

RANCANG BANGUN ROBOT TRANSPORTER KRTMI MENGGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM LIFTING

Vikri Havidul Ahakam¹, Anang Habibi², M. Jasa' Afroni³

^{1,2,3)} Mahasiswa Teknik Elektro

vikrihavidulahkam@gmail.com, ananghabibi@unisma.ac.id, jasa.afroni@unisma.ac.id

Abstract

Technology continues to advance rapidly, driven by the increasingly complex needs of humanity. According to a World Economic Forum report, automation, robotics, and artificial intelligence (AI) are projected to replace around 85 million human jobs by 2025. Robots can be distinguished by their movement mechanisms, such as legged, wheeled, and flying robots. One of the primary challenges in robot development is mobility, particularly in the lifting system of the robotic arm transporter at UNISMA. The current lifting system still uses gears and a gearbox to lift the arm, but this system has shortcomings in movement accuracy, especially in the slow up-and-down movements due to the servo controller's inability to adjust its speed. To address this issue, a new solution has been developed by directly attaching the wheel to the motor and using a pulley mechanism for lifting the robotic arm, along with a DC motor speed controller module to adjust the speed as needed. Test results show that the new lifting system has an average travel time of 1.32 seconds, compared to 1.48 seconds with the old system, indicating that the new system is faster and more efficient. The new mechanism can also lift loads up to 1600g, while the old mechanism failed at that weight, and it can lift loads up to 2900g. Overall, the new system is more effective for heavier loads, providing better performance.

Keywords— Technology, Robot Transporter, Lifting, Plley.

Abstrak

Teknologi terus berkembang pesat, didorong oleh meningkatnya kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Menurut laporan World Economic Forum, otomatisasi, robotika, dan kecerdasan buatan (AI) diperkirakan akan menggantikan sekitar 85 juta pekerjaan manusia pada tahun 2025. Robot dapat dibedakan berdasarkan jenis alat geraknya, seperti robot berkaki, beroda, dan terbang. Salah satu tantangan utama dalam pengembangan robot adalah mobilitas, terutama di sistem pengangkatan lengan robot transporter di UNISMA, sistem lifting penggerak lengan robot masih menggunakan roda gigi dan kotak roda gigi untuk mengangkat lengan, tetapi sistem ini memiliki kelemahan dalam akurasi gerakan, terutama pada pergerakan naik-turun yang lambat karena kontroler servo yang tidak dapat diatur kecepatannya. Untuk mengatasi masalah ini, solusi baru telah dikembangkan dengan memasang roda langsung ke motor dan menggunakan mekanisme katrol untuk pengangkat lengan robot, serta menggunakan modul pengatur kecepatan motor DC untuk menyesuaikan kecepatan sesuai kebutuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem lifting baru memiliki rata-rata waktu tempuh 1,32 detik, dibandingkan dengan 1,48 detik pada sistem lama, menunjukkan bahwa sistem baru lebih cepat dan efisien. Mekanisme lama sudah tidak mampu mengangkat beban 1600g, sedangkan mekanisme baru masih mampu mengangkat beban sampai 2900g. Sistem baru secara keseluruhan lebih efektif untuk beban lebih berat, memberikan kinerja yang lebih baik.

Kata Kunci— Teknologi, Robot Transporter, Lifting, Katrol.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini telah merambah ke berbagai bidang, termasuk robotika yang berkembang pesat. Robot digunakan untuk mempermudah pekerjaan, baik dalam bentuk manual yang dikendalikan manusia melalui remote control, maupun otomatis yang dapat bergerak secara mandiri berdasarkan program yang telah diatur [1].

