

Robot pencari api dan penghindar rintangan

Fire Search and Obstacle Avoidance Robot

Aan Suherman

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung

Email : aansuherman.amazone@gmail.com

Abstrak - Robot pencari api dan penghindaran rintangan adalah jenis robot bergerak yang dapat menemukan target dalam bentuk api dengan menelusuri dinding. Untuk robot ini, sistem navigasi menggunakan navigasi menggunakan dinding. Navigasi menggunakan dinding adalah salah satu algoritma untuk memandu robot dengan menavigasi di sepanjang dinding. Sistem ini bekerja dengan menyesuaikan jarak dari dinding ke robot. Jika terjadi perubahan, robot bergerak untuk menyesuaikan jarak lagi. Robot ini terdiri dari beberapa komponen utama untuk mendukungnya ketika bernavigasi melalui dinding untuk mencapai target. Robot ini terdiri dari *flame* sensor yang diletakkan di bagian depan yang berfungsi sebagai pendeteksi untuk sasaran dalam bentuk api. Selain *flame* sensor, tiga sensor ultrasonik terletak di kiri, depan dan kanan robot. Ketiga sensor ultrasonik ini berfungsi sebagai detektor dinding. Berdasarkan pengujian didapatkan persentase keberhasilan robot mencapai target api dengan cara menelusuri dinding ruang sebelah kanan adalah sebesar 100% pada ruang II, di ruang III 70%, di ruang IV 70%. Sedangkan dengan cara menelusuri dinding sebelah kiri diperoleh persentase keberhasilan di ruang II sebesar 60%, di ruang III 70%, di ruang IV 100%. Persentase keberhasilan rata-rata robot mencapai target dengan metode telusur kanan adalah 80% dan kiri adalah 76,667%.

Kata kunci : Navigasi wall following, robot penghindar rintangan, mobile robot, robot pencari target berupa api

Abstract - Fire search and obstacle avoidance robot are types of mobile robots that can find targets in the form of fire by tracing walls. For this robot, the navigation system uses navigation using walls. Navigation using walls is an algorithm to guide robots by navigating along walls. This system works by adjusting the distance from the wall to the robot. If a change occurs, the robot moves to adjust the distance again. This robot consists of several main components to support it when navigating through walls to reach the target. This robot consists of a flame sensor placed on the front that serves as a detector for targets in the form of fire. In addition to the flame sensor, three ultrasonic sensors are located on the left, front and right of the robot. These three ultrasonic sensors function as wall detectors. Based on the test, the percentage of success of the robot reaches the target of fire by tracing the wall of the right side is 100% in room II, in room III 70%, in room IV 70% Whereas by tracing the left wall, the percentage of success in room II is 60%, in room III 70%, in room IV 100%. The success percentage of robots reaching the target with the right search method is 80% and the left is 76.667%.

Keyword : Navigation wall following, obstacle avoidance robot, mobile robot, target search robot in the form of fire

I. PENDAHULUAN

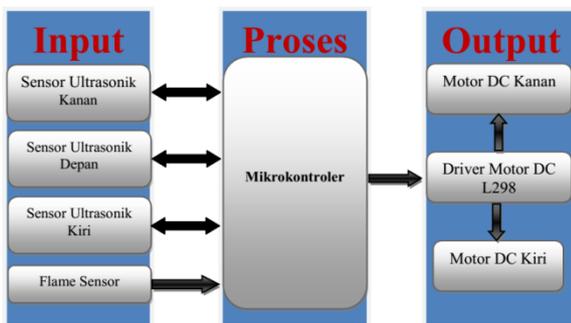
Kemajuan teknologi di bidang robotika terus berkembang sangat pesat, salah satunya di bidang robot seluler. Dalam aplikasi, robot seluler dapat dikontrol oleh sistem otomatis atau manual (kendali jarak jauh). Robot otomatis seluler dirancang dan dilengkapi dengan perangkat lunak elektronik otomatis atau sensor daripada kontrol jarak jauh. Robot otomatis yang menghindari

