



RANCANG BANGUN SISTEM ELEVATOR MINI BERBASIS DUAL ARDUINO DENGAN KOMUNIKASI I2C

Ilham Rizky Ananda^{1*}, Manuel², Ergy Firly², Eka Dodi Suryanto⁴, Dian Putra Saragi⁵,

Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar PsV, Kota Medan, Provinsi Sumatera
Utara, Negara Indonesia , Kode Pos 2022

¹ilhamrizkyananda14@gmail.com, ²tampubolonm90@gmail.com, ³ergyfirly@gmail.com

⁴ekadodisuryanto@unimed.ac.id, ⁵dianpsaragi@unimed.ac.id

Abstract. *This study is motivated by the limitations of systems that can represent the working principles of elevators in a practical and applicative manner within the field of control systems. The purpose of this research is to design and develop a mini elevator prototype based on two Arduino Uno microcontrollers communicating via the Inter-Integrated Circuit (I2C) protocol. The method used is experimental research with a system engineering approach, including system design, assembly, programming, and testing stages. The proposed system consists of a master Arduino as the main controller and a slave Arduino for controlling the automatic door system and sensors. The main components include a DC motor as the driving system, limit switches as position sensors, an ultrasonic sensor for safety detection, and a servo motor for the automatic door mechanism. The test results show that the system is capable of responding quickly to button inputs, accurately stopping the motor based on limit switch signals, and operating the automatic door system effectively. Furthermore, I2C communication between the two microcontrollers runs stably and in real-time. Therefore, the proposed prototype successfully implements a closed-loop control system and can serve as a reference for the development of microcontroller-based control systems.*

Keywords: *Arduino Uno; Closed-loop Control; I2C; Mini Elevator; Prototype*

Abstrak. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan sistem yang mampu merepresentasikan prinsip kerja elevator secara nyata dan aplikatif dalam bidang sistem kendali. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun prototipe elevator mini berbasis dua mikrokontroler Arduino Uno yang terhubung melalui komunikasi Inter-Integrated Circuit (I2C). Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan rekayasa sistem, yang meliputi tahap perancangan, perakitan, pemrograman, serta pengujian sistem. Sistem yang dirancang terdiri dari Arduino master sebagai pengendali utama dan Arduino slave sebagai pengendali sistem pintu otomatis dan sensor. Komponen utama meliputi motor DC sebagai penggerak, limit switch sebagai sensor posisi, sensor ultrasonik sebagai sistem keamanan, serta motor servo untuk mekanisme pintu otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon input tombol dengan cepat, menghentikan motor secara akurat berdasarkan sinyal limit switch, serta menjalankan sistem pintu otomatis dengan baik. Komunikasi I2C antara kedua mikrokontroler juga berjalan secara stabil dan real-time. Dengan demikian, prototipe elevator ini berhasil mengimplementasikan konsep sistem kendali tertutup (closed-loop) secara efektif dan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem kendali berbasis mikrokontroler.

Kata kunci: *Arduino Uno; Elevator Mini; I2C; Prototipe; Sistem Kendali*

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi sistem kendali dan otomasi telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk pada sistem transportasi vertikal seperti elevator. Elevator merupakan perangkat elektromekanis yang berfungsi untuk memindahkan manusia atau barang antar lantai dalam suatu bangunan secara efisien.

Pada sistem modern, elevator dikendalikan oleh sistem kontrol otomatis yang mengintegrasikan motor penggerak, sensor posisi, serta mekanisme pintu secara terkoordinasi untuk menjamin efisiensi dan keselamatan pengguna (Ullah & Saeed, 2014).

Secara umum, prinsip kerja elevator adalah memindahkan manusia atau barang secara vertikal menggunakan sistem penggerak berupa motor listrik yang dihubungkan dengan katrol dan tali baja. Pada sistem lift traksi yang umum digunakan pada gedung bertingkat, motor listrik memutar katrol (*drive sheave*) sehingga tali baja yang terhubung dengan sangkar lift dan bobot imbang (*counterweight*) akan bergerak. Ketika motor berputar ke satu arah, sangkar lift akan naik dan *counterweight* akan turun, sedangkan jika motor berputar ke arah sebaliknya, sangkar lift akan turun dan *counterweight* akan naik. Penggunaan *counterweight* berfungsi untuk menyeimbangkan beban, mengurangi kerja motor, serta meningkatkan efisiensi energi pada sistem elevator (Tukia et al., 2017).

