



Implementasi Sistem Deteksi Otomatis untuk Keamanan Lift pada Studi Kasus *Sling Putus*

Muhammad Ricky Firmansyah^{1*}, Yoedo Ageng Suryo²

¹⁻² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Email : rickyfirmansyah1702@gmail.com¹, mryoedo@umg.ac.id²

Alamat: Universitas Muhammadiyah Gresik, JL. Sumatera No.101, Randuagung, Gresik, 61121

Korespondensi penulis: rickyfirmansyah1702@gmail.com *

Abstract: This study aims to develop an automatic detection system to improve lift safety through early detection and rapid response to sling failure. The research method uses an experimental approach by designing a 3-story lift prototype that integrates a Raspberry Pi Pico microcontroller as the main processing unit, an HC-SR04 ultrasonic sensor to detect lift position, a limit switch to detect sling failure, and a mechanical braking system using a servo motor. The system is equipped with an I2C LCD for real-time display, Telegram notifications for remote monitoring, and a buzzer alarm as an early warning. The test results show that the ultrasonic sensor has a high accuracy of 97.58% with an average error of 2.42%. The system successfully detects sling failure and activates mechanical braking automatically, preventing the basket from falling freely and allowing it to stop on the nearest floor. All control functions such as navigation buttons, motor rotation direction, and limit switch accuracy work well. This system provides an innovative solution to improve elevator safety through the integration of automatic detection technology, real-time monitoring, and direct physical response that can be applied to the development of future elevator safety technology.

Keywords: Automatic Detection System, Steel Sling Failure, Automatic Detection, Raspberry Pi Pico, Ultrasonic Sensor

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi otomatis untuk meningkatkan keamanan lift melalui deteksi dini dan respons cepat terhadap kegagalan sling. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental dengan merancang *prototype* lift 3 lantai yang mengintegrasikan mikrokontroler Raspberry Pi Pico sebagai unit pemroses utama, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi posisi lift, *limit switch* untuk mendeteksi kegagalan sling, dan sistem pengereman mekanis menggunakan motor servo. Sistem dilengkapi dengan LCD I2C untuk tampilan *real-time*, notifikasi Telegram untuk monitoring jarak jauh, dan alarm *buzzer* sebagai peringatan dini. Hasil pengujian menunjukkan sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi sebesar 97,58% dengan *error* rata-rata 2,42%. Sistem berhasil mendeteksi kegagalan *sling* dan mengaktifkan pengereman mekanis secara otomatis, mencegah keranjang jatuh bebas dan memungkinkan berhenti di lantai terdekat. Seluruh fungsi kontrol seperti tombol navigasi, arah putaran motor, dan akurasi *limit switch* bekerja dengan baik. Sistem ini memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan keamanan lift melalui integrasi teknologi deteksi otomatis, monitoring *real-time*, dan respons fisik langsung yang dapat diterapkan untuk pengembangan teknologi keselamatan lift di masa depan.

Kata kunci: Sistem Deteksi Otomatis, Kegagalan Sling Baja, Deteksi Otomatis, Raspberry Pi Pico, Sensor ultrasonik

1. LATAR BELAKANG

Lift merupakan alat transportasi vertikal yang memiliki fungsi vital dalam mendukung mobilitas manusia, mulai dari memindahkan barang, maupun untuk mempermudah pergerakan antar lantai (Syed, Alshamsi, Dahaghi, & Neghabhan, 2022). Keberadaan lift sangat membantu terutama pada gedung-gedung bertingkat tinggi di perkotaan, sehingga meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna dalam menjalankan aktivitas sehari-hari (Priambodo, Nursanti, & Laksmiana, 2021). kebutuhan akan lift menjadi sangat krusial terutama pada gedung bertingkat,

pusat perbelanjaan, perkantoran, dan fasilitas umum lainnya. Lift memiliki berbagai jenis fungsi, yakni lift penumpang (*Passanger lift*), lift barang (*Cargo lift*), lift service (*Service lift*) (Nursalim, Sampeallo, & Sengaji, 2024). Penggunaan lift yang semakin luas, masalah keamanan dalam penggunaan lift menjadi hal yang perlu diperhatikan. Salah satu ancaman serius dalam penggunaan lift adalah kegagalan pada sistem penggerak lift yang mayoritas menggunakan *sling* baja. *Sling* baja berperan menjadi penopang beban pada list secara langsung. *Sling* baja berpotensi mengalami keausan, kerusakan, bahkan putus apabila tidak dilakukan perawatan secara rutin (Xue, Shen, Shao, Chen, & Miao, 2019).

Pentingnya perawatan secara intensif melalui inspeksi secara berkala menjadi upaya untuk menjaga keamanan pada penggunaan lift (Cahyani, Zulkarnain, & Anggoman, 2023). Fitur keselamatan konvensional yang ada pada lift seringkali dinilai kurang efektif. Sistem deteksi otomatis yang mengintegrasikan sensor posisi, limit switch, dan mekanisme pengereman otomatis dapat meningkatkan tingkat keamanan lift secara signifikan. Dengan kemampuan deteksi dini dan aksi langsung, risiko kecelakaan akibat putusnya sling dapat diminimalisir.

