

# RANCANG BANGUN ROBOT *LINE FOLLOWER* UNTUK MENENTUKAN JARAK TERPENDEK PADA MAZE MAPPING

Niton Wenda,

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia  
nitonwenda060897@gmail.com,

Diterima: tgl; 6 April 2022 direvisi: tgl 6 April 2022 disetujui: tgl 25 Mei 2022

**Abstract** — Tugas akhir ini merancang dan mengimplementasikan algoritma simple maze pada robot maze beroda dan kontroler PID pada manuver robot ini. Tugas robot ini adalah menyusuri dan mencari target akhir di mana titik awal yang disediakan ada 3 yaitu titik A, B, dan C. Algoritma simple maze merupakan algoritma penyelesaian pada maze untuk mendapatkan jalur terpendek dalam penyelesaian sebuah maze. Pada penelitian ini digunakan maze berbentuk garis (line), dengan dasar permukaan berwarna putih dan garis yang berwarna hitam. Pada penyelesaian maze, robot menggunakan aturan telusur kiri/kanan. Robot akan merekam setiap persimpangan yang dilalui dengan memberikan kode berupa L belok kiri, S lurus, B kembali, kemudian untuk mendapatkan jalur terpendek robot akan menyederhanakan kode yang telah didapatnya dengan menggunakan algoritma simple maze, sehingga pada gerakan kedua robot tidak perlu menelusuri setiap persimpangan yang ada di maze, robot dapat langsung berjalan dan menemukan lintasan terpendek sesuai dengan jalur yang disederhanakan. Hasil parameter kontroler PID yang dicapai dari penelitian tugas akhir ini diperoleh dari hasil tuning eksperimen dengan hasil  $K_p=17$ ,  $K_i=1$ , dan  $K_d=50$  untuk hasil respon robot yang memuaskan. Hasil akhir dari penelitian ini adalah perbedaan jalur yang lebih singkat setelah penyederhanaan dengan menunjukkan waktu yang lebih cepat ketika penelusuran kedua setelah penyederhanaan dengan algoritma simple maze. Hal tersebut menunjukkan bahwa program dapat berjalan dengan baik.

**Kata kunci** — Robot Line Follower, Algoritma Simple Maze, Kontrol PID.

## I. PENDAHULUAN (TIMES NEW ROMAN 10)

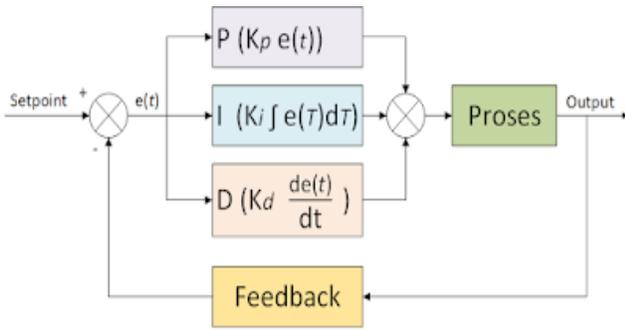
Perkembangan teknologi telah berkembang sangat pesat sejak revolusi industri di beberapa negara Eropa. Oleh karena itu, masyarakat harus aktif mengikuti perkembangan yang sedang berlangsung. Dari era revolusi industri ke era globalisasi,

perubahan kesadaran manusia sangat berbeda. Banyak pertimbangan dan perkembangan teknologi yang dilakukan. Di balik ini ada rasa ingin tahu manusia di bidang teknis. Perkembangan teknologi di bidang robotika tidak terkecuali. Robotika adalah bidang teknologi yang berkembang pesat dan banyak ilmuwan yang mengembangkan teknologi robotika. Akibatnya, bentuk dan pola gerakan robot berubah dari waktu ke waktu, dan banyak perkembangan yang terlihat. Dunia robotika kini berkisar pada mesin-mesin industri yang menghasilkan barang dan kebutuhan manusia dalam volume yang sangat tinggi sehingga kita bisa melihat fungsi robot yang membantu pekerja. Para ilmuwan menghabiskan banyak uang untuk menemukan terobosan baru di dunia robotika dan, yang lebih penting, untuk masyarakat. Dengan bantuan robot, pekerjaan menjadi jauh lebih mudah, pekerjaan lebih cepat dan lebih bersih. Pelajaran dasar dalam dunia robotika yang dapat dipraktikkan siswa adalah robot pengikut garis.

## II. METODE

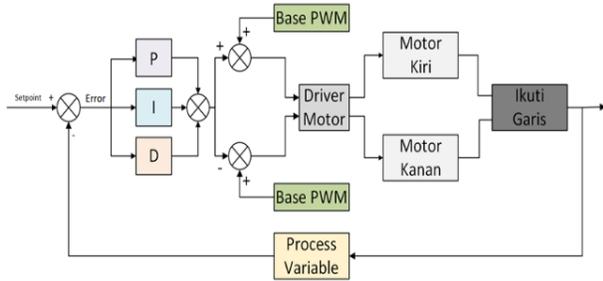
### A. Kendali PID

Pergerakan smooth robot line follower sangat tergantung dari aksi kontrol robot tersebut. Jika hanya menggunakan kontrol on-off (discontinue) akan sangat berbeda dengan aksi kontrol continue PID. Kendali PID seharusnya meletakkan elemen ukur (sensor) yang terdapat pada plat (motor penggerak) dari robot seperti tachometer sebagai sensor pada motor, encoder yang terletak pada plant, sedangkan pada robot line follower sensor berupa pendeteksi garis tidak terletak pada plant dan hasil deteksi garis tersebut barulah diumpangkan ke motor, namun walaupun begitu kendali PID masih bisa diterapkan untuk mengendalikan robot line follower sesuai dengan diagram blok kendali PID pada gambar 1.