Robot transporter merupakan salah satu jenis robot yang digunakan untuk mengambil dan memindahkan barang di berbagai industri. Pengendalian robot ini dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan sensor atau secara manual melalui perintah pengguna. Sistem angkat yang umum digunakan pada robot termasuk sistem katrol atau pesawat angkat, yang digunakan untuk menangani material seperti pemuatan,

pemindahan, dan pembongkaran. Penggunaan katrol pada robot transporter memberikan beberapa keuntungan, seperti mengurangi gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat beban, meningkatkan efisiensi operasional, dan memungkinkan pengangkutan beban yang lebih berat dengan efisiensi energi yang tinggi [2]. Selain itu, sistem katrol pada robot transporter juga meningkatkan stabilitas dalam pengangkatan beban, mengurangi risiko ketidakseimbangan atau kecelakaan, dan memberikan fleksibilitas dalam menangani berbagai jenis beban dan kondisi kerja. Penggunaan sistem ini tidak hanya mengurangi biaya operasional dan perawatan, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi konsumsi energi [3].

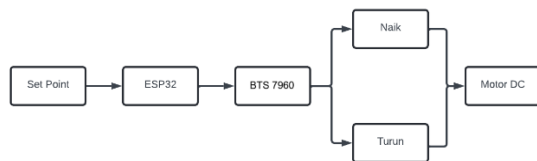
Secara keseluruhan, penggunaan sistem lifting dengan katrol pada robot transporter menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dan efisien dalam mengatasi

berbagai tantangan operasional, serta berpotensi untuk mengembangkan teknologi robotika yang lebih maju dan berkelanjutan [4]. Pada katrol majemuk, terdapat dua atau lebih katrol yang bekerja dengan peran berbeda, yaitu sebagai katrol tetap dan katrol bergerak. Katrol majemuk ini dirancang untuk mengurangi gaya yang diperlukan (F) untuk mengangkat beban yang memiliki berat tertentu (W). Pengurangan gaya yang diperlukan ini dikenal sebagai "keuntungan mekanis". Besarnya keuntungan mekanis pada katrol majemuk dapat dihitung berdasarkan jumlah tali yang digunakan untuk mengangkat beban atau jumlah tali yang terhubung dengan katrol [5]. Tugas akhir ini dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang melibatkan perancangan, pembuatan, dan implementasi komponen-komponen penting. Mikrokontroler berperan sebagai pengendali utama dari keseluruhan sistem, mengoordinasikan berbagai komponen yang terhubung [6].

II. METODE PENELITIAN

A. Blok Diagram Alir Sistem

Perancangan sistem secara diagram blok yaitu untuk mempermudah dalam menganalisa rangkaian secara keseluruhan. Adapun diagram blok secara garis besar sebagai berikut.



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

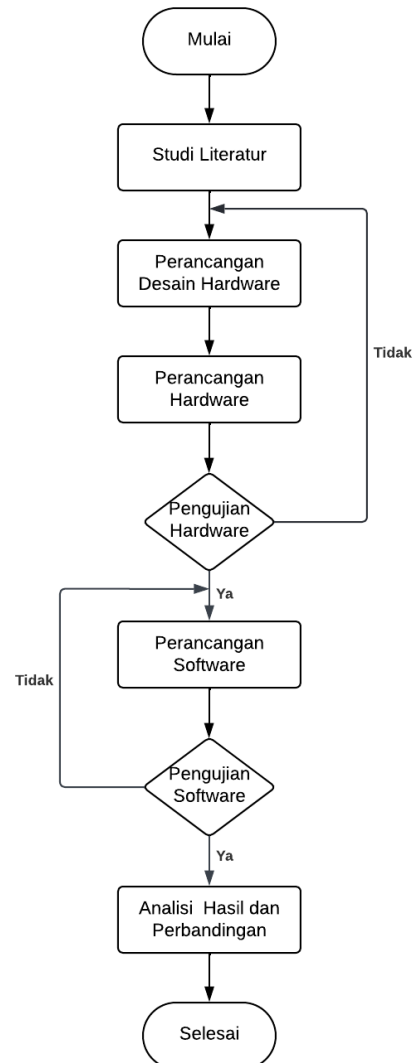
Blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 2.1 proses pengaturan sistem button on off dimulai dengan menentukan nilai referensi atau target yang harus dicapai oleh sistem yang di ilustrasikan dengan Set Point, baik dalam proses pengangkatan maupun penurunan beban. Set point ini menjadi input utama untuk mengarahkan sistem menuju posisi akhir yang dituju. Setelah set point ditentukan, sinyal tersebut dikirim ke ESP32, yang berfungsi sebagai pengendali utama. ESP32 memproses data ini dan menghasilkan sinyal kontrol yang sesuai untuk motor DC, mengubah set point menjadi instruksi yang dapat diterima oleh driver motor.