Sistem manual, seperti rem darurat atau prosedur evakuasi standar, memerlukan intervensi pengguna yang terkadang tidak terlatih untuk menghadapi situasi darurat. Hal ini memperbesar resiko jika terjadi kecelakaan seperti sling putus secara mendadak (Napitupulu, 2024). Kerusakan sling lift sering terjadi akibat kelebihan beban, kesalahan pemasangan, usia komponen yang lama, kurangnya perawatan, dan faktor lingkungan korosif (Priambodo et al., 2021). Hal ini mendorong perlunya pengembangan sistem deteksi otomatis untuk meningkatkan keamanan lift melalui deteksi dini dan peringatan cepat kepada pengguna.

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi Pico sebagai pusat pengendalian sistem yang memiliki keunggulan dalam pemrosesan data, fleksibel dan harga yang terjangkau (Ooko, 2019). Sistem ini yang mengintegrasikan sensor limit switch untuk mendeteksi kegagalan sling dan sensor ultrasonik untuk menentukan posisi lift. Sistem dilengkapi alarm peringatan dan LCD I2C untuk menampilkan informasi kondisi lift secara real-time, memungkinkan pengelola mengambil tindakan cepat demi keselamatan pengguna (Marwanto, Suharjanto, & Jeniyansah, 2024). Selain itu pada penelitian ini menggunakan media Telegram untuk pengiriman notifikasi secara real time (Sanaris & Suharjo, 2020).

Keunggulan penelitian ini terletak pada integrasi sistem monitoring dengan notifikasi real-time melalui Telegram dan penerapan sistem pengereman otomatis berbasis elektro mekanis yang aktif saat kegagalan terdeteksi. Sistem ini tidak hanya mendeteksi masalah tetapi juga memberikan respons fisik langsung dan komunikasi jarak jauh secara terpadu. Implementasi

ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan lift secara signifikan dan membuka peluang pengembangan teknologi keselamatan lift di masa depan.

Keamanan lift menjadi aspek yang sangat penting mengingat tingginya frekuensi penggunaan lift dalam aktivitas sehari-hari di gedung bertingkat. Kegagalan komponen kritis seperti putusnya sling baja dapat menyebabkan kecelakaan yang berakibat fatal, termasuk cedera serius dan kematian pengguna. Meskipun sudah ada berbagai standar keselamatan, insiden akibat kegagalan sling masih terjadi, terutama di fasilitas yang menggunakan teknologi konvensional tanpa sistem deteksi dini. Oleh karena itu, pengembangan sistem deteksi otomatis yang mampu memberikan peringatan dan respons cepat saat terjadi kegagalan menjadi sangat mendesak untuk meminimalkan risiko kecelakaan dan meningkatkan keselamatan pengguna lift. Implementasi teknologi ini juga berkontribusi pada pengawasan real-time dan perawatan preventif, yang sangat dibutuhkan dalam era digitalisasi layanan transportasi vertikal.

Penelitian ini menghadirkan inovasi berupa sistem deteksi otomatis yang mengintegrasikan mikrokontroler Raspberry Pi Pico dengan sensor ultrasonik dan limit switch untuk mendeteksi kegagalan sling secara real-time, sekaligus mengaktifkan mekanisme pengereman otomatis. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur monitoring jarak jauh melalui notifikasi Telegram dan tampilan LCD I2C, yang belum banyak diterapkan secara terpadu dalam teknologi keamanan lift saat ini. Pendekatan prototipe tiga lantai yang dikembangkan memungkinkan simulasi kondisi nyata dan pengujian komprehensif terhadap respons sistem saat terjadi kegagalan. Dengan menggabungkan deteksi dini, kontrol mekanis otomatis, dan komunikasi digital, sistem ini menawarkan solusi lengkap dan inovatif yang dapat meningkatkan standar keselamatan lift secara signifikan.

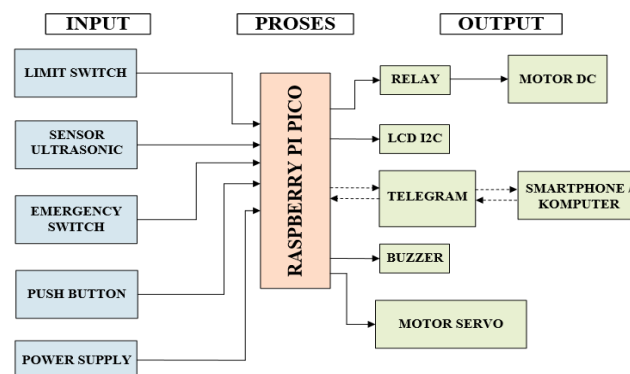
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan berupa eksperimen dengan tahapan perancangan sistem lift 3 lantai, perancangan hardware, perancangan software menggunakan telegram, kalibrasi sensor ultrasonik, pengujian keakuratan posisi lift, serta sistem proteksinya ketika terjadi kegagalan pada saat sling putus.

Diagram Blok Sistem Lift

Sistem deteksi otomatis untuk keamanan lift 3 lantai ini dirancang menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi Pico, sensor ultrasonik, limit switch, dan push button sebagai parameter ketinggian sekaligus input pada sistem. pada bagian output, terdapat relay yang digunakan sebagai pengontrol motor DC, LCD I2C untuk menampilkan posisi lift, buzzer sebagai alarm ketika terjadi anomali atau kegagalan sling, motor sebagai penggerak lift, motor

