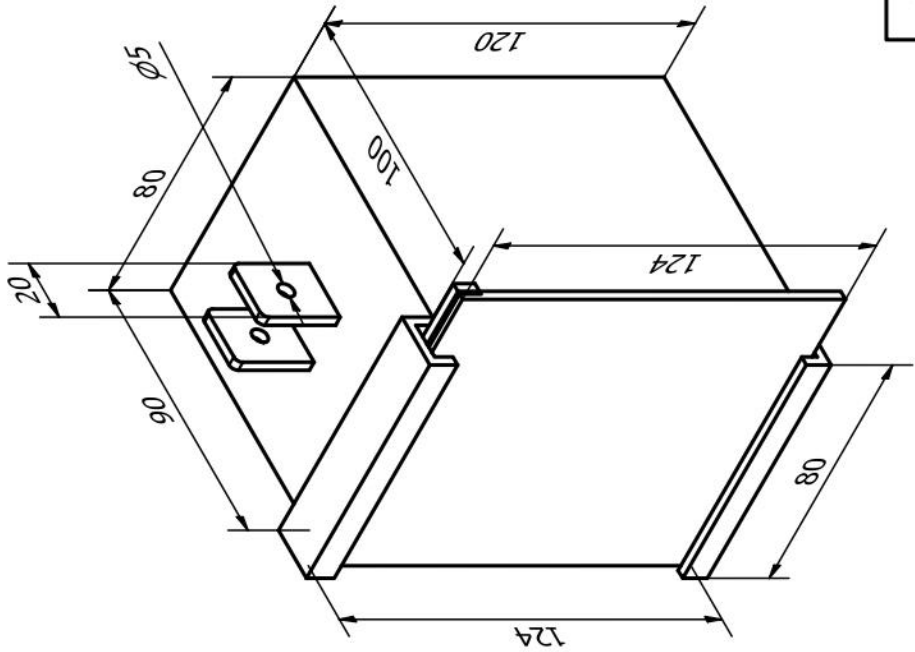
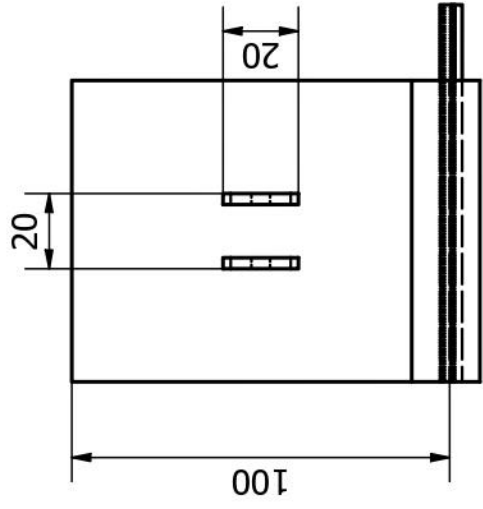
Lampiran 1. *Wiring diagram hardware*