Selanjutnya, sinyal kontrol dari ESP32 diteruskan ke BTS7960, driver motor yang bertanggung jawab mengendalikan arah dan kecepatan motor DC. BTS7960 berfungsi sebagai penghubung antara ESP32 dan motor, memastikan bahwa instruksi dari ESP32 diterjemahkan menjadi gerakan motor yang sesuai, baik untuk menaikkan maupun menurunkan beban. Motor DC kemudian menjalankan perintah yang diberikan oleh BTS7960, bergerak menuju posisi yang diinginkan sesuai dengan set point yang telah ditetapkan.

B. Diagram Alir Penelitian

Pada bagian ini ditampilkan langkah – langkah penelitian yang akan dilakukan, tahap penelitian diawali dengan studi literatur, kemudian dilanjutkan

dengan tahap simulasi, apabila simulasi sudah sesuai maka dilanjutkan dengan implementasi perancangan hardware dan software. Dalam tahapan penelitian juga dilakukan uji coba sistem dan analisa hasil serta kesimpulan dari hasil uji coba sesuai dengan Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 2.2 menunjukkan proses penelitian yaitu :

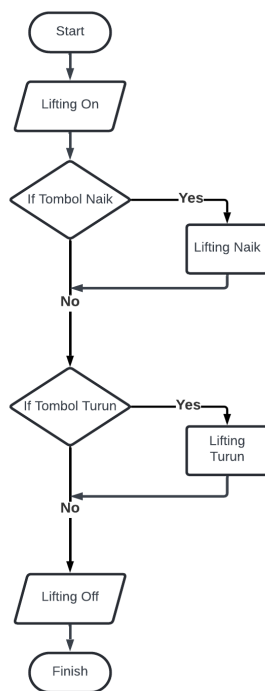
1. Studi literatur mengumpulkan dan mempelajari literatur terkait dengan ESP32, motor DC GA25-370, driver motor BTS7960, serta melakukan berbagai pencarian referensi dan sumber-sumber relevan lain sebagai acuan dalam pembuatan penelitian ini.
2. Perancangan desain *hardware*, merancang perangkat keras berupa *3D printing* dengan mempertimbangkan kebutuhan yang akan diimplementasikan pada perangkat. Melalui komponen hardware yang telah dikumpulkan pada studi literatur.
3. Perancangan hardware merupakan proses setelah perancangan desain 3D yang telah dibentuk sesuai kebutuhan dan perhitungan. Lalu dicetak

menggunakan 3D printing, kemudian dirakit menjadi satu yang telah terstruktur di awal desain.

4. Pengujian hardware dengan uji coba salah satunya dengan memberi beban pada alat mekanismenya. Sedangkan pada hardware komponennya diuji dengan memberi arus apakah komponen tidak ada yang konslet atau rusak.
5. Perancangan software dilakukan proses mengkodekan mikrokontroler ESP32 dengan mengikuti studi literatur awal di mana dapat mengontrol motor dc.
6. Pengujian software dengan melakukan compile atau langsung bisa dengan uploading pada mikrokontroler ESP32.
7. Pengujian dan analisis, melakukan pengujian sistem secara keseluruhan baik perangkat keras maupun perangkat lunak dengan cara mengoperasikan dan mengkomunikasikan perangkat lunak di masing-masing bagian, kemudian melakukan pengambilan data pada sistem baru dan lama, lalu membandingkan antara kedua sistem.

