



Perancangan Robot Pembersih Lantai Berbasis *Line Follower* Dengan Kontrol Analog

(*Design of a Line Follower-based Floor Cleaning Robot with Analog Control*)

Yeovan Naufal Bernard Dehaan^{1*}, Rudi Setiawan², Okky Freeza Daulay³

^{1,2,3} Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta, Indonesia

E-mail: yeovan02@gmail.com, rudisetiawan@gmail.com, okkyfreeza@aaau.ac.id

Abstract— *Analog Control-Based Floor Cleaning Robot is a technology in the form of a robot that follows a set line. One application of the line follower robot is a floor cleaning robot where the tool is used to clean the floor. At this Air Force Academy, floor cleaning still uses brooms so we innovated to use Analog Control Based Floor Cleaning Robots to shorten cleaning time. Analog Control-Based Floor Cleaning Robot will walk following a line measuring approximately 3 cm. where the line will be the movement path of this tool. In this final project, we used an infrared sensor to detect black lines as cleaning paths. With this tool, cadets who usually spend a longer time in carrying out cleaning become faster and more efficient so that they can carry out other activities*

Keywords— Floor Cleaning Robot, MOSFET, Infrared Sensor, line follower.

Abstrak— *Robot Pembersih Lantai Berbasis Analog Kontrol merupakan teknologi yang berupa robot yang mengikuti garis yang ditetapkan. Salah satu aplikasi dari robot line follower adalah robot pembersih lantai dimana alat tersebut digunakan untuk membersihkan lantai. Di Akademi Angkatan Udara ini, pembersihan lantai masih menggunakan sapu sehingga kami berinovasi untuk menggunakan Robot Pembersih Lantai Berbasis Analog Kontrol guna mempersingkat waktu pembersihan. Robot Pembersih Lantai Berbasis Analog Kontrol akan berjalan mengikuti garis yang berukuran kurang lebih 3 cm. dimana garis tersebut akan menjadi jalur pergerakan dari alat ini. Dalam tugas akhir ini, kami menggunakan sensor inframerah untuk mendeteksi garis hitam sebagai jalur pembersihan. Dengan adanya alat ini, para taruna yang biasanya menghabiskan waktu yang lebih lama dalam melaksanakan pembersihan menjadi lebih cepat dan efisien sehingga dapat melaksanakan kegiatan lainnya*

Kata Kunci— Robot Pembersih Lantai, MOSFET, Sensor Inframerah, line follower

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era yang semakin modern mempengaruhi pesatnya perkembangan teknologi di bidang pertahanan, khususnya dalam hal penguasaan ruang angkasa. Fenomena ini merupakan sebuah momentum yang disambut baik oleh pimpinan TNI Angkatan Udara dengan gagasannya untuk membangun satuan ruang angkasa. Kondisi ini melatar belakangi penelitian ini. Sebagai upaya untuk meringankan pekerjaan melalui rancang bangun robot pembersih lantai berbasis line follower dengan kontrol analog. Kemampuan untuk dapat

* Yeovan Naufal Bernard Dehaan
E-mail: yeovan02@gmail.com

membersihkan secara otomatis menjadi salah satu hal yang diperoleh dengan adanya perancangan ini. Penelitian ini juga berguna sebagai solusi dari kesibukan kita setiap hari. Melalui penelitian ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan masalah tersebut.

Maksud dari penulisan ini adalah untuk merancang robot pembersih lantai berbasis line follower dengan kontrol analog sebagai solusi dari permasalahan sehari-hari di dalam masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah sebagai bahan pemecahan masalah dalam menghadapi keluhan masyarakat yang waktunya tersita untuk melaksanakan pekerjaan dan tidak dapat membersihkan sektor pribadi yang dimana membutuhkan waktu luang untuk melakukannya. Sehingga dirancang sebuah alat ini.

Dari permasalahan di atas, penulis tertarik untuk membuat suatu sistem yang dapat membantu membersihkan lantai secara otomatis yaitu perancangan robot pembersih lantai berbasis line follower dengan kontrol analog. Dengan adanya perancangan ini diharapkan robot pembersih lantai ini dapat membantu memudahkan pekerjaan sehari-hari.