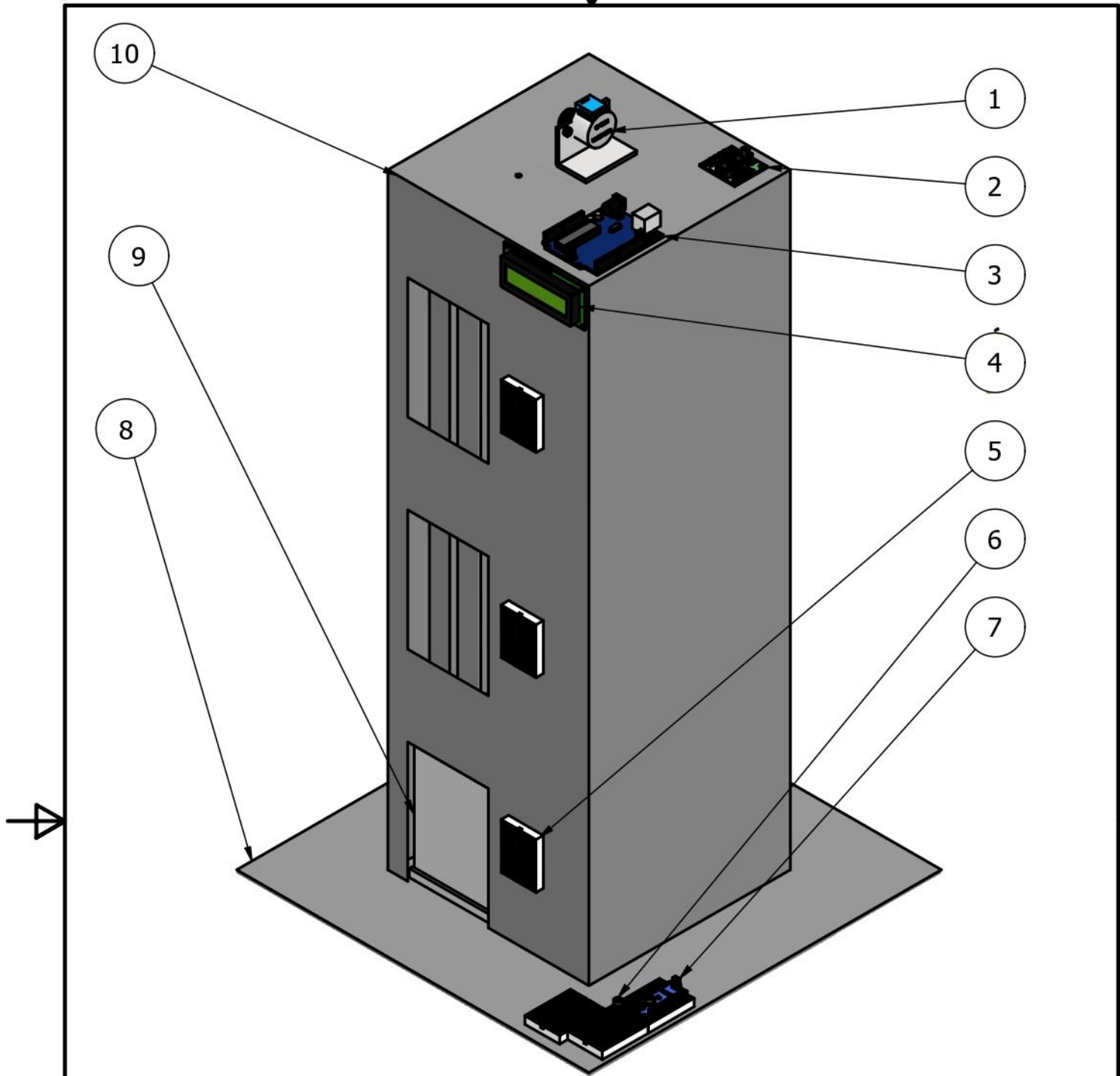
fritzing



	Skala : 1 : 8	Digambar : Riedho Riandha	Keterangan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : TM	Lampiran 2. Rangka lift	
	Tanggal : 21-9-2023	Diperiksa : Edy Yusuf, S.T.,M.Eng	HAL. 74	A4
TEKNIK MESIN UNIMAL		RANGKA LIFT		




	Skala : 1 : 2	Digambar : Riedho Riandha	Keterangan :	
	Satuan ukuran : mm	Kelas : TM	Lampiran 3. Sangkar lift	
	Tanggal : 21-9-2023	Diperiksa : Edy Yusuf, S.T.,M.Eng	HAL. 75	A4
TEKNIK MESIN UNIMAL		SANGKAR LIFT		