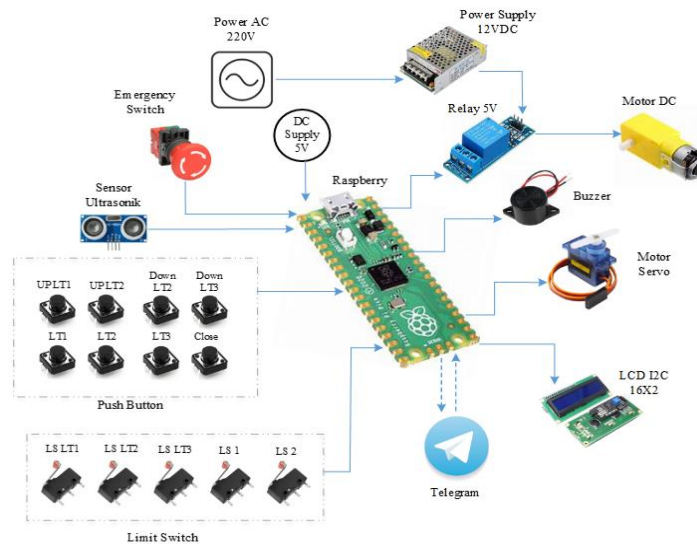
servo sebagai penggerak pintu lift, dan telegram sebagai monitoring kinerja lift. Semua komponen tersebut saling terintegrasi satu sama lain, sehingga pembacaan oleh input akan diproses pada mikrokontroler Raspberry Pi Pico, di dalam mikrokontroler inilah nantinya program disesuaikan yang dilengkapi dengan algoritma lift 3 lantai serta prioritas lantainya, aktuator digunakan untuk menggerakkan lift serta membuka pintu lift (Thothadri, 2021). Data pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD I2C dan telegram. Pada sistem deteksi otomatis untuk keamanan lift 3 lantai ini, terdapat 3 tahapan penting, yaitu input, proses, dan output sebagaimana dilihat pada diagram blok Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Lift 3 Lantai.

Desain Hardware

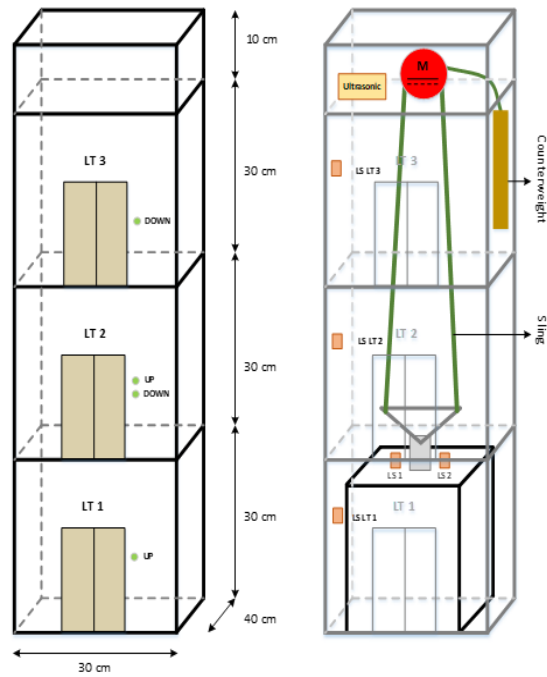
Pada desain hardware ini, terdapat 2 jenis tegangan, yaitu AC dan DC yang digunakan untuk mengaktifkan mikrokontroler, power supply, serta aktuator. Input pada sistem lift ini meliputi tombol dan sensor, adapun sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian lift yaitu sensor ultrasonik yang bekerja berdasarkan gelombang suara melalui TX dan RX (Purwanto, Riyadi, Astuti, & Kusuma, 2019), sedangkan tombol yang digunakan berupa emergency stop sebagai tombol darurat ketika terjadi kegagalan dalam sistem lift (Kurniawan, 2008), push button sebagai tombol untuk memanggil keranjang lift menuju lantai yang diinginkan, serta limit switch atau saklar mekanis sebagai pendeteksi benda bergerak, dalam hal ini adalah posisi keranjang lift (Hutajulu, 2021). Sumber tegangan pada aktuator dipisahkan dengan sumber tegangan mikrokontroler agar tidak terjadi interferensi yang menyebabkan pembacaan sensor kurang akurat (Mappa & Jamlean, 2019). Data Pembacaan sensor akan diolah menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi Pico yang kemudian ditampilkan pada LCD I2C dan telegram sebagai monitoring, data tersebut juga digunakan untuk mengaktifkan aktuator. Adapun desain hardware sistem lift 3 lantai dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



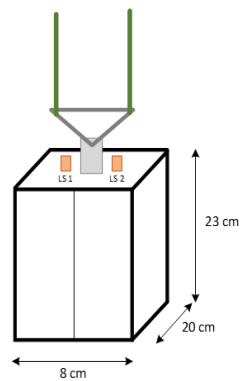
Gambar 2. Desain *Hardware* Sistem Lift 3 Lantai.