rintangan dan pencari objek dalam bentuk api adalah jenis robot bergerak yang dapat menemukan target dalam bentuk api dengan menelusuri dinding. Dalam beberapa kasus, masalahnya adalah bagaimana membuat sistem navigasi pada robot sehingga dapat menavigasi di setiap ruangan untuk menemukan target dalam bentuk penembakan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah melacak dinding. Navigasi pasca-dinding adalah algoritma yang memungkinkan Anda

mengarahkan navigasi robot di sepanjang dinding. Cara kerjanya adalah menyesuaikan jarak dinding dengan robot tetap konstan. Jika terjadi perubahan, robot akan bergerak menyesuaikan jarak lagi. Berdasarkan latar belakang ini, kita kemudian akan membuat sistem navigasi pelacak dinding pada robot otomatis untuk menghindari rintangan dan target dalam bentuk api.

II. METODOLOGI

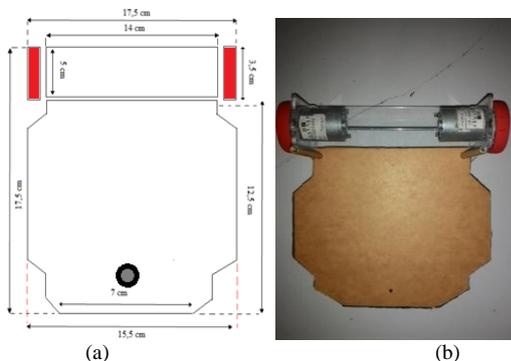
Perancangan ini akan dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu perancangan sistem *hardware* dan *software* beserta alasan pemilihan komponen yang digunakan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

A. Perancangan Mekanik

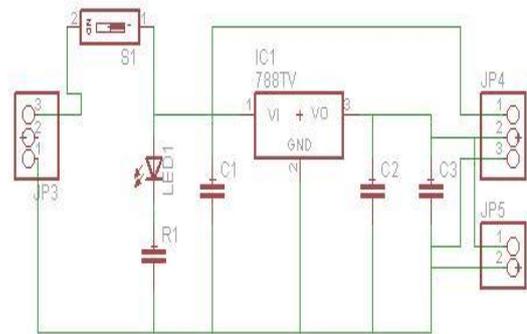
Untuk dapat bekerja dengan baik, salah satu faktor penting dalam perancangan pada penelitian ini adalah desain mekanik. Sistem mekanik yang baik harus mendukung pergerakan robot menjadi lebih baik. Oleh karena itu perancangan yang meliputi semua bagian mekanik seperti bodi robot, bodi motor DC, gear box, dimensi ban, dan ban bagian depan robot, rancangan panjang, lebar haruslah proporsional.



Gambar 2. (a) Rancangan Desain Mekanik Robot (b) Implementasinya.

B. Rangkaian Regulator 5 V

Setiap komponen dalam penelitian ini seperti: mikrokontroler, aktuator, sensor ultrasonik memerlukan masukan daya yang mampu membuat komponen-komponen tersebut digunakan. Kebutuhan akan daya masing-masing komponen berbeda, dan membutuhkan daya yang memiliki karakteristik yang sesuai dengan komponen-komponen tersebut.