II. LANDASAN TEORI

A. Motor DC.

Motor DC (*Direct Current*) adalah jenis motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanis melalui pergerakan putaran. Motor ini didasarkan pada prinsip bahwa arus listrik menghasilkan medan magnet yang menyebabkan gerak roda atau rotor, menghasilkan tenaga mekanis. Kecepatan putaran motor DC ditentukan oleh besar tegangan. Semakin tinggi sebuah tegangan, maka semakin cepat putarannya. Tegangan yang terlampaui tinggi, yang melampaui batas maksimumnya, bisa membuat motor terbakar. Seperti namanya, jenis motor DC yang menggunakan sumber daya terpisah alias bukan dari dalam. Dengan kata lain, sumber arus yang bertugas menyuplai rotor dan armature berbeda dan sumber arus inilah yang akan digunakan untuk menggerakkan kumparan. Ketika pasokan tegangan motor DC dihentikan, medan magnetik berangsur-angsur menghilang, sekaligus menghasilkan tegangan balik. Tegangan balik inilah yang ditangani agar tidak merusak arduino uno. Langkahnya adalah dengan memasang diode. Ini didasarkan pada karakteristik diode yang memungkinkannya hanya mengizinkan arus listrik mengalir dalam satu arah. Dengan keberadaan diode, tegangan balik dapat dicegah atau diblokir. Motor DC memerlukan sumber tegangan yang berasal dari sumber eksternal seperti baterai atau regulator, bukan dari Arduino Uno. Hal ini disebabkan oleh desain Arduino Uno yang tidak dimaksudkan untuk menyediakan tegangan untuk motor DC. Pin-pin pada Arduino Uno hanya mampu memberikan arus sekitar 60mA, sementara motor membutuhkan sekitar 500 mA agar dapat mencapai putaran maksimum.

B. Operation Amplifier

Operation Amplifier atau sering disebut *op-amp*, adalah jenis komponen elektronik yang sangat umum digunakan pada berbagai aplikasi elektronik. *Op-amp* adalah penguat elektronik dengan dua input (*inverting dan non-inverting*) dan satu output. Mereka dirancang untuk menghasilkan penguatan tegangan yang sangat tinggi dari sinyal masukan yang sangat kecil [1]. *Op-amplifier* ialah perangkat linier dengan semua sifat penguat amplifier tahap awal pada arus sinyal searah (DC) maupun arus bolak balik (AC) dengan sambatan arus searah yang memiliki bati sangat besar dengan dua masukan atau satu keluaran. Hal ini dikarenakan *Op-amplifier* mempunyai jangkauan frekuensi yang luas yang terdiri dari beberapa Transistor, Dioda, Resistor dan Kapasitor yang terinterkoneksi sehingga dapat memungkinkan untuk menghasilkan penguatan yang tinggi pada rentang frekuensi yang luas.

C. Sensor Garis

Sensor garis sering digunakan pada robot *line follower* (*line tracking*) yang berfungsi mendeteksi warna garis hitam dan putih. Sensor ini dapat konstruksi dengan menggunakan LED sebagai sumber cahaya dan LDR atau photodiode sebagai elemen sensor [2]. Dengan memanfaatkan karakteristik pantulan cahaya yang berbeda untuk berbagai warna dan mengaplikasikannya pada rangkaian pembagi tegangan, sensor dapat membedakan antara warna hitam dan putih. Keluaran dari sensor garis kemudian dapat dihubungkan ke komparator atau langsung ke mikrokontroler yang memiliki fitur ADC. Pada sensor garis, LED berperan sebagai sumber cahaya yang mengirimkan sinar ke garis untuk dipantulkan, kemudian dibaca oleh sensor seperti photodiode atau LDR. Dalam konteks ini, karakteristik pemantulan cahaya yang bervariasi untuk berbagai warna dimanfaatkan. Ketika LED menyinari permukaan berwarna putih, sebagian besar cahaya akan dipantulkan kembali oleh permukaan tersebut. Sebaliknya, ketika LED menyinari permukaan berwarna gelap atau hitam, sebagian besar cahaya akan diserap oleh permukaan tersebut, menyebabkan sedikit cahaya yang mencapai sensor (photodiode atau LDR). Karena perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor dapat menghasilkan resistansi yang berbeda di dalam sensor, prinsip ini digunakan untuk membedakan pembacaan garis.