Desain Layout

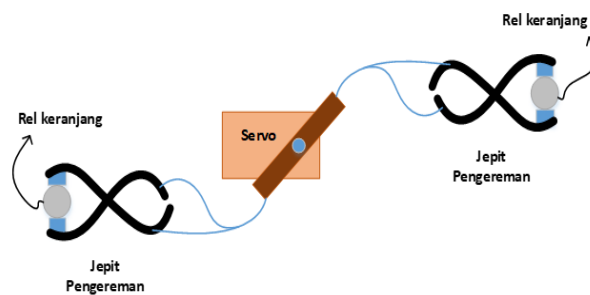
Pada desain layout sistem lift 3 lantai yang ditunjukkan pada Gambar 3, sistem ini mengacu pada desain lift manusia yang umum digunakan, terdapat penggerak berupa motor, tombol untuk menentukan tujuan lift, serta counterweight sebagai penyeimbang pada keranjang lift sekaligus pemberat agar kinerja motor tidak terlalu besar saat digunakan untuk mengangkat keranjang (Akbar, Veranika, & Fauzie, 2024). Dimensi dari prototype lift ini yaitu 30 x 40 x 100 cm dengan ukuran masing-masing lantai 30 x 40 x 30 cm. Sensor ultrasonik ditempatkan pada bagian atas agar dapat menentukan ketinggian posisi keranjang. Pada Gambar 4, terdapat 2 limit switch yang terpasang secara paralel pada keranjang dengan dimensi 8x20x23 cm, 2 limit switch tersebut digunakan sebagai pengirim sinyal pada Raspberry Pi Pico apabila sling pada lift terputus, limit switch akan tertekan oleh ujung triangle ketika salah satu atau kedua sling putus. Setelah sinyal dikirimkan oleh limit switch maka Raspberry Pi Pico akan memerintahkan motor servo untuk aktif, sehingga motor servo akan menjepit rel bagian kanan dan kiri dengan sangat akurat akibat pengaturan sudut pada program (Ujianto, 2023). Desain pengereman dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Desain *Layout* Sistem Lift 3 Lantai.



Gambar 4. Desain Keranjang Sistem Lift 3 Lantai.



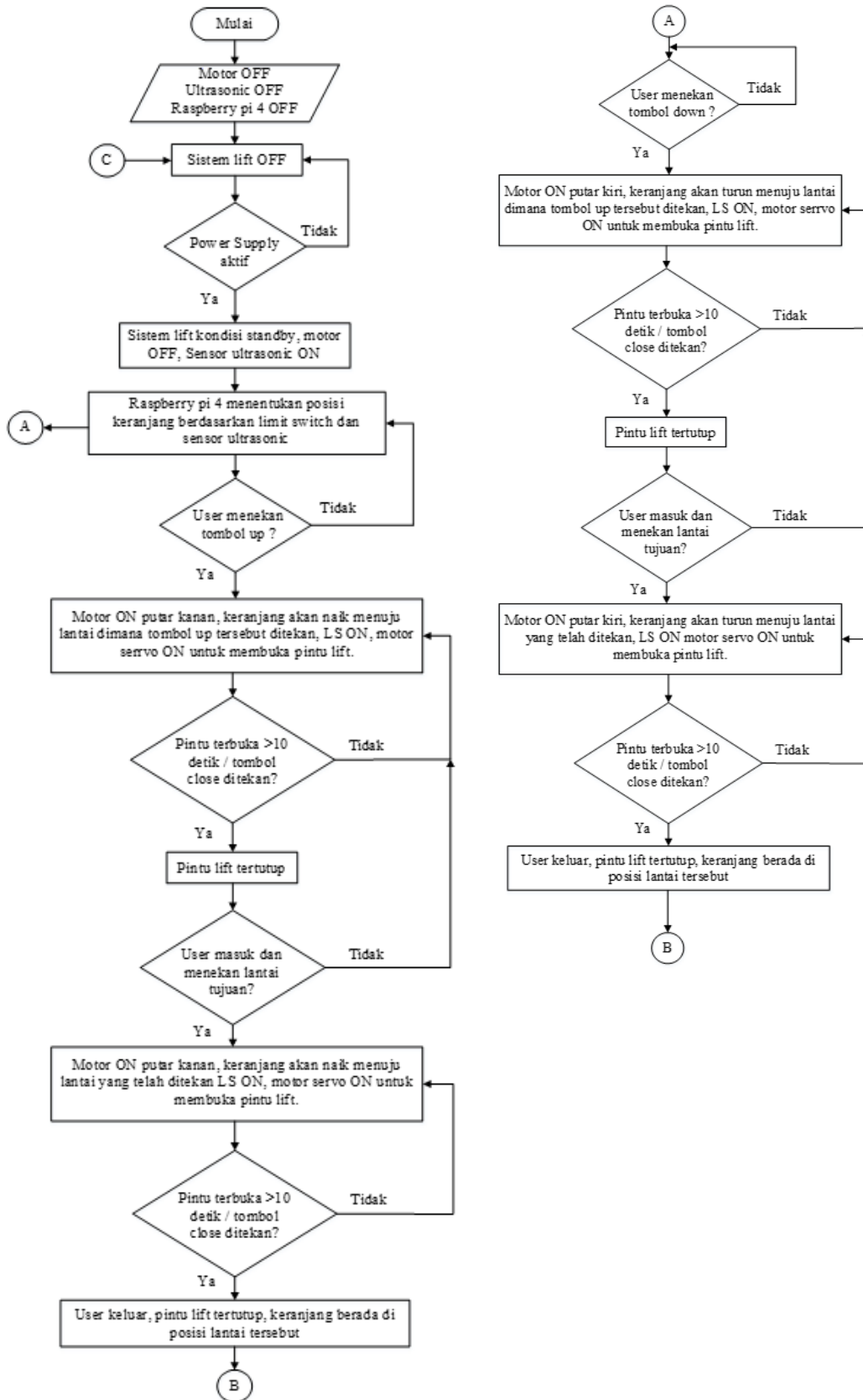
Gambar 5. Desain Pengereman Mekanis.