. Gambar 1. Diagram Blok Kendali PID

Adapun diagram blok penerapan kontrol PID pada robot line follower seperti gambar 2.2, di mana setpoint merupakan parameter nilai yang diinginkan, process variable merupakan bobot nilai sensor yang terbaca sesuai dengan pembacaan sensor saat itu, dan error merupakan nilai kesalahan yang didapat dari nilai zsetpoint dikurangi nilai process variable.

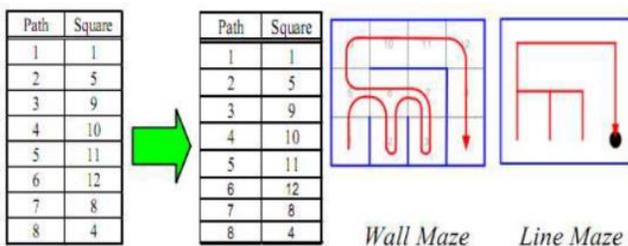


. Gambar 2. Diagram Blok Penerapan Kendali PID Pada Robot Line Follower

**B. Metode Pemetaan Jalur Simple Maze (Maze Mapping)**

Pemetaan jalur yang dimaksud adalah pengelompokan jalur-jalur untuk mendapatkan peta jalur tersingkat. Pemetaan jalur ini banyak digunakan pada permainan labirin untuk menemukan jalan keluar, dan bisa kembali ketempat semula dengan jalur tersingkatnya. Pada waktu ini yang banyak diperbincangkan yaitu permainan labirin pada line follower.

Maze mapping merupakan metode yang digunakan untuk mapping, yakni mencari dan menggambarkan peta jalan keluar dari Maze. “There are two types of Wall Follower algorithm: left-hand rule and right-hand rule”(Saman and Abdramane,2013:22), Maze mapping pada umumnya diberbagai sumber menjelaskan dengan istilah path mapping yang konsep dasar dalam pencariannya mengikuti aturan Wall Follower atau left/right hand rule.



Gambar 2. Peta Maze (Hendriawan dan Akbar 2010:91)

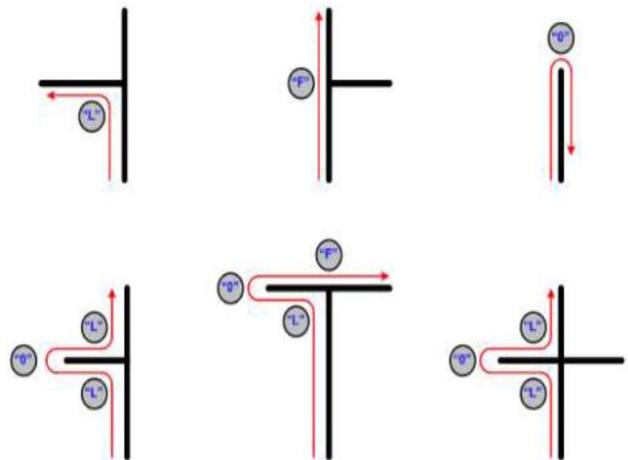
Contoh salah satu kasus seperti ini dengan maze berupa line dan menggunakan right Line Follower sebagai metode pemetaannya, maka diperoleh:

Hasil pemetaan : 1,5,6,2,6,7,3,7,6,5,9,10,11,12,8,4  
 Jalur terpendek : 1,5,9,10,11,12,8,4



Gambar 3. Jalur Terpendek Wall Maze dan Line Maze

Prinsip dasar dari maze mapping ini adalah bahwa robot pada saat menjumpai persimpangan maka untuk aksinya robot akan mengutamakan belok kiri dibanding lurus atau belok kanan, bila tidak ada pilihan belok kiri maka lurus. Sehingga bila tidak dijumpai pilihan belok kiri maka robot akan mengambil jalan lurus. Berikut adalah contoh gambar, bagaimana cara pemberian kode pada saat proses mapping



Gambar 4. Posisi Saat Pemberian Kode

Pada saat search, robot akan melakukan proses mappig dengan cara memberikan kode pada setiap kali robot menjumpai persimpangan dan jalan yang terputus, lalu kode-kode tersebut disimpan dalam memori robot. Kode yang diberikan ini akan tersusun terus setiap kali robot berjumpa dengan persimpangan dan jalan yang terputus sampai dengan robot mencapai posisi target (finish). Adapun kode-kode yang digunakan pada saat mapping adalah:

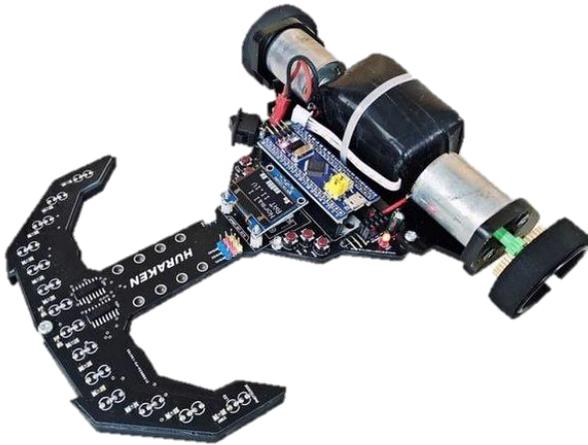
- “L” berarti left. Ini menandakan bahwa robot telah melakukan belok kiri karena melewati persimpangan.
- “F” berarti forward atau jalan terus. Ini menandakan kalau robot melakukan jalan terus karena bertemu dengan persimpangan tiga dengan pilihan lurus atau belok kanan.
- “0” berarti robot berjumpa dengan jalan yang terputus dan berjalan kembali ke persimpangan yang terakhir.

Setelah kode-kode tersusun, maka untuk menemukan jalan keluar dari maze tersebut perlu dilakukan penyederhanaan,

sehingga diperoleh susunan kode-kode yang baru. Kunci dari jalan keluar adalah bila tidak ada lagi kode “0”. Itu mengartikan bahwa sudah tidak bertemu lagi dengan jalan terputus.