Dalam konteks pendidikan, konsep kerja elevator dapat direpresentasikan melalui penggunaan mikrokontroler sebagai pusat kendali, salah satunya adalah Arduino Uno. Mikrokontroler ini banyak digunakan karena bersifat *open-source*, mudah diprogram, serta memiliki biaya yang relatif terjangkau (Kadir, 2013). Namun demikian, sistem elevator yang digunakan di industri memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi dan biaya implementasi yang besar, sehingga sulit untuk direalisasikan secara langsung sebagai media pembelajaran di laboratorium.

Permasalahan yang muncul adalah terbatasnya media pembelajaran yang mampu merepresentasikan prinsip kerja elevator secara nyata dan aplikatif. Pembelajaran sistem kendali sering kali hanya dilakukan secara teoritis atau berbasis simulasi, sehingga pemahaman mahasiswa terhadap integrasi antara sensor, aktuator, dan mikrokontroler dalam sistem fisik menjadi kurang optimal (Kumar et al., 2013). Selain itu, masih minimnya prototipe sederhana yang dapat digunakan sebagai alat demonstrasi turut menjadi kendala dalam memahami implementasi sistem kontrol otomatis, khususnya sistem kontrol loop tertutup.

Secara prinsip, sistem kendali yang digunakan pada prototipe elevator ini menerapkan konsep *closed-loop control system*, yaitu sistem kendali yang memanfaatkan umpan balik (*feedback*) dari sensor untuk meningkatkan akurasi dan kestabilan sistem (Colón et al., 2017). Dalam penelitian ini, umpan balik diperoleh dari sensor posisi berupa

limit switch yang dipasang pada setiap lantai untuk mendeteksi keberadaan kabin. Informasi dari sensor tersebut digunakan oleh sistem untuk memastikan kabin berhenti tepat pada lantai tujuan, sehingga meningkatkan keandalan dan presisi sistem elevator.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu prototipe sistem elevator mini yang mampu menggambarkan prinsip kerja elevator secara nyata dan terjangkau. Penelitian ini mengusulkan perancangan sistem elevator mini berbasis dua mikrokontroler Arduino Uno yang berkomunikasi menggunakan protokol I2C. Penggunaan dua mikrokontroler dipilih sebagai solusi atas keterbatasan jumlah pin pada satu perangkat serta sebagai alternatif yang lebih ekonomis dibandingkan penggunaan mikrokontroler dengan spesifikasi lebih tinggi. Dalam sistem ini, Arduino pertama berperan sebagai *master* yang mengendalikan sistem pemilihan lantai melalui tombol kabin dan *hall call*, sedangkan Arduino kedua sebagai *slave* bertugas mengendalikan sensor dan mekanisme pintu otomatis.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun prototipe elevator 4 lantai berbasis Arduino yang mampu bekerja secara otomatis, mengimplementasikan sistem pemilihan lantai, serta mengintegrasikan mekanisme pintu otomatis berbasis sensor sebagai fitur keamanan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai media pembelajaran yang interaktif dan aplikatif dalam memahami sistem kendali otomatis, serta menjadi referensi dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler pada bidang teknik elektro.

KAJIAN TEORITIS

2.1 Elevator

Elevator (lift) merupakan suatu peralatan angkat permanen yang digunakan untuk melayani dua atau lebih tingkat lantai (landing level), yang dilengkapi dengan kabin (car) untuk mengangkut penumpang dan/atau barang. Sistem ini bergerak sepanjang rel pemandu (guide rails) yang kaku, baik secara vertikal maupun sedikit miring dengan kemiringan kurang dari 15° terhadap arah vertikal. Dalam perkembangannya, elevator menjadi salah satu komponen penting dalam sistem transportasi vertikal pada bangunan bertingkat, karena mampu meningkatkan efisiensi mobilitas manusia maupun distribusi barang di dalam gedung.