D. IC Nand Gate 7400

IC 7400 adalah sebuah *integrated circuit* (IC) yang terkenal dengan sebutan “*Quad 2-input Nand gate*.” IC ini dibuat oleh berbagai produsen dan biasanya tersedia dalam berbagai paket fisik, seperti DIP (*Dual inline package*) dan SMD (*Surface Mount Device*). Fungsi utama IC 7400 adalah berfungsi sebagai gerbang NAND, yang merupakan salah satu jenis gerbang logika dalam elektronika digital [3]. IC 7400 biasa digunakan pada berbagai aplikasi elektronik digital untuk melakukan operasi logika. Seperti menghasilkan logika, membersihkan sinyal, dan menggabungkan sinyal digital. Karena memiliki empat gerbang dalam satu paket, rangkaian terpadu ini berguna untuk mengurangi jumlah komponen fisik dalam rangkaian, menghemat biaya, dan mempermudah perancangan rangkaian elektronik. Ini adalah data pin IC 7400.

E. IC LM339

IC LM339 merupakan sebuah komparator *quad* (4 komparator) yang populer dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Sebagai sebuah komparator, fungsi utamanya adalah membandingkan dua sinyal input dan menghasilkan output yang menunjukkan hasil perbandingan tersebut. IC LM339 mencakup 4 komparator, satu komparator mencakup 2 input: V_{in} (input sensor) dan V_{ref} (tegangan referensi). Pada dasarnya jika tegangan V_{in} lebih besar dari V_{ref} maka V_0 akan menghasilkan logika 1 yaitu 5 volt atau setara dengan V_{cc} [5]. Sebaliknya jika tegangan V_{in} lebih rendah dari V_{ref} maka keluaran V_0 akan menghasilkan level logika 0 artinya 0 volt.

F. MOSFET IRF9640

MOSFET IRF9640 adalah komponen transistor daya tipe P-channel yang sering digunakan dalam aplikasi elektronik yang membutuhkan kontrol arus dan tegangan yang efisien [6]. Dengan kemampuan menangani tegangan *drain-source* hingga 200V dan arus drain yang besar, IRF9640 cocok untuk penggunaan dalam regulator *switching*, pemrosesan sinyal audio, dan berbagai rangkaian daya lainnya. Transistor ini memanfaatkan teknologi MOSFET untuk mengontrol arus melalui kanal yang terbentuk antara sumber dan drain, dikendalikan oleh tegangan yang

diterapkan pada terminal gate. Karakteristiknya mencakup resistansi saluran rendah ($R_{DS(on)}$), yang menghasilkan efisiensi operasional yang baik dengan pengurangan daya yang terbuang sedikit. Selain itu, kapasitansi antara terminal *gate-source*, *gate-drain*, dan *drain-source* mempengaruhi respons MOSFET terhadap sinyal kontrol dan *switching*. Dengan desain yang tangguh dan toleransi tegangan tinggi, IRF9640 menjadi pilihan umum dalam sistem elektronik yang membutuhkan pengendalian daya yang handal dan efisien. Penting untuk memperhatikan pengaturan logika kontrol yang berbeda untuk MOSFET tipe P-channel seperti IRF9640, di mana gate-nya harus ditarik ke tegangan negatif relatif terhadap *source*-nya untuk mengaktifkan transistor ini secara optimal.

G. MOSFET IRF640

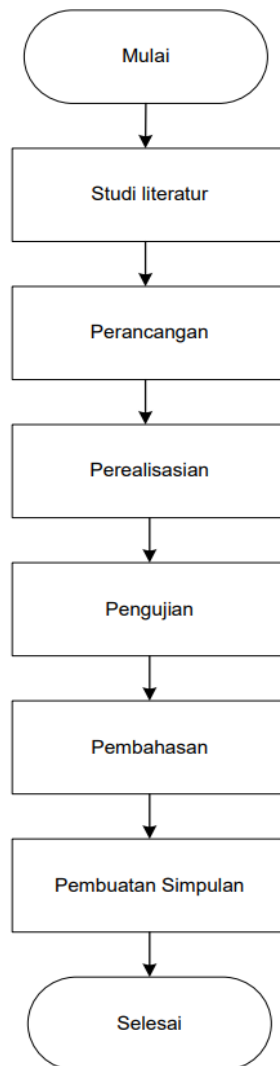
MOSFET IRF640 adalah transistor daya tipe N-channel yang digunakan luas dalam berbagai aplikasi elektronik yang membutuhkan pengendalian arus dan tegangan yang efisien. Dengan rating tegangan drain-source (V_{DS}) hingga 200V dan kapasitas arus drain (I_D) yang tinggi, IRF640 cocok untuk regulator *switching*, inverter, motor kontrol, dan berbagai rangkaian daya lainnya [7]. IRF640 memiliki karakteristik yang membuatnya diminati, seperti resistansi saluran rendah ($R_{DS(on)}$), yang berkontribusi pada efisiensi operasional dengan mengurangi pembuangan daya dan peningkatan daya tahanan. Resistansi saluran biasanya berkisar dari beberapa ohm hingga beberapa puluh ohm tergantung pada kondisi operasi dan suhu. Ini membuat IRF640 efektif dalam mengendalikan arus besar dengan hilang daya yang minimal. Kapasitansi parasit juga penting untuk diperhatikan: kapasitansi *gate-source* (C_{iss}), *gate-drain* (C_{oss}), dan *drain-source* (C_{rss}) mempengaruhi respons MOSFET terhadap sinyal kontrol dan *switching*. Kapasitansi ini mempengaruhi waktu *rise* dan *fall* dalam *switching*, serta mempengaruhi stabilitas dan efisiensi konversi daya dalam aplikasi daya tinggi.