C. Flowchart Sistem

Flowchart sistem membantu memvisualisasikan bagaimana sistem akan merespons input pengguna dan menjalankan tindakan yang sesuai, Flowchart sistem sebagai berikut.



Gambar 2.3 Flowchart Sistem

Pada gambar 2.3 proses dimulai dengan pengaktifan sistem pengangkatan, yang ditandai dengan blok "Lifting On". Ini merupakan langkah awal di mana seluruh sistem siap untuk menerima input dari pengguna. Setelah sistem aktif, langkah selanjutnya adalah memeriksa apakah tombol untuk menaikkan objek telah ditekan. Jika tombol tersebut ditekan, sistem akan langsung menjalankan fungsi pengangkatan objek,

yang digambarkan dengan blok "Lifting Naik". Jika tombol untuk menaikkan objek tidak ditekan, sistem akan berhenti, lalu langsung memeriksa apakah tombol untuk menurunkan objek telah ditekan. Apabila tombol untuk menurunkan ditekan, sistem akan memulai proses penurunan objek, yang diilustrasikan dengan blok "Lifting Turun".

Jika tidak ada tombol yang ditekan untuk menaikkan atau menurunkan objek, maka sistem akan mematikan fungsi pengangkatan, yang digambarkan dengan blok "Lifting Off". Proses ini memastikan bahwa motor atau mekanisme penggerak lainnya tidak bekerja tanpa instruksi yang jelas, sehingga menghindari penggunaan daya yang tidak perlu atau potensi risiko kerusakan. Flowchart ini secara keseluruhan memberikan visualisasi tentang bagaimana sistem bekerja secara otomatis berdasarkan input dari pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan Keuntungan Mekanisme

Pengambilan data dilakukan dengan menempatkan beban dengan massa berbeda pada katrol dan mengamati bagaimana sistem katrol bekerja dalam mengangkat beban tersebut. Rumus Keuntungan Mekanisme (KM) kemudian diterapkan untuk menghitung keuntungan mekanis sistem katrol dalam mengurangi gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat beban. Rumus KM sebagai berikut.

$$\text{Rumus : } KM = \frac{W}{F} = n$$

Dengan menghitung KM, kita dapat memahami seberapa efektif sistem katrol dalam mengurangi gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban, sebagai berikut.

Tabel 3.1 Perhitungan Keuntungan Mekanisme

no	Objek	n	W	Berat lengan	Jumlah berat	KM
1	Bintang	2	14g	299g	313g	156,5N
2	Kotak	2	12g	299g	311g	155,5N
3	Hexagon	2	8g	299g	307g	153,5N
4	Segitiga	2	5g	299g	304g	152N
5	Persegi	2	7g	299g	306g	153N

Dari tabel 3.1 dapat dilihat bahwa nilai KM bervariasi antara 152N hingga 156,5N. Hal ini menunjukkan bahwa sistem katrol cukup efektif dalam mengurangi gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban. Perbedaan nilai KM antara objek yang berbeda mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti bentuk objek, distribusi massa, dan gesekan antara objek dan katrol.



Gambar 3.4 Uji Coba Pengangkatan Beban

Dari hasil pengujian waktu tempuh sebanyak 5 objek yang berbeda masaryan diperoleh hasil seperti pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Pengujian waktu tempuh katrol

No	Berat objek	Naik	turun
1	14g	0,57s	0,43s
2	12g	0,52s	0,44s
3	8g	0,47s	0,42s
4	5g	0,45s	0,50s
5	7g	0,47s	0,45s

Dari tabel 3.2 dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan objek untuk naik bervariasi antara 0,45s hingga 0,57s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan naik objek bervariasi tergantung pada berat objek. Objek yang lebih berat membutuhkan waktu lebih lama untuk naik dibandingkan dengan objek yang lebih ringan. Sedangkan waktu yang dibutuhkan objek untuk turun juga bervariasi antara 0,42s hingga 0,50s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan turun objek juga bervariasi tergantung pada berat objek. Objek yang lebih berat membutuhkan waktu lebih lama untuk turun dibandingkan dengan objek yang lebih ringan.