Berdasarkan metode penggerakannya, elevator dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, di antaranya elevator hidrolik, elevator listrik (traksi), dan elevator pneumatik. Namun, secara umum yang paling banyak digunakan adalah elevator hidrolik dan elevator traksi. Elevator hidrolik bekerja dengan memanfaatkan tekanan fluida (oli) yang dipompa ke dalam silinder untuk menggerakkan piston, sehingga kabin dapat bergerak naik dan turun. Sistem ini umumnya digunakan pada bangunan bertingkat rendah karena memiliki kecepatan yang relatif lebih rendah serta tidak memerlukan counterweight. Di sisi lain, elevator traksi menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama yang dihubungkan dengan sistem katrol (sheave) dan tali baja (rope), serta dilengkapi dengan counterweight sebagai penyeimbang beban. Elevator jenis ini lebih banyak digunakan pada bangunan bertingkat menengah hingga tinggi karena memiliki efisiensi energi yang lebih baik dan kecepatan operasional yang lebih tinggi.

Prinsip kerja elevator traksi didasarkan pada interaksi antara motor listrik, sheave, tali baja, dan counterweight. Motor listrik menghasilkan putaran yang kemudian diteruskan ke sheave sebagai katrol penggerak. Tali baja yang melilit pada sheave akan bergerak akibat gaya gesek yang terjadi, sehingga menggerakkan kabin elevator dan counterweight secara bersamaan dalam arah yang berlawanan. Counterweight berfungsi untuk menyeimbangkan berat kabin beserta sebagian beban, sehingga dapat mengurangi kerja motor dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan. Ketika motor berputar, sheave akan memutar tali baja, menyebabkan kabin bergerak naik atau turun, sementara counterweight bergerak ke arah sebaliknya. Dengan adanya sistem keseimbangan ini, energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan elevator menjadi lebih kecil dan performa sistem menjadi lebih stabil (Janovský, 1999).

2.2 Mikrokontroler Arduino dan Komunikasi I2C

Arduino merupakan salah satu platform mikrokontroler yang широко digunakan dalam berbagai bidang, khususnya dalam pendidikan, penelitian, dan pengembangan sistem *embedded*. Platform ini dirancang untuk memudahkan pengguna, baik dari kalangan pemula maupun profesional, dalam membuat prototipe sistem elektronik tanpa memerlukan pemahaman teknis yang mendalam. Kemudahan penggunaan Arduino didukung oleh lingkungan pemrograman yang sederhana serta tersedianya berbagai contoh program (*example code*) yang membantu pengguna dalam memahami cara kerja dan implementasi fitur pada papan Arduino.

Meskipun dikenal sebagai platform yang mudah digunakan, Arduino memiliki kemampuan perangkat keras yang cukup mumpuni dan sebanding dengan sistem *embedded* pada umumnya. Hal ini menjadikan Arduino tidak hanya digunakan oleh pemula, tetapi juga oleh praktisi dan peneliti dalam mengembangkan berbagai aplikasi berbasis mikrokontroler. Salah satu keunggulan utama Arduino adalah kemampuannya dalam mendukung proses *rapid prototyping*, yaitu pengembangan sistem secara cepat dan efisien.

Arduino merupakan kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Perangkat keras Arduino, seperti Arduino Uno, memiliki harga yang relatif terjangkau serta bersifat *open-source*, sehingga pengguna dapat memodifikasi desain sesuai kebutuhan. Di sisi lain, perangkat lunak Arduino (Arduino IDE) juga bersifat gratis, *open-source*, dan dapat digunakan pada berbagai sistem operasi (*cross-platform*), sehingga memberikan fleksibilitas dalam proses pemrograman.

Kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak ini memungkinkan Arduino digunakan untuk merancang berbagai sistem yang mampu melakukan proses *sensing* (pendeteksian) dan *controlling* (pengendalian) terhadap lingkungan fisik. Dalam implementasinya, Arduino dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor dan aktuator untuk membentuk suatu sistem kendali yang terstruktur dan responsif. Selain itu, Arduino juga didukung oleh komunitas global yang aktif dan kolaboratif, sehingga menyediakan berbagai sumber belajar dan referensi pengembangan sistem.

Salah satu fitur penting pada Arduino adalah kemampuannya dalam melakukan komunikasi antar perangkat, salah satunya melalui protokol Inter-Integrated Circuit (I2C). Komunikasi I2C merupakan protokol komunikasi serial yang banyak digunakan pada sistem berbasis mikrokontroler karena hanya memerlukan dua jalur utama, yaitu Serial Clock (SCL) sebagai sinyal sinkronisasi dan Serial Data (SDA) sebagai jalur pertukaran data.

Pada papan Arduino, jalur I2C telah tersedia pada pin tertentu yang berbeda-beda tergantung jenis papan yang digunakan. Pada Arduino Uno, jalur SDA dan SCL umumnya berada pada pin analog A4 dan A5, sedangkan pada Arduino Mega terletak pada pin digital 20 (SDA) dan 21 (SCL). Perbedaan ini menunjukkan pentingnya mengacu pada dokumentasi resmi dalam menentukan konfigurasi komunikasi.

Dalam sistem komunikasi I2C, terdapat konsep utama yaitu perangkat *master* dan *slave*. Perangkat *master* berfungsi sebagai pengendali utama yang mengatur jalannya komunikasi serta sinkronisasi pertukaran data, sedangkan perangkat *slave* berperan sebagai penerima atau pengirim data sesuai permintaan dari *master*. Setiap perangkat *slave* memiliki alamat (*address*) unik yang digunakan untuk identifikasi selama proses komunikasi, sehingga data yang dikirim dapat diterima oleh perangkat yang tepat.

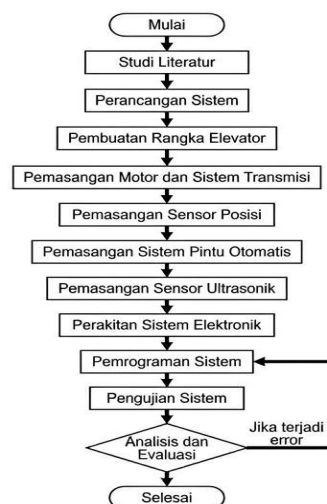
Penggunaan I2C memberikan keuntungan dalam hal efisiensi penggunaan pin dan kemudahan integrasi antar perangkat, karena beberapa perangkat dapat dihubungkan dalam satu jalur komunikasi yang sama. Oleh karena itu, komunikasi I2C sangat cocok diterapkan pada sistem *embedded* yang melibatkan banyak perangkat, seperti pada sistem elevator berbasis Arduino yang menggunakan lebih dari satu mikrokontroler untuk mengatur proses kendali secara terintegrasi (Margolis et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan rekayasa sistem (experimental and prototyping research). Fokus penelitian adalah merancang, membangun, dan menguji sistem elevator berbasis arduino menggunakan komunikasi I2C

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dibawah ini adalah diagram alir penelitian yang menampilkan proses penelitian