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

Perancangan robot pembersih lantai berbasis analog kontrol dikembangkan oleh penulis karena terinspirasi dari penelitian sebelumnya guna membersihkan lantai dengan waktu yang efektif secara otomatis. Pada perancangan ini terdapat beberapa tahapan yang diperlukan yang tertuang dalam bentuk alur diagram, diantaranya yaitu diagram alir (*flowchart*) metode penelitian, diagram alir cara kerja alat, diagram blok robot pembersih lantai.

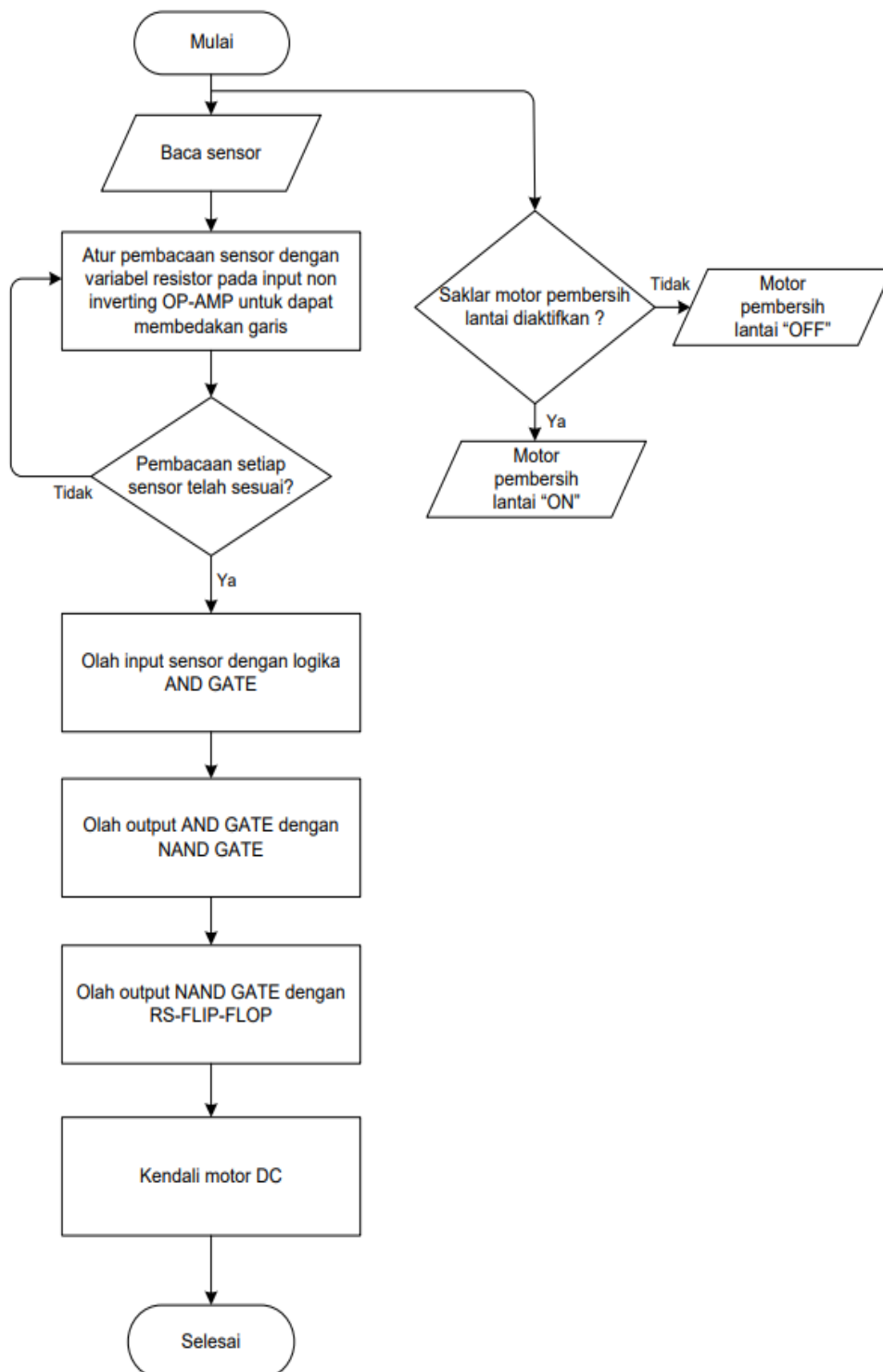
Model yang diusulkan ini digunakan sebagai simulasi untuk melacak posisi pesawat saat terbang di area latihan dan melihat jejak (*tracking*) pesawat tersebut pada aplikasi Google Earth. Model dibangun menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai sistemnya. Sistem yang dirancang adalah suatu perangkat lunak yang dapat menampilkan data posisi pergerakan pesawat meliputi *altitude*, *longitude*, *altitude*, waktu UTC dari data GPS yang terpasang di pesawat, ditampilkan secara *real time* yang mana media pengiriman datanya menggunakan radio frekuensi.