### C. Robot Line Follower

Judul dan identitas penulis ditulis dalam satu kolom. Judul menggunakan huruf TNR 24 dan tidak mengandung singkatan kecuali tidak dapat dihindari dan sudah dikenal secara internasional ( seperti IEEE ). Identitas penulis (nama, alamat imel, alamat , instansi, nomor telepon, nomor fax,) ditulis menggunakan huruf TNR 11. Nama depan penulis jangan disingkat seperti Brave.Angkasa Sugiarso juga ditulis tanpa gelar atau jabatan (mahasiswa, dosen, dll). Tulislah instansi tempat penelitian.



Gambar 5. Robot Line Follower

### D. Liquid Crystal Display (LCD)

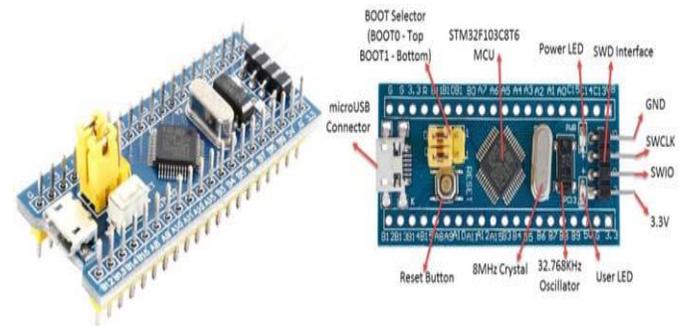
Seiring dengan kemajuan teknologi, banyak perangkat canggih baru yang bermunculan. Salah satu hal yang juga menjadi perhatian para penikmat gadget adalah pada spesifikasi layar. Saat ini teknologi layar yang sedang ramai diperbincangkan adalah layar OLED dan AMOLED.



Gambar 6. Layar OLED 1.3 inch

### E. Sistem Minimal Arduino STM32

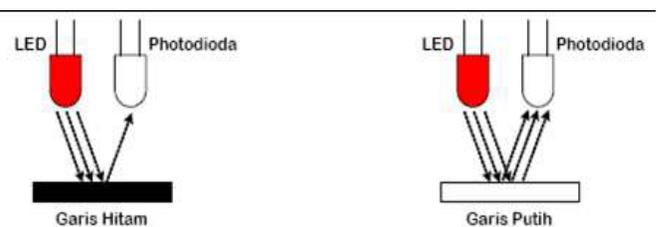
Microcontroller STM32 dikemas dalam sebuah development board. STM32 memiliki ukuran yang kecil, seukuran Arduino Nano, hanya kinerjanya lebih unggul dibanding arduino. Minimum system STM32 seperti pada gambar 2.11, saat ini mudah didapatkan di toko – toko elektronik, nama lain dari modul ini adalah blue pill.



Gambar 7. Development Board Mikrokontroler STM32

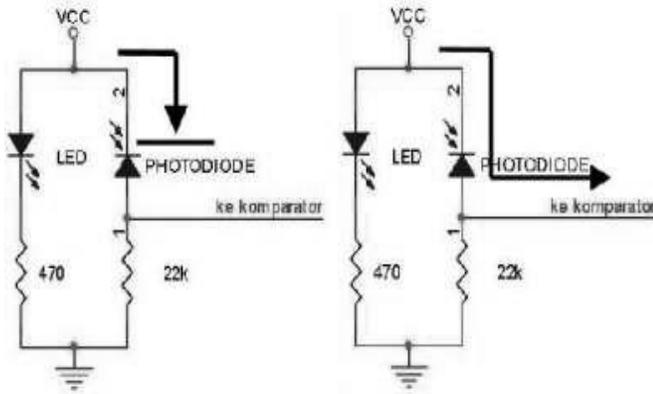
### F. Sensor Photodioda

Sensor photodiode adalah sensor cahaya semikonduktor yang bisa mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik dimana resistansinya berubah-ubah jika cahaya yang jatuh pada dioda berubah-ubah intensitasnya. Komponen elektronika ini bekerja berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya. Artinya, jika sensor ini terkena cahaya, maka akan bekerja persis seperti dioda pada umumnya. Sebaliknya, jika tidak terkena cahaya, maka sensor ini akan berperan layaknya resistor, yang mana bisa menghambat aliran arus listrik.



Gambar 8. Konsep Pemantulan LED di Lapangan

Photodiode yang biasa dipakai terbuat dari silikon (Si) atau gallium arsenide (GaAs), indium antimonide (InSb), indium arsenide (InAs), lead selenide (PbSe), dan timah sulfide (PbS). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, misalnya dari 250nm ke 1100nm untuk silikon dan 800nm ke 2,0µm untuk GaAs. Photodiode adalah jenis diode yang berfungsi mendeteksi cahaya.

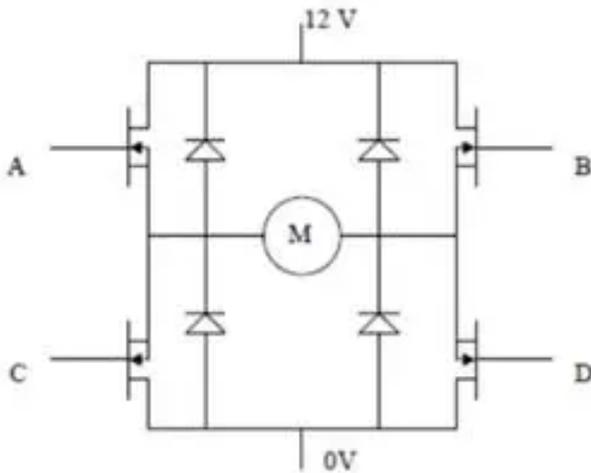


Gambar 9. Cara Kerja Sensor Photodioda

Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector). Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Konsep pemantulan sensor photodioda terhadap jalur garis dijelaskan seperti Gambar8.