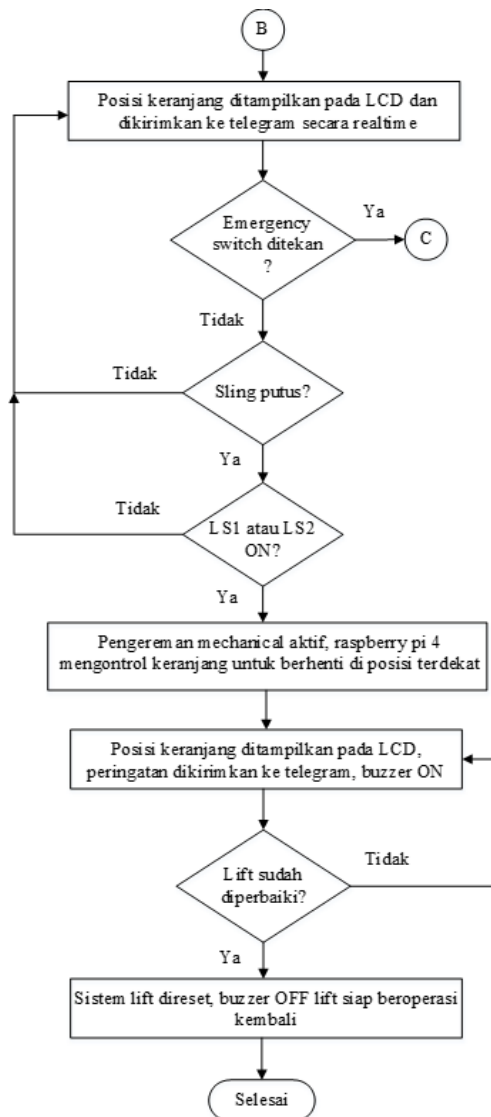
Flowchart Prinsip Kerja Lift

Prinsip kerja sistem lift 3 lantai dengan proteksi pada kegagalan sling dapat dilihat pada Gambar 6. Sistem keranjang lift otomatis mengimplementasikan algoritma kontrol terintegrasi dengan Raspberry Pi Pico sebagai unit pemroses utama, sensor ultrasonik, motor servo, dan limit switch. Sistem dimulai dengan inisialisasi seluruh komponen dalam kondisi OFF dan melakukan evaluasi catu daya untuk penilaian efisiensi dan kualitas pada catu daya. Jika catu daya tidak tersedia, sistem mempertahankan kondisi standby dengan motor OFF dan sensor ultrasonik aktif untuk monitoring.

Ketika sistem aktif, Raspberry Pi Pico akan menentukan posisi keranjang berdasarkan input limit switch dan sensor ultrasonik. Pada operasi naik, aktivasi tombol up menggerakkan motor searah jarum jam dengan keranjang naik ke lantai tujuan. Motor servo mengontrol buka-tutup pintu dengan timer >10 detik atau hingga tombol close ditekan. Setelah pengguna masuk dan memilih lantai, keranjang bergerak ke posisi yang ditentukan. Operasi turun mengikuti prinsip serupa dengan motor berputar berlawanan arah jarum jam.

Sistem monitoring menampilkan posisi keranjang realtime pada LCD dan mengirim ke telegram. Bot telegram dimanfaatkan sebagai cara untuk memonitoring lift (Sanaris & Suharjo, 2020). Emergency switch digunakan untuk menghentikan operasi saat terjadi gangguan darurat dan mengembalikan ke kondisi standby. Saat sistem mendeteksi kondisi sling putus, maka limit switch mengirimkan sinyal untuk dilakukan pengereman secara mekanis, buzzer aktif. Setelah mencapai tujuan, sistem menampilkan posisi di LCD, mengirim notifikasi telegram, kemudian melakukan reset untuk kembali ke kondisi siap beroperasi. Algoritma ini memastikan operasi yang efisien, aman, dan responsif dengan monitoring berkelanjutan terhadap seluruh parameter sistem.





Gambar 6. Flowchart Sistem Lift 3 Lantai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Desain Lift 3 Lantai

Hasil desain lift 3 lantai dengan proteksi keamanan sling putus, dapat dilihat pada Gambar 7. Tombol operasi lantai yang seharusnya diletakkan di dalam lift, pada penelitian ini ditempatkan terpisah pada box kecil bersamaan dengan LCD I2C dan *buzzer*. Hal ini dilakukan agar pengondisian lift lebih mudah ketika terjadi permasalahan saat uji coba. Dengan adanya pengereman mekanis yang dilakukan oleh motor servo, lift akan menjadi lebih aman. Terdapat tombol *reset* yang digunakan untuk memulihkan kinerja sistem setelah terjadi kegagalan dalam pengoperasian maupun sling putus. Posisi lift dan ketinggian lift dapat dilihat pada LCD I2C. Pada lantai 1 terdapat *push button up* yang digunakan untuk naik, pada lantai 2 terdapat 1 *push*

button up untuk naik dan 1 *push button down* untuk turun, sedangkan pada lantai 3 hanya ada *push button down* untuk turun.



Gambar 7. Hasil Desain *Prototype* Lift 3 Lantai dengan Proteksi *Sling* Putus.

Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04 perlu dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara sensor dengan alat ukur standar yaitu penggaris. Sensor ini memiliki *range* pengukuran yang cukup lebar jika digunakan untuk skala *prototype*, yaitu berkisar 2 cm hingga 400 cm sehingga sering digunakan untuk proyek DIY (Salsabila, 2024). Setelah dilakukan kalibrasi secara matematis melalui program, di dapatkan hasil pengujian sensor ultrasonik yang dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk mencari *error* yang terjadi pada sensor, menggunakan persamaan (1), dan untuk mencari akurasi sensor digunakan persamaan (2).

$$Error (\%) = \frac{|Alat ukur standar - Nilai sensor|}{Alat ukur standar} \quad (1)$$

$$Akurasi (\%) = 100\% - Error (\%) \quad (2)$$

Tabel 1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak sensor (cm)	Jarak penggaris (cm)	Error (%)	Akurasi (%)
45	43,9	2,48	97,52
38	37,2	2,19	97,81
41	40	2,51	97,49

27	26,3	2,43	97,47
19	17,9	2,48	97,52

Setelah dilakukan kalibrasi, diketahui bahwa sensor ultrasonik ini memiliki rata-rata error yang kecil yaitu sebesar 2,42% dan rata-rata *accuracy* yang tinggi mencapai 97,58%. Hal ini selaras dengan pernyataan bahwa sensor ultrasonik memiliki *error* kecil yaitu berkisar 2,48% dan memiliki akurasi sebesar 97% (Purwanto et al., 2019)(Frima Yudha & Sani, 2019)

Pengujian Keakuratan Keranjang

Hasil pengujian keakuratan posisi keranjang dapat dilihat pada Tabel 2. Ketika posisi keranjang berada pada lantai 1, maka LS lt1 akan tertekan *On* untuk mengirimkan sinyal bahwa keranjang telah berada pada lantai 1, sedangkan untuk LS lt 2 dan 3 harus dalam keadaan *Off* agar sistem dapat mengidentifikasi posisi keranjang. Posisi LS dipasang pada lantai 1, 2, dan 3 pada sebelah kiri keranjang. Berdasarkan tabel pengujian, posisi keranjang dengan LS lantai yang aktif telah sesuai dan tidak menunjukkan kegagalan sistem akibat salah posisi.

Tabel

Posisi Keranjang	Kondisi Limit Switch			Keterangan
	LS lt1	LS lt2	LS lt3	
Lantai 1	On	Off	Off	Sesuai
Lantai 2	Off	On	Off	Sesuai
Lantai 3	Off	Off	On	Sesuai
Lantai 1	On	Off	Off	Sesuai
Lantai 3	Off	Off	On	Sesuai

2.

Pengujian Keakuratan Posisi Keranjang

Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian keakuratan posisi keranjang lift berdasarkan kondisi limit switch (LS) pada masing-masing lantai. Limit switch dipasang pada tiap lantai untuk mendeteksi posisi keranjang saat berada di lantai 1 (LS lt1), lantai 2 (LS lt2), dan lantai 3 (LS lt3). Dari data pengujian, terlihat bahwa saat keranjang berada di lantai 1, limit switch LS lt1 aktif (*On*) sementara LS lt2 dan LS lt3 dalam kondisi tidak aktif (*Off*), menandakan posisi keranjang terdeteksi dengan tepat. Kondisi serupa juga terjadi pada lantai 2 dan lantai 3, di mana limit switch yang sesuai dengan lantai tersebut menunjukkan status aktif, sedangkan limit switch di lantai lainnya tetap tidak aktif. Pengujian yang dilakukan berulang, seperti posisi keranjang di lantai 1 dan lantai 3, memberikan hasil yang konsisten dengan kondisi limit switch

yang akurat. Hal ini mengindikasikan bahwa pemasangan dan fungsi limit switch dalam sistem prototipe lift berjalan dengan baik dan dapat diandalkan untuk mendeteksi posisi keranjang secara tepat. Keakuratan deteksi posisi ini sangat penting untuk mengatur mekanisme pengendalian lift, memastikan bahwa pergerakan motor dan pengereman bekerja sesuai dengan posisi sebenarnya, sehingga meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna.

Pengujian Sling Putus

Pengujian *sling* putus perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja dari pengereman mekanis sekaligus mengetahui kinerja sistem lift secara keseluruhan, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 2 sling yaitu sling 1 sebelah kiri dan sling 2 sebelah kanan. *Sling* ini nantinya akan dipotong untuk menganalogikan ketika lift tersebut mengalami kegagalan *sling*. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 3. Terlihat bahwa ketika lift mengalami *sling* putus, baik itu *sling* 1 ataupun *sling* 2, maka pengereman mekanis secara otomatis akan aktif untuk mencegah keranjang jatuh. Keranjang akan berhenti pada lantai terdekat yang ada dibawahnya, *buzzer* akan *on* untuk menandakan adanya kegagalan sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa sistem lift telah mampu melakukan pengereman secara mekanis ketika terjadi *sling* putus. Sistem harus direset terlebih dahulu sebelum digunakan kembali.

Tabel 3. Pengujian Sling Putus

Kondisi Sling1	Kondisi Sling 2	LS1	LS2	Pengereman Mekanis	Buzzer	Keterangan
Ok	Ok	Off	Off	Tidak aktif	Off	Ok
Putus	Ok	On	Off	Aktif	On	Ok
Ok	Ok	Off	Off	Tidak aktif	Off	Ok
Ok	Putus	Off	On	Aktif	On	Ok
Putus	Ok	On	Off	Aktif	On	Ok