Pada dasarnya diagram alir digunakan untuk menggambarkan suatu proses permasalahan, menganalisis proses, dan mendokumentasikan proses sebagai pedoman penyusunan penelitian. Berikut ini adalah gambar diagram alir penyusunan tugas akhir

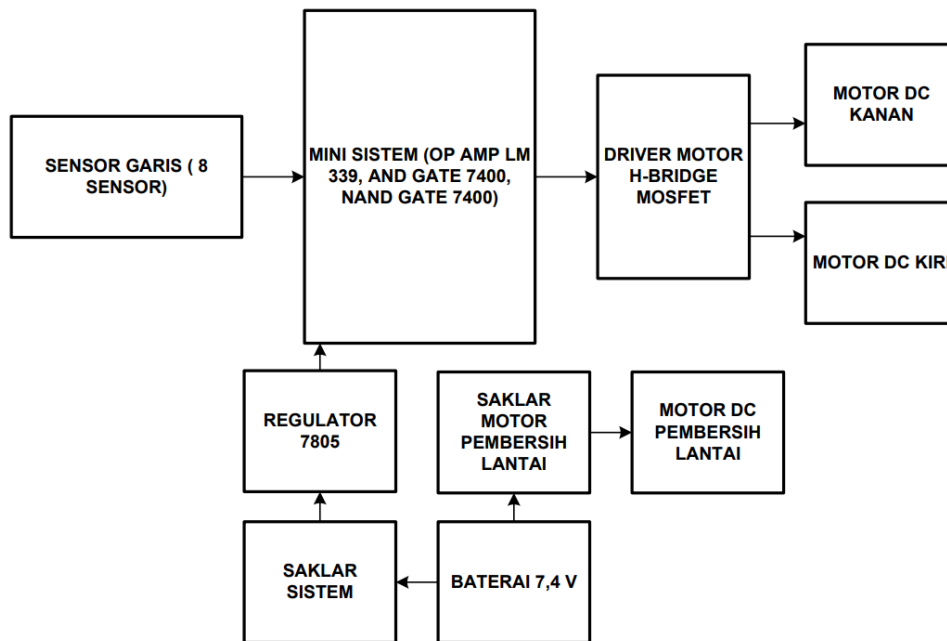


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Merupakan cara kerja dari robot analog yang ditunjukkan dalam bentuk diagram alir. Saat saklar robot diaktifkan, hal pertama yang dilakukan oleh robot adalah membaca sensor garis untuk membedakan warna garis hitam dan putih. Pada saat pertama kali robot diuji coba, maka keadaan sensor akan berada dalam kondisi acak yang belum dapat membaca perbedaan warna garis dengan baik. Sehingga dilakukan proses pengaturan pembacaan sensor dengan menggunakan komponen variabel resistor yang terhubung dengan pin *non-inverting* pada IC OP-AMP LM339 untuk dapat membedakan perbedaan warna garis hitam dan putih pada lantai. Jika pembacaan seluruh sensor (ke-8 sensor) telah sesuai dan dapat membedakan perbedaan warna garis hitam dan putih, maka data output dari gerbang *OP-AMP* akan diolah oleh IC *AND GATE* (IC 7408). Jumlah gerbang *AND GATE* yang digunakan yaitu sebanyak empat buah gerbang *AND GATE*, yang mana setiap gerbang memiliki dua buah input dan satu buah output. Output dari logika *AND GATE*, selanjutnya akan diolah dengan menggunakan logika IC *NAND GATE* (IC 7400). Jumlah gerbang *NAND GATE* yang digunakan yaitu sebanyak lima buah gerbang, dengan tiga gerbang untuk penerima output data dari *AND GATE* dan dua gerbang digunakan sebagai rangkaian RS Flip-Flop.