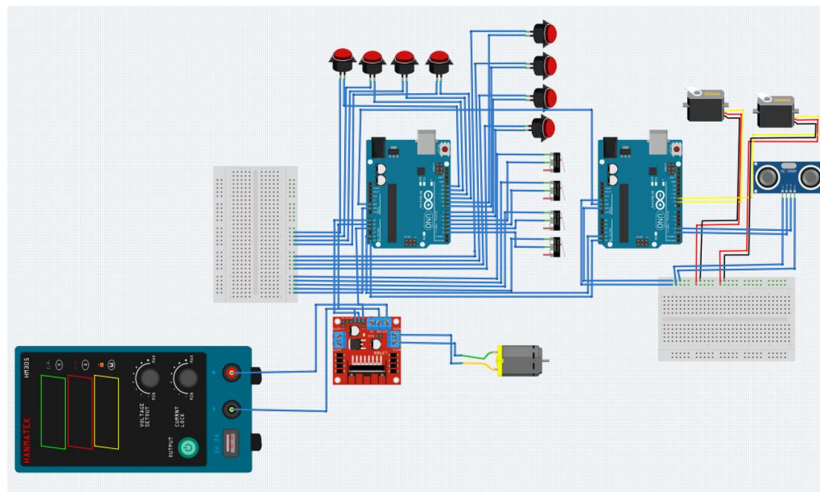


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Desain Penelitian

Sistem elevator mini pada penelitian ini dirancang menggunakan dua buah mikrokontroler Arduino Uno yang saling terhubung melalui komunikasi I2C. Penggunaan dua mikrokontroler bertujuan untuk mengatasi keterbatasan jumlah pin pada satu perangkat serta meningkatkan efisiensi pembagian tugas dalam sistem.

Pada perancangan ini, Arduino pertama berperan sebagai master yang bertanggung jawab dalam mengendalikan sistem pemanggilan elevator, baik dari luar (hall call) maupun dari dalam kabin.



Gambar 2 Wiring Diagram Sistem Elevator mini berbasis Arduino

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, yang berlokasi di Jl. William Iskandar Pasar V, Kenangan Baru, Deli Serdang, Sumatera Utara, selama periode Januari–Maret 2026

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terstruktur untuk memastikan sistem elevator mini dapat dirancang, dibangun, dan diuji dengan baik. Adapun tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi seperti jurnal ilmiah, buku, serta sumber lain yang relevan terkait sistem kendali otomatis, mikrokontroler Arduino Uno, komunikasi I2C, sensor ultrasonik, serta sistem

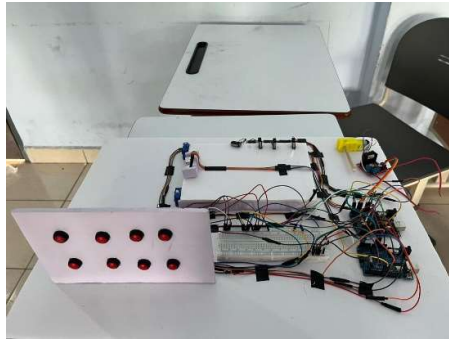
kerja elevator. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh dasar teori serta metode perancangan yang sesuai.

2. Perancangan Sistem
 1. Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem elevator mini yang meliputi:
 2. Perancangan sistem penggerak (motor dan pulley)
 3. Perancangan sistem kontrol berbasis dual Arduino (*master-slave*)
 4. Perancangan sistem input (*push button* kabin dan *hall call*)
 5. Perancangan sistem pintu otomatis berbasis sensor
3. Pemasangan Motor dan Sistem Transmisi
 1. Tahapan ini bertujuan untuk membangun sistem penggerak elevator:
 2. Memasang motor DC pada bagian atas rangka
 3. Memasang pulley pada poros motor
 4. Menghubungkan tali dengan kabin elevator
 5. Melakukan pengujian awal dengan menghubungkan motor ke sumber 12V untuk memastikan kabin dapat bergerak naik dan turun dengan baik
4. Pemasangan Sensor Posisi (Limit Switch)
 1. Limit switch dipasang pada setiap lantai sebagai penanda posisi kabin:
 2. Setiap lantai dipasang satu limit switch
 3. Posisi sensor diatur agar tertekan saat kabin sejajar dengan lantai
 4. Dilakukan pengujian menggunakan multimeter untuk memastikan sensor bekerja dengan baik
5. Pemasangan Sistem Pintu Otomatis
 1. Sistem pintu dirancang menggunakan motor servo:
 2. Memasang motor servo pada mekanisme pintu kabin
 3. Menghubungkan servo dengan pintu geser
 4. Mengatur sudut kerja servo (0° untuk menutup dan 90° untuk membuka)
 5. Melakukan pengujian awal menggunakan program sederhana pada Arduino
6. Pemasangan Sensor Ultrasonik
 1. Sensor ultrasonik digunakan sebagai pendeteksi objek pada area pintu:
 2. Sensor dipasang di bagian depan pintu kabin
 3. Dilakukan pengujian untuk memastikan sensor mampu mendeteksi objek dengan baik sebelum diintegrasikan ke sistem utama
7. Perakitan Sistem Elektronik