Tabel 3 menyajikan hasil pengujian sistem deteksi kegagalan pada dua sling baja yang berfungsi sebagai pengangkat utama lift. Pengujian ini mencakup kondisi normal (sling dalam keadaan “Ok”) dan kondisi kegagalan (sling “Putus”) pada masing-masing sling, serta respons dari limit switch (LS1 dan LS2), pengereman mekanis, dan alarm buzzer. Dari tabel tersebut, ketika kedua sling dalam kondisi baik (Ok), limit switch LS1 dan LS2 menunjukkan status “Off”, pengereman mekanis tidak aktif, dan buzzer dalam keadaan mati (Off), yang menandakan sistem berfungsi normal tanpa adanya kegagalan. Saat salah satu sling mengalami putus, misalnya Sling 1 putus sementara Sling 2 masih baik, limit switch LS1 aktif (On) sebagai indikasi kegagalan, yang secara otomatis mengaktifkan pengereman mekanis dan menyalakan buzzer sebagai peringatan dini. Hal serupa juga terjadi saat Sling 2 putus, di mana limit switch

LS2 aktif, pengereman mekanis bekerja, dan buzzer berbunyi. Respons sistem yang konsisten ini menunjukkan bahwa mekanisme deteksi kegagalan sling telah berjalan dengan efektif, mampu mendeteksi kondisi putus secara real-time dan segera mengaktifkan tindakan pencegahan melalui pengereman dan alarm. Dengan demikian, risiko kecelakaan akibat putusnya sling dapat diminimalisir secara signifikan, meningkatkan keamanan pengguna lift.

Pengujian LCD dan Telegram

Pengujian LCD dan Telegram digunakan untuk mengetahui akurasi yang ada pada lapangan dengan yang ada pada LCD maupun telegram, data yang dikirimkan harus sama dengan yang ada di lapangan, tampilan LCD dan telegram dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9, dari gambar tersebut diketahui bahwa terjadi kegagalan sistem yaitu akibat *sling* putus dan posisi keranjang berada pada ketinggian 45cm. Hasil pengujian data telah sesuai dan dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 8. Tampilan LCD.



Gambar 9. Tampilan Telegram.

Tabel 4. Pengujian LCD dan Telegram

Posisi keranjang	Data LCD	Data Telegram	Keterangan
Lantai 1	Sesuai	Sesuai	Ok
Lantai 2	Sesuai	Sesuai	Ok
Lantai 3	Sesuai	Sesuai	Ok
Lantai 2	Sesuai	Sesuai	Ok

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian sistem tampilan data pada LCD dan notifikasi melalui Telegram pada berbagai posisi keranjang lift. Pengujian dilakukan dengan memantau apakah informasi posisi keranjang yang ditampilkan pada layar LCD dan dikirimkan melalui pesan Telegram sudah sesuai dengan kondisi aktual lift di lantai tertentu. Dari data yang tersaji, seluruh pengujian pada posisi lantai 1, lantai 2, dan lantai 3 menunjukkan hasil yang konsisten, di mana data yang tampil di LCD dan notifikasi Telegram keduanya sesuai dan akurat. Hal ini menandakan bahwa sistem komunikasi dan tampilan data telah berfungsi dengan baik tanpa adanya kesalahan atau delay yang signifikan. Dengan begitu, monitoring real-time dapat dilakukan secara efektif, baik secara lokal melalui LCD maupun secara jarak jauh menggunakan Telegram, sehingga memudahkan pengawasan kondisi lift kapan saja dan di mana saja. Keberhasilan pengujian ini sangat penting dalam konteks sistem deteksi otomatis keamanan lift karena memastikan bahwa informasi kritis mengenai posisi keranjang dan status operasional dapat langsung diterima oleh operator maupun pihak yang bertanggung jawab. Dengan demikian, respons cepat dapat dilakukan jika terjadi gangguan atau kegagalan pada sistem lift.

Pengujian Sistem

Data hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5. Diketahui bahwa sistem lift telah berjalan sebagaimana mestinya, tombol *up* dan *down* berfungsi dengan baik, motor dapat berputar ke kanan dan ke kiri dan keranjang dapat sampai ke tempat/lantai tujuan, motor akan berputar ke kanan saat lantai tujuan naik, dan berputar ke kiri saat lantai tujuan turun.

Tabel 5. Pengujian Sistem

Posisi keranjang sekarang	Button up/down	Lantai tujuan	Motor (CW/CCW)	Keterangan
Lantai 1	Up	Lantai 3	CW	Ok
Lantai 2	Down	Lantai 1	CCW	Ok
Lantai 3	Down	Lantai 2	CCW	Ok
Lantai 2	Up	Lantai 3	CW	Ok