*G.H-Bridge Mosfet*

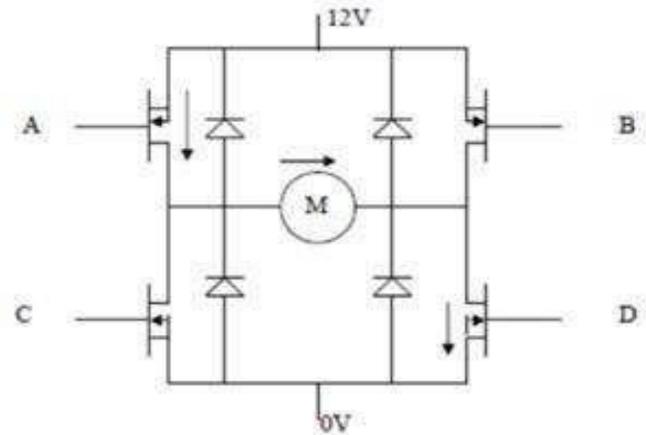
L298 adalah driver motor berbasis H-Bridge yang mampu menangani beban hingga 4A pada rentang tegangan 6V-46V. Dalam chip L298 terdapat 2 rangkaian H-Bridge yang mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban 2A. Sementara itu, penggunaan H-Bridge pada chip L298 dikarenakan bentuk rangkaiannya yang menyerupai huruf-H



Gambar 10. Konfigurasi H-Bridge MOSFET

Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan mengatur mati hidupnya ke empat MOSFET tersebut. Huruf M pada gambar adalah motor DC yang akan dikendalikan. Bagian atas rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub positif, sedangkan bagian bawah rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub negatif. Pada saat MOSFET A dan MOSFET D on sedangkan MOSFET B dan MOSFET C off, maka sisi kiri dari gambar motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya, sedangkan sisi sebelah kanan motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya sehingga motor akan bergerak searah jarum jam dijelaskan pada

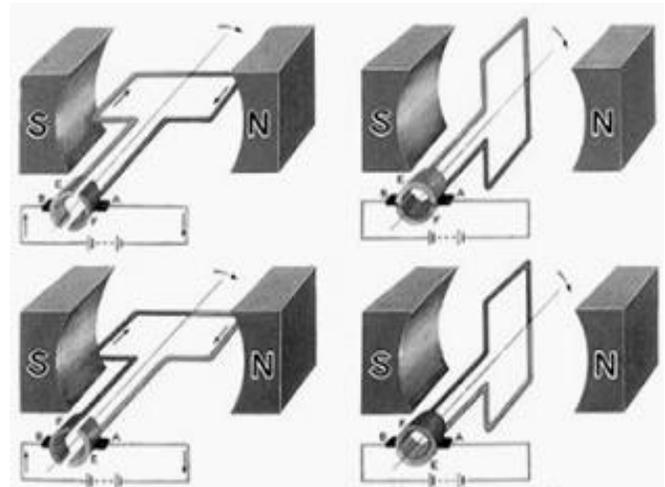
Gambar 2.18. berikut.



Gambar 11. H-Bridge Konfigurasi MOSFET A&D on, B&C off

*H.Motor DC*

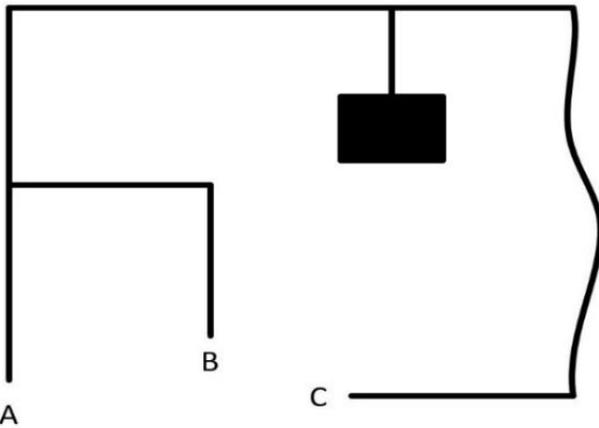
Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (motion). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (Direct Current) untuk dapat menggerakannya. Motor DC ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (Revolutions per minute) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalikkan.



Gambar 8. Prinsip Kerja Motor DC

*I. Labirin*

Labirin pada dunia robotik biasa disebut dengan maze. Ada 2 macam maze yaitu line maze dan wall maze. Line maze merupakan jalur rumit dengan bentuk garis, sedangkan wall maze merupakan jalur rumit dengan bentuk ruangan bertembok tanpa atap. Pada penelitian ini menggunakan line maze karena untuk robot line follower atau robot pengikut garis.



Gambar 9. Lintasan Line Maze

### J. Metode Forward Engineering

Metode penelitian yang digunakan adalah metode Engineering dengan jenis Forward Engineering. Metode Engineering merupakan penelitian yang memberikan hasil dapat berupa model, formula, algoritma, struktur, arsitektur, produk, maupun sistem yang telah teruji (Subiyantoro, 2013). Terdapat tahapan yang harus dilakukan pada metode Forward Engineering yaitu tahap perancangan dan tahap pembangunan, atau untuk lengkapnya dimulai dari perencanaan, perancangan, pembangunan dan penerapan (Subiyantoro, 2013). Tahap perancangan merupakan tahap pembuatan gambaran awal tentang sistem dari produk penelitian.