1. Pada tahap ini dilakukan integrasi seluruh komponen elektronik, meliputi:
 2. Menghubungkan *push button* ke Arduino master
 3. Menghubungkan limit switch ke sistem kontrol
 4. Menghubungkan sensor ultrasonik dan servo ke Arduino slave
 5. Menghubungkan kedua Arduino menggunakan komunikasi I2C
 6. Menyusun rangkaian driver motor untuk penggerak elevator
- 8. Pemrograman Sistem**
1. Tahapan ini meliputi pembuatan dan pengujian program:
 2. Pemrograman Arduino master untuk mengatur logika pemilihan lantai
 3. Pemrograman Arduino slave untuk mengontrol pintu otomatis dan sensor
 4. Implementasi komunikasi I2C antara master dan slave
 5. Pengujian komunikasi data antar mikrokontroler
- 9. Pengujian Sistem**
1. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara keseluruhan, dengan beberapa parameter sebagai berikut:
 2. Respon sistem terhadap input tombol (*hall call* dan kabin)
 3. Ketepatan posisi berhenti elevator pada setiap lantai
 4. Kinerja sistem pintu otomatis (buka/tutup)
 5. Respon sensor ultrasonik terhadap keberadaan objek
 6. Sinkronisasi komunikasi antara Arduino master dan slave
- 10. Analisis dan Evaluasi**
1. Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui:
 2. Tingkat keberhasilan sistem
 3. Kendala atau error yang terjadi

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum Sistem



Gambar 3 Sistem Elveator berbasis I2C

Sistem elevator yang dirancang merupakan prototipe elevator mini berbasis mikrokontroler yang menggunakan dua buah Arduino Uno yang saling terhubung melalui komunikasi Inter-Integrated Circuit (I2C). Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sistem input (*push button*), sistem penggerak (motor DC dan pulley), sensor posisi (*limit switch*), sensor ultrasonik, serta sistem pintu otomatis berbasis motor servo.

Secara umum, sistem bekerja dengan konsep *master-slave*, di mana Arduino master bertugas sebagai pengendali utama yang memproses input dari pengguna, sedangkan Arduino slave bertugas menjalankan fungsi tambahan seperti pengendalian pintu dan pembacaan sensor ultrasonik.

Cara kerja sistem elevator dimulai ketika pengguna menekan tombol pemilihan lantai (*hall call* atau tombol kabin). Sinyal dari tombol tersebut diterima oleh Arduino master sebagai input, kemudian diproses untuk menentukan tujuan lantai yang dipilih. Selanjutnya, Arduino master mengaktifkan motor DC melalui driver motor untuk menggerakkan kabin elevator naik atau turun sesuai dengan posisi tujuan.

Selama proses pergerakan, sistem membaca kondisi sensor posisi berupa *limit switch* yang dipasang pada setiap lantai. Sensor ini berfungsi sebagai umpan balik (*feedback*) untuk mendeteksi posisi kabin secara real-time. Ketika kabin mencapai lantai yang dituju, *limit switch* akan aktif dan memberikan sinyal kepada Arduino master untuk menghentikan motor, sehingga kabin berhenti tepat pada posisi yang diinginkan.

Setelah elevator berhenti, Arduino master akan mengirimkan perintah kepada Arduino slave melalui komunikasi I2C untuk mengaktifkan sistem pintu otomatis. Arduino slave kemudian menggerakkan motor servo untuk membuka pintu kabin. Pada saat pintu terbuka, sensor ultrasonik akan bekerja untuk mendeteksi keberadaan objek di

sekitar pintu. Jika terdeteksi adanya objek, maka pintu akan tetap terbuka sebagai bentuk sistem keamanan.