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian sistem prototipe lift dengan berbagai skenario perpindahan keranjang dari satu lantai ke lantai lainnya. Pada setiap pengujian, posisi keranjang saat ini, tombol arah yang ditekan (up/down), lantai tujuan, arah putaran motor (CW untuk searah jarum jam dan CCW untuk berlawanan arah jarum jam), serta keterangan hasil pengujian dicatat. Dari tabel tersebut, dapat dilihat bahwa sistem mampu menggerakkan motor sesuai dengan perintah tombol arah dan lantai tujuan secara konsisten. Ketika keranjang berada di lantai 1 dan tombol "Up" ditekan menuju lantai 3, motor berputar searah jarum jam (CW) dan sistem berfungsi dengan baik tanpa kendala. Demikian pula saat keranjang di lantai 2 diarahkan turun (Down) ke lantai 1, motor berputar berlawanan arah jarum jam (CCW) dengan hasil pengujian yang juga "Ok". Hal yang sama terjadi pada perpindahan dari lantai 3 turun ke lantai 2 dan dari lantai 2 naik ke lantai 3, di mana motor mengubah arah putaran sesuai kebutuhan dan sistem merespon dengan benar. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem kontrol motor dan logika penentuan arah putaran telah terprogram dengan baik, sehingga memungkinkan pergerakan lift yang akurat dan responsif sesuai input pengguna. Keberhasilan semua skenario pengujian ini menjadi indikator bahwa mekanisme navigasi lift pada prototype berjalan sesuai rencana dan siap untuk tahap pengujian lanjutan atau implementasi lebih luas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi sistem deteksi otomatis untuk meningkatkan keamanan lift pada kasus *sling* putus telah berhasil dilaksanakan dengan menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi Pico yang terintegrasi dengan sensor ultrasonik, *limit switch*, dan sistem pengereman mekanis menggunakan motor servo. Sistem mampu mendeteksi posisi keranjang lift menggunakan sensor ultrasonik dengan akurasi tinggi sebesar 97,58% dan mengaktifkan pengereman secara otomatis saat terdeteksi *sling* putus. Hal ini mencegah keranjang jatuh bebas dan memungkinkan berhenti di lantai terdekat dibawahnya. Sistem ini dilengkapi dengan tampilan *real-time* melalui LCD I2C dan notifikasi Telegram, serta alarm *buzzer* sebagai peringatan dini. Seluruh fungsi kontrol, seperti tombol *up/down*, arah putaran motor, dan akurasi limit switch, bekerja dengan baik pada prototipe 3 lantai. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan sistem deteksi otomatis yang lebih komprehensif dengan menggabungkan berbagai jenis sensor, seperti sensor gaya (*strain gauge*) atau sensor getaran, guna meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi kegagalan *sling*. Selain itu, integrasi teknologi Internet of Things (IoT) yang lebih canggih dapat memperluas kemampuan monitoring secara *real-time* serta analisis prediktif untuk memprediksi potensi kegagalan sebelum terjadi. Penelitian juga dapat diarahkan pada pengembangan algoritma kecerdasan buatan (*machine*

learning) untuk mengenali pola-pola abnormal pada sistem lift yang berkaitan dengan keausan sling atau komponen lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- Akbar, M. A., Veranika, R. M., & Fauzie, M. A. (2024). Kaji ulang konstruksi elevator berkapasitas penumpang Universitas Tridinanti. 12(1), 21–26.
- Cahyani, F. N., Zulkarnain, G. P., & Anggoman, T. K. (2023). Analisis perencanaan strategi operasional lift bandara terhadap keselamatan pengunjung bandara, 1(3), 124–142.
- Frima Yudha, P. S., & Sani, R. A. (2019). Implementasi sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor parkir mobil berbasis Arduino. Einstein E-Journal, 5(3). <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i3.12002>
- Hutajulu, R. (2021). Perancangan dan pembuatan pintu otomatis pada lemari asam menggunakan limit switch dan Arduino Mega 2560 [Skripsi, Universitas Islam Riau].
- Kurniawan, R. (2008). Rekayasa rancang bangun sistem pemindahan material otomatis dengan sistem elektro-pneumatik. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, 2(1), 42–47.
- Mappa, A., & Jamlean, A. (2019). Rancang bangun sistem kendali dan monitoring level, debit air dan proteksi pompa listrik. Electro Luceat, 5(1), 5–15. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v5i1.126>
- Marwanto, M., Suharjanto, S., & Jeniyansah, F. R. (2024). Alat pemantau kondisi pasien menggunakan Arduino Uno dengan tampilan grafik terhubung ThingSpeak. Teknika, 9(1), 59–67.
- Napitupulu, B. S. H. (2024). Rancang bangun sistem peringatan kondisi darurat elevator berbasis Internet of Things di terminal bandar udara [Tugas akhir, Politeknik Penerbangan Palembang].
- Nursalim, N., Sampeallo, A. S., & Sengaji, F. J. (2024). Desain dan simulasi sistem kontrol elevator 3 lantai menggunakan GMWIN. EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication), 7(1).
- Ooko, S. O. (2019). A comparison of Arduino, Raspberry Pi and ESP8266 boards. [Nama Publikasi Tidak Dicantumkan], (Desember), 3–5.
- Priambodo, B., Nursanti, E., & Laksmana, D. I. (2021). Analisa risiko lift (elevator) dengan metode FMEA. Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri, 7(2), 7–12.
- Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi sensor ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T untuk aplikasi sistem deteksi ketinggian air. Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 10(2), 717–724.
- Salsabila, A. A. (2024). Rancang bangun kandang rehabilitasi hewan peliharaan berbasis instrumentasi pengukuran dan Internet of Things [Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].

- Sanaris, A., & Suharjo, I. (2020). Prototype alat kendali otomatis penjemur pakaian menggunakan NodeMCU ESP32 dan Telegram Bot berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Prodi Sistem Informasi*, (84), 17–24.
- Syed, F. I., Alshamsi, M., Dahaghi, A. K., & Neghabhan, S. (2022). Artificial lift system optimization using machine learning applications. *Petroleum*, 8(2).
<https://doi.org/10.1016/j.petlm.2020.08.003>
- Thothadri, M. (2021). An analysis on clock speeds in Raspberry Pi Pico and Arduino Uno microcontrollers. *American Journal of Engineering and Technology Management*, 6(3).
<https://doi.org/10.11648/j.ajetm.20210603.13>
- Ujianto, N. T. (2023). Pintu air otomatis pencegah rob berbasis Arduino. *Jurnal Engineering*, 14(1), 57–64.
- Xue, S., Shen, R., Shao, M., Chen, W., & Miao, R. (2019). Fatigue failure analysis of steel wire rope sling based on share-splitting slip theory. *Engineering Failure Analysis*, 105.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.07.055>