### K. Desain Perangkat Keras

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, secara umum didesain seperti gambar 3.1 berikut:



Gambar 10. Desain Robot Line Follower

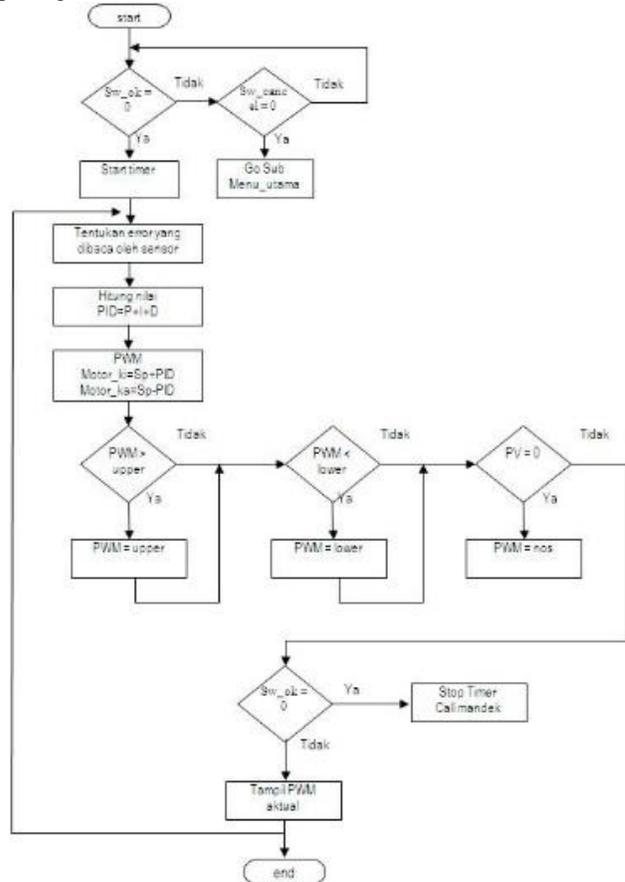
Rancangan robot line follower terdiri dari:

1. Modul mikrokontroller arduino stm32 arm cortex m3 clock speed 72mhz
2. Display LCD 64x128 Oled
3. Memory eeprom eksternal 256kBit 100x16 Counter (model plan)
4. Sensor photodioda 14 buah dengan sistem multiplexer
5. Menggunakan motor dc gear dengan driver motor mosfet yang mengendalikan 2 motor dc
6. Body dan chassis robot berbahan akrilik
7. Terdapat 6 tombol (1 tombol reset), led indikator, dan

8. Baterai Lipo 3000mah 4S dan Regulator Step Down

### L. Perancangan Kendali PID dan Tuning PID

Perancangan kendali PID pada robot line follower dapat terlihat secara jelas pada flowchart perancangan kendali PID pada gambar berikut.



Gambar 11. Flowchart Kendali PID Robot Line Follower

### M. Prosedur Melakukan Tuning PID

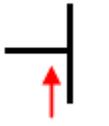
Nilai konstanta perhitungan PID dituning secara trial and error, proses ini dilakukan dengan metode mencoba-coba (eksperimental) nilai proporsional, derivatif dan integratif pada formula PID hingga ditemukan hasil sistem yang stabil, adapun cara yang dilakukan untuk mentuning PID pada robot line follower ialah sebagai berikut:

1. Langkah awal gunakan kendali proporsional terlebih dahulu, abaikan konstanta integratif dan derivatifnya dengan memberikan nilai nol pada integratif dan derivatif.
2. Tambahkan terus konstanta proporsional maksimum hingga keadaan stabil namun robot masih beresilasi.
3. Untuk meredam osilasi, tambahkan konstanta derivatif dengan membagi dua nilai proporsional, amati keadaan sistem robot hingga stabil dan lebih responsif.
4. Jika sistem robot telah stabil, kontrol integratif dapat menjadi opsional, dalam artian jika ingin mencoba-coba tambahkan kontrol integratif tersebut, namun pemberian

nilai integratif yang tidak tepat dapat membuat sistem robot menjadi tidak stabil.

5. Nilai set point kecepatan dan nilai batas bawah/atas memberikan patokan kecepatan robot.
6. Nilai time sampling (waktu cuplik) juga mempengaruhi perhitungan PID, tentunya saat penggunaan kontrol integratif dan derivatif.
7. Periksa kembali performa sistem hingga mendapatkan hasil yang memuaskan.

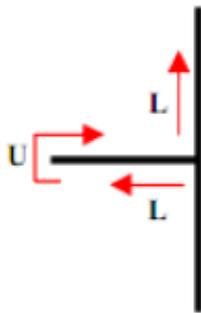
*N. Bentuk Simpangan*

c	Bentuk Track	Data Petunjuk Dalam Program	Keterangan
Left Junction		Karakter "L"	Belok Kiri
T-Junction		Karakter "L"	Belok Kiri
Cross Junction		Karakter "L"	Belok Kiri
Right Junction		Karakter "S"	Lurus
Dead End		Karakter "U"	Balik Kanan

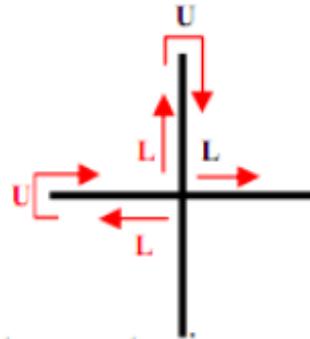
*O. Perancangan Simplifikasi Data*

Berikut adalah proses dasar untuk simplifikasi robot dengan metode simple maze:

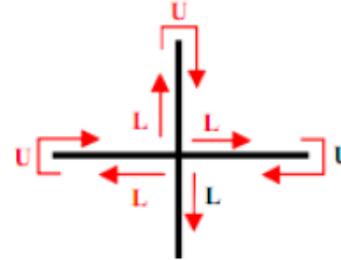
1. Data yang tersimpan = "LUL"