Setelah kondisi aman, pintu akan ditutup kembali oleh servo, dan sistem kembali ke kondisi siaga untuk menerima perintah berikutnya. Dengan demikian, keseluruhan sistem elevator bekerja secara terintegrasi melalui koordinasi antara sistem kendali, sensor, aktuator, serta komunikasi antar mikrokontroler menggunakan I2C.

2. Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja prototipe elevator berbasis dua buah Arduino Uno yang terhubung melalui komunikasi I2C. Pengujian dilakukan terhadap beberapa aspek utama, yaitu respon sistem terhadap input, respon limit switch ketika ditekan terhadap motor dc, kinerja pintu otomatis, respon sensor ultrasonik, serta komunikasi antar mikrokontroler.

Dibawah ini adalah tabel pengujian untuk mengetahui respon input tombol (hall call dan tombol kabin).

Tabel 1 Pengujian Respon Tombol Input hall call dan Kabin

No	Tombol Ditekan	Respon Sistem	Waktu Respon	Keterangan
1	Lantai 1	Elevator bergerak	< 1 detik	Normal
2	Lantai 2	Elevator bergerak	< 1 detik	Normal
3	Lantai 3	Elevator bergerak	< 1 detik	Normal
4	Lantai 4	Elevator bergerak	< 1 detik	Normal

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu merespon input tombol dengan baik dan cepat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali pada Arduino master bekerja secara optimal dalam memproses input pengguna.

Dibawah ini adalah tabel pengujian untuk mengetahui sistem kendali motor berdasarkan limit switch

Tabel 2 Respon Limit Switch terhadap Motor DC

No	Kondisi Limit Switch	Kondisi Motor	Waktu Respon	Keterangan
1	Tidak ditekan	Motor berputar	-	Normal
2	Ditekan	Motor berhenti	< 1 detik	Sesuai
3	Dilepas	Motor tetap berhenti	-	Stabil

Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu menghentikan motor DC secara langsung ketika limit switch ditekan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil menerapkan mekanisme umpan balik (feedback) dari sensor ke mikrokontroler.

Ketika limit switch aktif, sinyal input yang diterima oleh Arduino digunakan sebagai kondisi untuk menghentikan keluaran berupa motor DC. Respon sistem yang cepat menunjukkan bahwa proses pembacaan sensor dan eksekusi kontrol berjalan dengan baik.

Dengan demikian, sistem ini dapat dikategorikan sebagai sistem kendali tertutup (closed-loop control system), karena terdapat pengaruh langsung dari keluaran (posisi motor/kabin) terhadap masukan melalui sensor.

Setelah itu dilakukan pengujian sistem pintu otomatis, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa:

1. Pintu terbuka saat elevator berhenti
2. Pintu tertutup kembali setelah beberapa detik
3. Tidak terjadi kegagalan pada servo

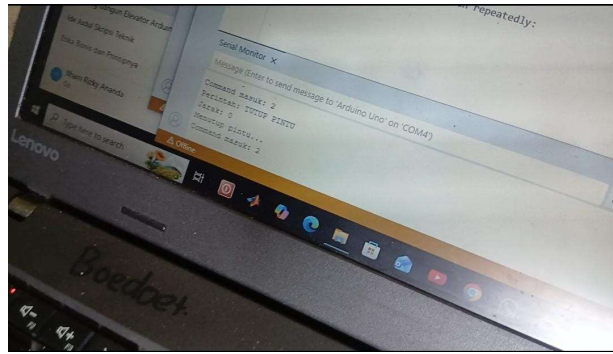
Ini menunjukan bahwa motor servo mampu bekerja dengan baik dalam membuka dan menutup pintu sesuai perintah dari sistem, menunjukkan bahwa kontrol aktuator berjalan dengan stabil.

Pengujian komunikasi Inter-Integrated Circuit (I2C) dilakukan untuk memastikan bahwa proses pertukaran data antara dua buah Arduino Uno, yaitu sebagai master dan slave, dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan sistem.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang dikirim oleh Arduino master berhasil diterima oleh Arduino slave dengan baik. Hal ini ditandai dengan tampilan pada *Serial Monitor* yang terhubung dengan Arduino slave.