Fenomena serupa juga terjadi pada waktu turun objek. Diperlukan waktu antara 0,98 detik hingga 1,5 detik untuk menurunkan setiap objek. objek dengan massa yang lebih besar seperti bintang dan kotak membutuhkan waktu lebih lama untuk turun dibandingkan dengan objek yang lebih ringan. hasil menunjukkan bahwa kinerja robot transporter KRTMI dipengaruhi oleh massa beban yang diangkut. Objek yang lebih berat membutuhkan lebih banyak daya dan torsi untuk dinaikkan dan diturunkan, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama.

B. Hasil Perbandingan Mekanisme lama Dengan Mekanisme Baru

Dari hasil pengujian perhitungan waktu tempuh pada kedua mekanisme lifting sebanyak 5 objek dengan massa yang berbeda Dapat di simpulkan perbandingan mekanisme baru dan lama dengan perhitungan waktu tempuh sebagai berikut.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Waktu Tempuh Naik

Mekanisme	Bintang	kotak	Hexagon	Segitiga	Persegi
Baru	0,57s	0,52s	0,47s	0,45s	0,47s
Lama	1,68s	1,61s	1,58s	1,55s	1,57s

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Waktu Tempuh Turun

Mekanisme	Bintang	Kotak	Hexagon	Segitiga	Persegi
Baru	0,43s	0,44s	0,42s	0,50s	0,45s
Lama	1,39s	1,28s	1,36s	1,38s	1,36s

Dari tabel 3.3, dapat dilihat bahwa waktu tempuh naik objek dengan mekanisme baru antara 0,45s hingga 0,57s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan naik objek bervariasi tergantung pada bentuk objek dan mekanisme yang digunakan, sedangkan waktu tempuh naik objek dengan mekanisme lama antara 1,55s hingga 1,68s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan naik objek dengan mekanisme lama lebih lambat dibandingkan dengan mekanisme baru.

Dari tabel 3.4, dapat dilihat bahwa waktu tempuh turun objek dengan mekanisme baru antara 0,42s hingga 0,50s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan turun objek bervariasi tergantung pada bentuk objek dan mekanisme yang digunakan, sedangkan waktu tempuh turun objek dengan mekanisme lama antara 1,28s hingga 1,39s. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan turun objek dengan mekanisme lama lebih lambat dibandingkan dengan mekanisme baru.

C. Hasil Pengambilan Data Perbandingan Dengan Memberi Beban Berat

Pada pengujian ini menghitung waktu tempuh mekanisme baru dan lama menggunakan enam objek dengan beban yang berat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui performa mekanisme dalam menaikkan dan menurunkan beban dengan variasi beban yang berat. Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan robot untuk menaikkan dan menurunkan setiap objek dari ketinggian awal yang sama ke ketinggian akhir yang sama. Hasil pengujian dirangkum dalam tabel berikut :

Tabel 3.5 Data Perbandingan Waktu Tempuh Dengan

Berat Objek	Waktu			
	Naik Mek. Baru	Naik Mek. Lama	Turun Mek. Baru	Turun Mek. Lama
1000g	0,69s	02,71s	0,43s	02,64s
1100g	0,77s	03,32s	0,38s	03,25s
1200g	0,82s	03,45s	0,32s	03,37s
1300g	0,89s	03,56s	0,26s	03,34s
1600g	1s	Tidak Kuat	0,21s	Tidak Kuat
2900g	2,08s	Tidak Kuat	0,10s	Tidak Kuat