2. Data yang tersimpan = "SUL"



3. Data yang tersimpan = "RUL"

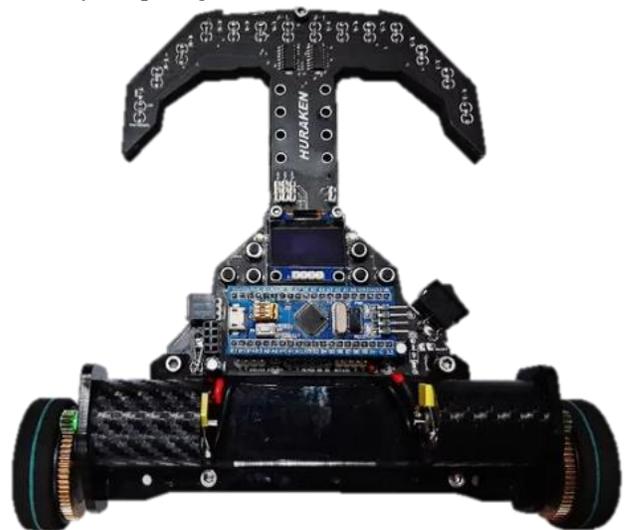


Hasil dari pengenalan bentuk persimpangan kemudian dilakukan simplifikasi (penyederhanaan) data yang akan menjadi acuan dalam pencarian target dengan jalur tercepat saat proses Solving Maze.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

*A. Hasil Rancang Bangun Robot Line Follower*

Berikut ini adalah hasil akhir rancang bangun robot line follower menggunakan sensor photodiode beserta penggerak dan komponen lainnya sesuai yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, seperti gambar berikut.



Gambar 12. Hasil Rancang Bangun Robot Line Follower

Pada gambar 12 merupakan hasil rancang bangun robot line follower yang memiliki komponen utama sebagai berikut : 8

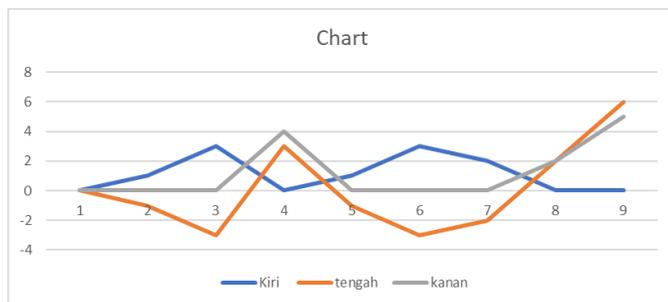
buah sensor photodiode, mikrokontroler arduino stm32, lcd OLED, 2 motor dc dan driver mosfet, tombol, saklar on/off, baterai Lipo. Robot line follower memiliki tujuan untuk berjalan dari 1 titik start menuju area finish sesuai lintasan pada maze, kemudian berikutnya robot tersebut akan berjalan kembali sesuai lintasan terpendek yang ditemukan berdasarkan algoritma simple maze yang diprogramkan ke dalam robot.

### B. Pengujian Sensor Photodiode

Sensor photodiode pada robot line follower diatur sedemikian rupa agar dapat mengoptimalkan proses deteksi garis. Peletakkan sensor terbagi dalam 3 bagian, yaitu:

1. 8 buah sensor pada bagian depan
2. 3 buah sensor pada bagian samping kanan
3. 3 buah sensor pada bagian samping kiri

Sensor garis ini bekerja dengan mendeteksi ada atau tidak adanya garis/jalur hitam pada lintasan maze. Setiap perubahan kondisi garis/jalur akan dibaca sebagai perubahan bit high/low oleh sensor. Pembacaan ini akan mengakibatkan perubahan pergerakan pada penggerak kendaraan. Rangkaian sensor garis tersebut mendeteksi cahaya yang dipancarkan oleh LED ultra bright yang cukup terang sehingga dapat dipantulkan. Adapun hasil pengujian rangkaian sensor garis ini sesuai pada data di dalam gambar berikut ini.



Gambar 13. Grafik Pengujian Nilai sensor Kiri Tengah dan Kanan

Nilai tegangan kondisi low lebih rendah daripada saat kondisi high. Hal ini menunjukkan stabilnya sistem pada rangkaian sensor.

### C. Pengujian PWM Pada Rangkaian Driver Motor

Pada rangkaian driver motor ini menggunakan IC MOSFET IRF9540 dan IRF540 masing-masing dihubungkan seri sebanyak 4 buah. Penggunaan kedua jenis IC ini berfungsi sebagai pengendali besarnya tegangan yang diterima oleh motor DC. Untuk pengaturan kecepatannya pada penelitian ini digunakan teknik PWM (Pulse Width Modulation), dengan menggunakan metode ini pengendalian motor DC dapat dilakukan secara efektif. PWM ini bekerja dengan cara membuat gelombang persegi yang memiliki perbandingan pulsa high terhadap pulsa low yang telah tertentu, diskalakan dari 0 hingga 100%. Gelombang persegi ini memiliki frekuensi tetap (max 10 KHz) namun lebar pulsa high dan low

dalam 1 periode yang akan diatur. Perbandingan pulsa high terhadap low ini akan menentukan jumlah daya yang diberikan ke motor DC. Berikut ini adalah hasil pengujian rangkaian driver motor dc pada table IV.

Tabel IV  
Hasil Pengujian Pada Rangkaian Driver Motor

Logika	Respon Driver
1 0	ON
0 1	ON
1 1	Break
0 0	OFF

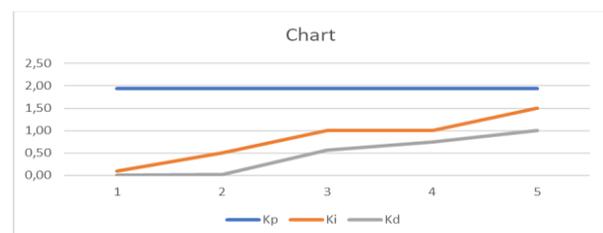
Salah satu pin pada driver diberi logika 1 (high) dan 0 (low), maka driver motor dapat bergerak sesuai dengan kondisi logika yang diberikan.