Ketika Arduino master mengirimkan perintah membuka pintu, pada *Serial Monitor* Arduino slave akan muncul tampilan “pintu terbuka”

Sedangkan ketika Arduino master mengirimkan perintah menutup pintu, pada *Serial Monitor* Arduino slave akan menampilkan “pintu tertutup”



Gambar 4 Serial Monitor yang menampilkan Komunikasi antara Arduino Master dan Slave

Berdasarkan hasil pengujian, komunikasi I2C antara Arduino master dan slave dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan perancangan sistem. Keberhasilan pengiriman data ditunjukkan oleh kesesuaian antara data yang dikirim oleh master dengan data yang diterima dan ditampilkan oleh slave.

Sistem komunikasi ini menunjukkan bahwa mekanisme *master-slave* pada I2C mampu digunakan untuk mengendalikan perangkat lain secara terintegrasi, dalam hal ini adalah sistem pintu otomatis pada elevator. Selain itu, respon yang cepat dan tanpa error menunjukkan bahwa komunikasi berlangsung secara real-time dan stabil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, sistem elevator berbasis dua buah Arduino Uno dengan komunikasi I2C telah berhasil diimplementasikan dan mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem kendali yang dirancang mampu merespon input dengan baik, menggerakkan motor secara terkendali, serta menghentikan pergerakan motor secara otomatis berdasarkan sinyal dari *limit switch* sebagai umpan balik. Selain itu, komunikasi I2C antara Arduino master dan slave berjalan dengan baik, yang ditunjukkan oleh keberhasilan pengiriman data perintah yang ditampilkan melalui *Serial Monitor*. Sistem pintu otomatis juga dapat berfungsi sesuai dengan kondisi yang diharapkan, termasuk dalam merespon keberadaan objek melalui sensor ultrasonik. Secara keseluruhan, sistem menunjukkan kinerja yang stabil dan mampu merepresentasikan konsep sistem kendali elevator secara aplikatif.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya sistem kendali yang digunakan masih bersifat sederhana tanpa menggunakan

metode kontrol lanjutan seperti PID, serta masih terdapat potensi ketidaktepatan posisi akibat faktor mekanik dan respon sensor. Selain itu, sistem belum mengimplementasikan pengukuran kecepatan atau posisi secara lebih presisi seperti menggunakan encoder. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan sistem kendali yang lebih kompleks dan akurat, meningkatkan kualitas mekanik, serta menambahkan fitur pemantauan dan kontrol yang lebih canggih. Pengembangan lebih lanjut juga dapat diarahkan pada penerapan sistem ini dalam skala yang lebih realistis atau terintegrasi dengan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan fungsionalitas dan fleksibilitas sistem.

DAFTAR REFERENSI

- Colón, D., Cunha Jr, A., Kaczmarczyk, S., & Balthazar, J. M. (2017). On dynamic analysis and control of an elevator system using polynomial chaos and Karhunen–Loève approaches. *Procedia Engineering*, 199, 1629–1634. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.321>
- Kadir, A. (2013). *Panduan praktis mempelajari aplikasi mikrokontroler dan pemrogramannya menggunakan Arduino*. Andi.
- Kumar, A., Fernando, S., & Panicker, R. C. (2013). Project-based learning in embedded systems education using an FPGA platform. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 407–415. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2244600>
- Janovský, L. (1999). *Elevator mechanical design*. Elevator World Inc.
- Margolis, M., Jepson, B., & Weldin, N. R. (2020). *Arduino cookbook: Recipes to begin, expand, and enhance your projects* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Tukia, T., Uimonen, S., Siikonen, M.-L., Hakala, H., & Lehtonen, M. (2017). A study for improving the energy efficiency of lifts with adjustable counterweighting. *Building Services Engineering Research and Technology*, 38(4), 421–435. <https://doi.org/10.1177/0143624417700901>
- Ullah, M. A., & Saeed, M. A. (2014). Design and implementation of efficient elevator control system using FPGA. *International Journal of Innovative and Applied Studies*, 9(4), 1541.