Beban Berat

Dapat disimpulkan bahwa mekanisme baru menunjukkan kinerja yang lebih baik dan efisien dibandingkan dengan mekanisme lama dalam hal kecepatan naik dan turun objek. Data menunjukkan bahwa mekanisme baru lebih efisien dalam mengangkat dan menurunkan objek, terutama untuk beban 1000g hingga 1300g, di mana mekanisme baru memiliki waktu naik dan turun yang lebih cepat dibandingkan mekanisme lama. Mekanisme lama mulai gagal pada beban 1600g, sementara mekanisme baru dapat mengangkat beban sampai 2900g. Mekanisme baru secara keseluruhan lebih efektif untuk beban yang lebih berat, memberikan kinerja yang lebih baik. Perbedaan kinerja antara mekanisme baru dan lama disebabkan oleh beberapa faktor, seperti desain mekanisme, material yang digunakan, dan presisi perakitan.

IV. KESIMPULAN

Robot transporter KRTMI dirancang dengan pendekatan sistem lifting yang melalui tahapan analisis, perancangan, dan pengujian. Analisis mencakup studi mekanisme katrol, sementara perancangan melibatkan desain, pengkodean, dan pembuatan mekanik robot. Pengujian dilakukan dalam tiga tahap, uji lifting, kontrol, dan perbandingan antara sistem baru dan lama. Metode controlled experiment membandingkan kinerja sistem lifting baru dan lama, terutama dalam hal waktu tempuh robot untuk naik dan turun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem lifting baru lebih unggul dengan rata-rata waktu tempuh 1,32 detik, dibandingkan 1,48 detik pada sistem lama. Mekanisme baru juga mampu mengangkat beban hingga 1600g, sementara sistem lama gagal pada beban ini. Mekanisme baru mampu mengangkat beban sampai 2900g. Sistem baru terbukti lebih efisien dan efektif. Beberapa saran pengembangan penelitian kedepan dapat menambahkan relay otomatis, memasang roda lift samping, memperbaiki mekanisme katrol, dan memperkuat sistem lifting untuk mengurangi goyangan pada tiang katrol akibat beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sirmayanti, S. Amelia, N. Afifah, and I. Abduh, "Rekayasa Sistem Kendali Gripper melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 11, no. 1, p. 51, 2021, doi: 10.22441/incomtech.v11i1.10091.
- [2] I. A. Ahsani, D. Rahmawati, and K. A. Wibisono, "Kendali Robot Transporter Berdasarkan Pergerakan Pergelangan Tangan Menggunakan Leap Motion Dengan Metode Decision Tree," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 49–54, 2020, doi: 10.30595/jrre.v2i2.9046.
- [3] A. A. Jabbar and Y. Yasdar, "Sistem Kendali Gripper Adaptif Pada Robot Transporter," *J. Mosfet*, vol. 2, no. 2, pp. 26–31, 2022, doi: 10.31850/jmosfet.v2i2.1974.
- [4] R. A. Ramadhan and P. W. Rusimamto, "PENGEMBANGAN TRAINER ROBOT TRANSPORTER DENGAN APLIKASI ANDROID BERBASIS ARDUINO UNTUK MATA PELAJARAN MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLLER DI SMK NEGERI 1 DRIYOREJO Puput Wanarti Rusimamto Abstrak," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 08, no. 03, pp. 363–367, 2019.
- [5] A. Satito, T. Anggit Kristiawan, J. Teknik Mesin, and P. Negeri Semarang Jl Sudarto, "Rancang Bangun Unit Pesawat Angkat Dan Angkut Jenis Human Powered Mini Forklift Kapasitas Angkat 600 Kg," *Aryo Satito, dkk / SENTRIKOM*, vol. 5, no. 220, pp. 301–309, 2023.
- [6] M. Jasa Afroni, "Prototype Sistem Pengontrol Temperature Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Seledri Dengan Panel Surya Berbasis Arduino," pp. 7–12, 2019.