### D. Analisis Kontroler PID pada Robot Line Follower

Berikut ini hasil tuning nilai-nilai parameter kontroler PID robot line follower dengan medan uji coba pada track maze pada tabel V.

Tabel V  
Pengujian Kontroler Proporsional, Diferensial, dan Integral

Kp	Ki	Kd	Kondisi Robot
1.94	0.1	0.01	Osilasi yg rendah dikarenakan respon robot lambat sehingga gerak robot tidak stabil
1.94	0.5	0.025	Osilasi robot berkurang dikarenakan respon robot terlihat meningkat sehingga gerak robot mulai stabil
<b>1.94</b>	<b>1</b>	<b>0.56</b>	<b>Osilasi robot mendekati stabil dikarenakan respon robot cepat sehingga gerak robot stabil</b>
1.94	1	0.75	Osilasi robot cukup tinggi dikarenakan respon robot lebih cepat sehingga gerak robot tidak stabil
1.94	1.5	1	Osilasi robot sangat tinggi sehingga robot tidak stabil

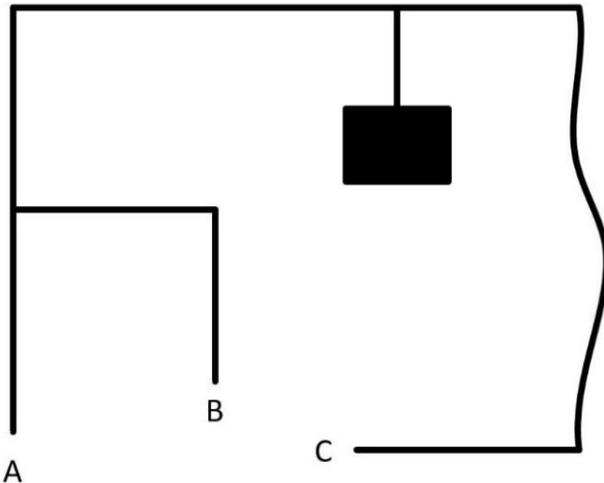


Gambar 14. Grafik Nilai Kp Ki Kd

Hasil pengujian kontroler proporsional, diferensial ditambah kontroler integral dapat disimpulkan bahwa respon robot akan semakin baik. Penambahan kontroler integral yang tepat akan membuat respon robot lebih baik. Nilai-nilai parameter kontroler PID dengan kondisi respon robot terbaik adalah  $K_p=1.94$ ,  $K_i=1$ , dan  $K_d=0.56$ .

#### E. Pengujian Robot pada Lintasan Maze

Pada saat menjalankan robot, posisi baterai selalu dilakukan pengecekan dan selalu dalam keadaan tegangan penuh. Kemudian robot diletakkan pada posisi A, B, C, setelah itu robot menelusuri lintasan maze hingga sampai daerah kotak hitam dengan mengingat posisi lintasan yang dilewati sesuai pada gambar 13. Pada gerakan kedua akan dilakukan proses penyederhanaan lintasan sesuai algoritma simple maze yang digunakan dengan menyesuaikan jenis telusur kiri atau kanan, kemudian disimpan dalam memori untuk dipanggil kembali saat gerakan kedua robot dijalankan sehingga robot akan melalui lintasan terpendek menuju area kotak hitam.



Gambar 15. Bentuk Lintasan Maze saat Pengujian

Pada tabel VI merupakan tabel hasil percobaan robot saat bergerak dari titik awal A menuju area kotak hitam.

Tabel VI  
Percobaan Robot dari Titik A

Percobaan ke-	Waktu Penelusuran	Karakter Pemetaan	Waktu Penyederhanaan	Karakter Penyederhanaan
1	00:00:12	LSRL	00:00:12	LSRL
2	00:00:17	LSRLL	00:00:17	LSRLL
3	00:00:20	LSRLLULL	00:00:17	LSRLLLSL

Tabel VII  
Percobaan Robot dari Titik B

Percobaan ke-	Waktu Penelusuran	Karakter Pemetaan	Waktu Penyederhanaan	Karakter Penyederhanaan
1	00:00:12	SULSRL	00:00:12	RSRL
2	00:00:15	SULSRLS R	00:00:14	RSRLSR

3	00:00:21	SULSLLL ULL	00:00:18	RSLLULL
---	----------	----------------	----------	---------

Tabel VIII  
Percobaan Robot dari Titik C

Percobaan ke-	Waktu Penelusuran	Karakter Pemetaan	Waktu Penyederhanaan	Karakter Penyederhanaan
1	00:00:36	SRLULLLU SULSRL	00:00:39	SRLSLURSR L
2	00:00:47	SRLULLLU SULSRLULL	00:00:43	SRLSLURSR LLS
3	00:00:50	SRLULLLU SULSRLLLU LL	00:00:43	SRLSLURSR LLSL

Pada percobaan robot dari titik A, robot berhasil menelusuri lintasan maze dan menemukan area kotak hitam sebagai titik akhir. Kemudian pada penelusuran kedua setelah menyederhanakan lintasan maze dengan memberikan karakter pemetaan dari setiap lintasan, robot langsung menuju titik akhir dengan mengikuti lintasan maze terpendek tanpa harus melewati persimpangan yang lainnya sesuai algoritma simple maze yang diberikan. Perbedaan jumlah jalur pada saat penelusuran awal akan mempengaruhi waktu yang akan dijalani oleh robot dalam menemukan titik akhir, sehingga pada penelusuran kedua waktu yang diperlukan lebih cepat dari penelusuran pertama. Begitupun ketika percobaan robot dari titik B dan C, robot berhasil menelusuri lintasan maze dan menemukan area kotak hitam, dan pada penelusuran kedua waktu yang dibutuhkan lebih cepat dari penelusuran pertama.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, sistem yang dibuat sudah bisa memenuhi beberapa fungsi untuk mencari dan menemukan arah serta tujuan perberhentian lewat pantulan dari garis hitam arena yang telah di buat sebelumnya. Sensor membaca perbedaan cahaya yang terpantulkan, dimana pengontrol mendapatkan informasi arah dan posisi jalur. Penambahan pengontrol PID Robot ini dapat menyesuaikan arah yang berliku-liku dengan baik.