10	1	BODY	AKRILIK 3mm		
9	1	SANGKAR	AKRILIK 3mm		
8	1	LANTAI	AKRILIK 3mm		
7	1	ARDUINO NANO			
6	1	BUZZER			
5	8	BREAD BOARD			
4	1	LCD			
3	1	ARDUINO UNO			
2	1	MODUL ULN2003			
1	1	MOTOR STEPPER			
NO	JUMLAH	NAMA BAGIAN	BAHAN	UKURAN	KETERANGAN
KEKASARAN DALAM μm		TOLERANSI ISO			
		Skala : 1 : 4	Digambar : Riedho Riandha		Keterangan : Lampiran 4. Komponen lift
		Satuan ukuran : mm	Kelas : TM		
		Tanggal : 1-11-2023	Diperiksa : Edy Yusuf, S.T.,M.Eng		
TEKNIK MESIN UNIMAL			KOMPONEN ELEVATOR		HAL. 76 A4

Lampiran 5. Surat penunjukan pembimbing tugas akhir

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS MALIKUSSALEH FAKULTAS TEKNIK
	Jalan Batam, Blang Pulo, Muara Satu – Lhokseumawe – Aceh (24352) Telepon. (0645) 41373-40915 Faks. 0645-44450 Laman: http://teknik.unimal.ac.id Email: ft@unimal.ac.id

SURAT PENUNJUKAN PEMBIMBING PROPOSAL PENELITIAN
 Nomor : 219/UN45.1.1/KM.00.00/2023

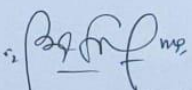
Schubungan dengan kegiatan pelaksanaan Proposal Penelitian mahasiswa atas :

Nama	: Riedho Riandha
Nim	: 190120110
Bidang	: Kontruksi
Pada Semester	: Genap
Tahun Akademik	: 2022/2023

Dengan ini menunjukkan Bapak Edy Yusuf, S.T.,M.Eng Nip. 197402032003121002 Sebagai pembimbing Utama Proposal Penelitian dan Bapak Dr.Abubakar ,S.T.,M.T Nip. 196808202002121001. Sebagai pembimbing Pendamping Proposal Penelitian mahasiswa tersebut diatas. Berdasarkan surat tugas ini, proses bimbingan terhadap mahasiswa tersebut ditetapkan, dan akan ditetapkan kembali melalui Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik.

Demikian surat ini dikeluarkan dan untuk dapat dipergunakan seperlunya.


Lhokseumawe, 9 Mei 2023
Ketua Prodi Teknik Mesin


 Abdul Rahman, S.T., M.Eng
 Nip. 196811202003121001

Tembusan :






- Dosen Pembimbing
- Administrasi Prodi
- Mahasiswa Bersangkutan


Lampiran 6. Kartu kegiatan konsultasi tugas akhir



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
 Jl. Batam, Blang Pulo, Muara Satu - Lhokseumawe – Aceh (24352)
 Tel. (0645)41373-40915, Faks. (0645)444450
 website: <https://lib.unimal.ac.id/>, e-mail: teknik@unimal.ac.id

KARTU KEGIATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

A. Identitas Mahasiswa		Kode Form		
Nama	RIEDHA RIANDHA	JTM.03/JGA		
N.I.M	190120110			
Konsentrasi/Bidang (MDK)	KONSTRUKSI			
Dosen Pembimbing I	EDY Yusof, S.T., M.Eng			
Dosen Pembimbing II	Dr. Abubakar, S.T., MIT			

No	Hari/ Tanggal	Materi Bimbingan	Koreksi dan Arahan	Tanda Tangan Pembimbing
1	02/11-23	- Menuliskan semua proses analisis	-	
2	09/11-23	- Menuliskan semua SOP pada BAB I	-	
3	14/11-23	- Menjumpai pemb. II	para 5 SOP xanti	
4	15/11-23	- Cek/cembali penulisan sesua format	lihat panduan	
5	22/11-23	- Pastikan sumber literatur ta kayer semua dan tulis	Pastikan lagi sumber literatur	
6	25/11-23	- Periksa gambar teknik	Cek gambar	


 KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
 Jl. Batam, Blang Pulo, Muara Satu - Lhokseumawe – Aceh (24352)
 Tel. (0645)41373-40915, Faks. (0645)44450
 website: <http://tm.ummal.ac.id>, e-mail: teknikmesin@ummal.ac.id


Kartu Kegiatan Konsultasi Tugas Akhir				Form JTM.03/TGA
No	Hari/ Tanggal	Materi Bimbingan	Koreksi dan Arahan	Tanda Tangan Bimbingan
7	27/11-2023	Ara Lemhas	Hubungi Aem Jura dan Pembimbing I	

Catatan:

1. Lembar ini diprint pada kertas warna biru muda.
2. Diisi setiap kali pertemuan dan Jumlah pertemuan bimbingan disesuaikan dengan kebutuhan.