Gambar 2. Diagram Alir Cara Kerja Robot Analog



IV. HASIL/IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem dan penyusunan alat yang telah dibahas dalam bab sebelumnya, maka dalam bab ini akan dilaksanakan pengujian serta analisis terhadap hasil rancangan sistem dan penyusunan alat untuk menguji persentase tingkat keberhasilan dari alat yang telah dirancang dan disusun berupa robot pembersih lantai berbasis analog kontrol. Pada tahap ini, pengujian robot pembersih lantai akan dilakukan pengujian rangkaian mini sistem dengan tujuan menguji persentase tingkat keberhasilan pembersihan sampah tersebut.

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN RANGKAIAN MINI SISTEM

NO	KONDISI SENSOR	INDIKATOR OUTPUT MOTOR KIRI	INDIKATOR OUTPUT MOTOR KANAN
1	10000000	0	1
2	11000000	0	1
3	01000000	0	1
4	01100000	0	1
5	00110000	1	1
6	00011000	1	1
7	00001100	1	1
8	00000110	1	0
9	00000010	1	0
10	00000011	1	0
11	00000001	1	0

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN KEBERHASILAN PEMBERSIHAN SAMPAH

NO	SAMPAH KE-	BERHASIL	GAGAL
1	1	✓	×
2	2	✓	×
3	3	×	✓
4	4	×	✓
5	5	✓	×
6	6	✓	×
Jumlah Berhasil		4	
Jumlah Gagal			2

V. KESIMPULAN

asil uji percobaan Robot Pembersih Lantai Berbasis Analog Kontrol, Untuk merancang robot pembersih lantai berbasis line follower analog, tentunya perlu mencari referensi rangkaian robot analog yang dapat bernavigasi di area lintasan pada garis. Pada robot yang dibuat ini digunakan rangkaian Op-Amp sebagai penguat tegangan output sensor garis yang mana output dari rangkaian Op-Amp akan diteruskan ke rangkaian sistem digital dengan menggunakan IC TTL 7408 dan 7400. Output dari rangkaian sistem digital pada robot menggunakan rangkaian RS-Flip Flop untuk menentukan output dari pergerakan motor yang di driver dengan menggunakan 2 buah Mosfet IRF640 dan IRF9640. Hasil pengujian pengolahan data sinyal output sensor garis dapat diolah dengan baik oleh mini sistem robot yang terdiri dari IC TTL 7408 dan 7400 sehingga menghasilkan output pergerakan motor yang sesuai dengan pendeteksian sensor garis yang telah dibuat dengan menggunakan 8 led dan 8 foto dioda. Hasil pengujian sistem kemampuan robot dalam melakukan aksi pembersihan sampah menggunakan tisu kering dengan area lintasan yang telah ditentukan diperoleh tingkat keberhasilan 66,67%..

REFERENSI

- [1] Faraby, M. D., Akil, M., Fitriati, A., & Isminarti, I. (2017). Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 5(1), 70..
- [2] Fauzan, A.(2016). Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. *Repository Universitas Muhammadiyah Jember*, 1-12.
- [3] Mardiaty, R., Aziz, N., Mulyana, E., & Yusuf, T. (2022). Robot Pembersih Lantai Menggunakan Sensor LM393 dan Ultrasonik Berbasis Arduino Uno. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 6(01), 29-34..
- [4] Mulyana, A. R., Yahya, L., Khoirunnisa, R., Tamara, C. A., & Vokasi, S. (2013). *Ropadas (Robot Pramusaji Cerdas) Berbasis Line Follower. Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi*
- [5] Turangan, S., & Rantung, J. (2016). Perancangan Robot Pengikut Garis Berbasis Microcontroller. *Jurnal Online Poros Teknik* , 5(2), 58-69.
- [6] Wildani Akbar, K. (2023). Perancangan Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler Dengan Sensor Jarak. *Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(2), 750-759.
- [7] Yoski, M. S., & Mukhaiyar, R. (2020). Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 158-161