Sistem ini memang belum jadi sempurna karena keterbatasan alat dan bahan yang kurang memumpuni, namun masih bisa memenuhi beberapa tujuan yang sebelumnya telah di tulis pada awal laporan ini yaitu menentukan jalur yang sesuai dengan tambahan pengontrol PID.

### B. Saran

Sistem yang telah di rancang ini masih memerlukan beberapa peningkatan untuk menstabilkan di antaranya:

1. Saat ini prograner yang di gunakan pada STM32 ini masih menggunakan bootloader Arduino compatible

yang artinya pemrosesan dan pengeksekusian program tidak bisa berjalan dengan baik seperti pemrosesan dual core.

2. Konstanta PID yang di berikan masih memerlukan penyesuaian lagi.
3. Ukuran chasis robot dan lebar arena harus disesuaikan lagi untuk menghindari error saat dalam proses belok yang dapat terlewati.

#### V.KUTIPAN

- [1] Ary Sulistyio Utomo, 2016. "Algoritma Floodfill Untuk Menentukan Titik Koordinat Maze Mapping Pada Robot Line Follower". Jurnal SIMETRIS Vol.7 No.1.
- [2] Brooks, R. 1986. "A Robust Layered Control System For A Mobile Robot", IEEE Journal of Robotics and Automation Vol. 2, No.1, hal. 14-23.
- [3] Darmawan, A., A. Hendriawan, R. Akbar. 2015. "Penerapan Algoritma Pledge Untuk Menyelesaikan Maze pada Line Follower". PENS, Surabaya.
- [4] Fahmizal, AK, Effendi Rusdhianto, Iskandar Eka. 2011. "Implementasi Sistem Navigasi Behavior Based dan Kontroler PID pada Manuver Robot Maze". Paper ITS Undergraduate, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri. Surabaya.
- [5] Febi Yanto, Irma Welly, 2015. "Analisa dan Perbaikan Algoritma Line Maze Solving Untuk Jalur Loop, Lancip, dan Lengkung pada Robot Line Follower". Jurnal CoreIT Vol.1 No.2.
- [6] Hartawan, W. 2011. "Prototype Robot Pendeteksi Bahan Peledak Dari Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler AT Mega32 Menggunakan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation". Program Strata Satu Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [7] Hendriawan Akhmad, Akbar Reesa, 2010. "Penyelesaian Jalur Terpendek dengan Menggunakan Algoritma Flood Fill pada Line Maze". Repositori Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (<http://repo.pens.ac.id/id/eprint/38>).
- [8] Indrawan, Dhany, 2008. "Implementasi Simulated Annealing Pada Robot Mobil Untuk Mencari Rute Terdekat". Repositori Universitas Kristen Petra, Surabaya (<http://repository.petra.ac.id/id/eprint/677>).
- [9] Kweon, I, Kuno, Y, Watanabe, M, Onoguchi, K. 1992. "Behavior Based Mobile Robot Using Active Sensor Fusion". IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol.2 hal.1675-1682.
- [10] Mega Nurmalasari, Dedi Triyanto, Yulrio Brianorman, 2015. "Implementasi Algoritma Maze Solving Pada Robot Line Follower". Jurnal Coding Sistem Komputer Untan Vol. 3 No.2.
- [11] Mishra, Swati. 2008. "Maze Solving Algorithm For Micro Mouse". IEEE International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems.
- [12] Pitowarno, E. 2006. Robotika : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan. Yogyakarta : ANDI.
- [13] Prasetyo Eko, 2010. "Sistem Gerak Robot Line Follower Menggunakan Motor DC Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Dengan Sensor Photodiode". Repositori Universitas Diponegoro, Semarang (<http://eprints.undip.ac.id/8550/>).
- [14] Samsul A, Arya TH, Yosi K, 2016. "Pencarian Rute Line Follower Mobile Robot Pada Maze Dengan Metode Q-Learning". J.Oto.Ktrl.Inst Vol.8 No.1.
- [15] Wesley H. Huang and Kristopher R. Beevers. 2005. "Topological Mapping with Sensing-Limited Robots". International Journal of Robotics Research.



**Niton Wenda** penulis adalah anak Pertama dari empat bersaudara dalam keluarga wenda Kogoya, lahir di libome pada tanggal 06 Agustus 1997. Penulis menempuh Pendidikan pertama di Sekolah Dasar Negeri 1 Libo kecamatan Pirime Kabupaten Lanny jaya Papua pada 2004 sampai 2010, setelah itu masuk Sekolah Menengah

Pertama Yayasan Pendidikan dan Persekolahan Gereja-gereja Injili di Tanah Papua Tiom Kecamatan Tiom Kabupaten Lanny jaya Pada Tahun 2010, sampai 2013, kemudian melanjutkan Pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Wamena 2013 Kabupaten Jayawijaya hingga lulus di tahun 2016 dengan menempuh Ilmu pariwisata perhotelan. Sekarang penulis telah menyelesaikan Pendidikan di Universitas Sam Ratulangi Manado.

Selama menempuh Pendidikan di SMKN 1 Wamena penulis pernah mengikuti program magan dari Sekolah di Hotel Yasmin Jayapura selama 3 bulan, kemudian pernah menjadi Penyiar Radio Suara Anak Baliem Wamena, selama dua Tahun. Di Kabupaten Jayawijaya provinsi Papua.