Lampiran 7. Submit jurnal

Kotak Masuk x



Ahmad Nayan
kepada saya ▾
<publikasi-ilmiah@unimal.ac.id>

8 Jan 2024, 15.35 (7 hari yang lalu)

Terjemahkan ke Indonesiax

riedho riandha:

Thank you for submitting the manuscript, "RANGCANG BANGUN PROTOTIPE ELEVATOR 3 LANTAI BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO ATMEGA328" to Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:



Manuscript URL: <https://ojs.unimal.ac.id/mjms/author/submission/14737>
Username: riedho_riandha

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Ahmad Nayan
Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology

MJMST
Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology

Lampiran 8. Bukti *toefl*

		MINISTRY OF EDUCATION, CULTURES, RESEARCH, AND TECHNOLOGY UNIVERSITAS MALIKUSSALEH LANGUAGE CENTER Kampus Bukit Indah, Jl. Irian no 09, PO BOX 141 Lhokseumawe http://www.unimal.ac.id Email: pbahasa.unimal@gmail.com	
TEST SCORE RECORD Certificate Number :95/UN45.17/BS/V/2023 This is to Certify			
Riedho Riandha			
Place/ Date of Birth :Takengon/ February 28, 2001.			
Has achieved the following test scores on the paper-based TOEFL			
Section	Scaled Scores		
Listening Comprehension	47		
Structure and Written Expression	42		
Reading Comprehension and Vocabulary	54		
Total Scores	477		
For internal purposes Date of the test May 31, 2023. Valid through May 31, 2025.		 Director, Kemal Fasva, M.Hum Reg. 197504092005011003	

Lampiran 9. *Curriculum vitae***CURRICULUM VITAE**

Nama : Riedho Riandha
 Tempat, Tgl Lahir : Takengon, 28 Februari 2001
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Telepon : 082274491763
 Email : riedhoriandha28@gmail.com

**TENTANG SAYA**

Saya merupakan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Malikussaleh di bidang Teknik Konstruksi Angkatan 2019. Saya tertarik untuk mengembangkan kemampuan di bidang Teknik Mesin, Sipil, Elektro & Informatika agar dapat mengembangkan sebuah produk terbaik yang saling menggabungkan beberapa dari bidang Teknik tersebut. Sebagai seorang mahasiswa saya juga bertanggung jawab, dapat berkerja sama dan dapat beradaptasi di segala situasi dan kondisi.

PENDIDIKAN

- SMK N 1 Takengon, Jurusan Teknik Komputer & Jaringan (2015-2018)
- Universitas Malikussaleh, Jurusan Teknik Mesin (2019-2024)

KEAHLIAN

- Analisis dan *solve problem hardware computer* (expert)
- Instalasi dan *solve error pada software Microsoft windows* (medium)
- *Microsoft office (word & power point)* (medium)
- Desain 3D dan 2D menggunakan *software Autodesk Inventor* (expert)
- Analisis dan perbaikan sepeda motor 100cc-160cc (expert)
- Analisis dan perbaikan peralatan elektronik rumah tangga (medium)

PENGALAMAN KERJA

PT. Telkom Banda Aceh

- Instalasi Wifi, pemasangan tiang & perbaikan kabel di wilayah Banda Aceh.
- Analisis penyebab kerusakan jaringan di rumah klien

PT. Pupuk Iskandar Muda

- Membantu Teknisi Welder dalam mengelas pipa
- Melakukan pengelasan SMAW & GTAW
- Dapat mengoperasikan mesin Bubut & *Milling*