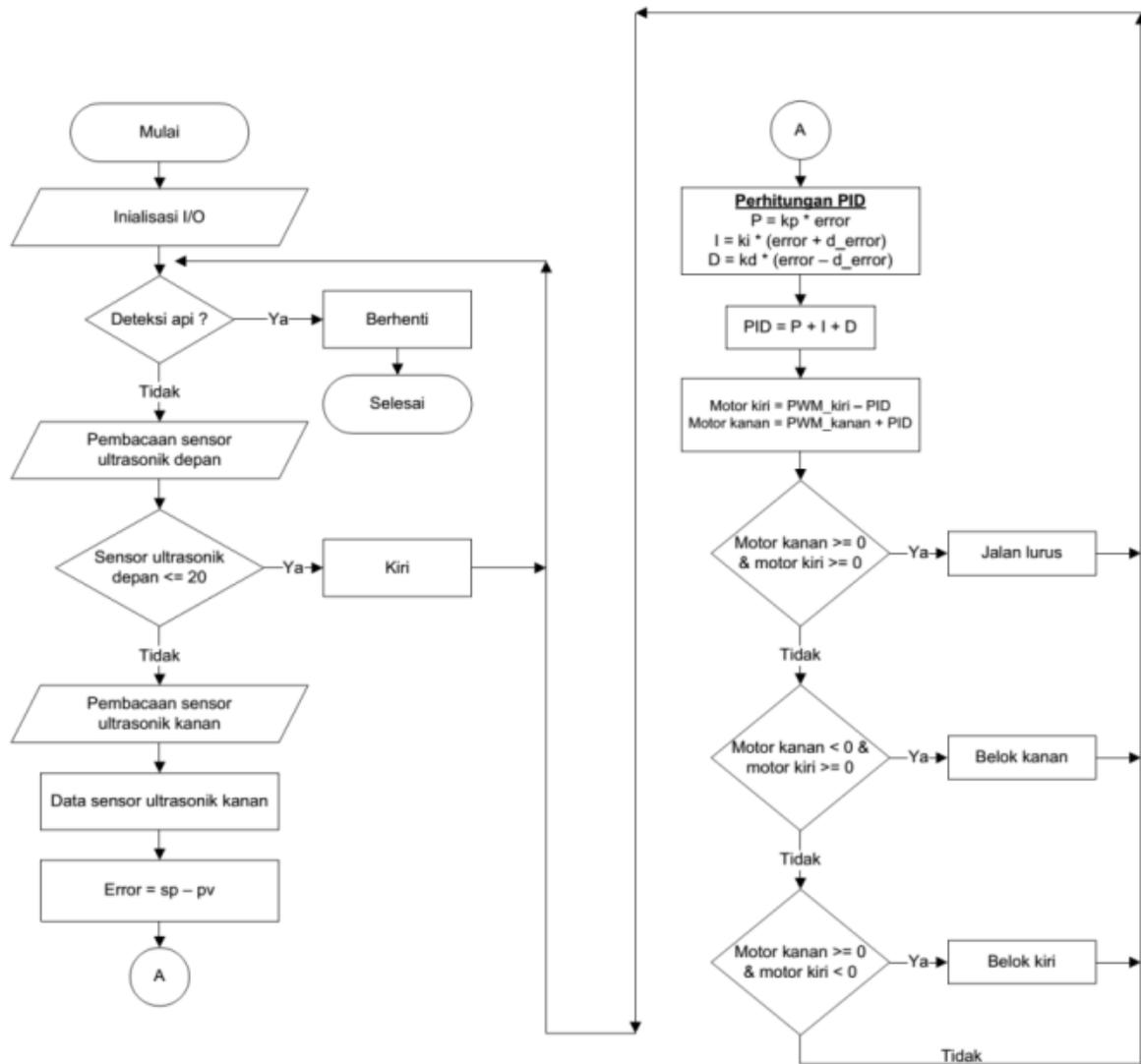
Gambar 3. Rangkaian Regulator 5V

Pada rangkaian di atas, tegangan *input* (masukan) berasal dari baterai 12V. Kapasitor berfungsi sebagai *filter* dan berfungsi mengurangi *noise* (*ripple* tegangan). IC regulator berfungsi untuk menghasilkan tegangan konstan 5 volt. Keluaran dari rangkaian diatas adalah tegangan 5 volt melalui port JP5 dan tegangan 12 V pada port JP4.

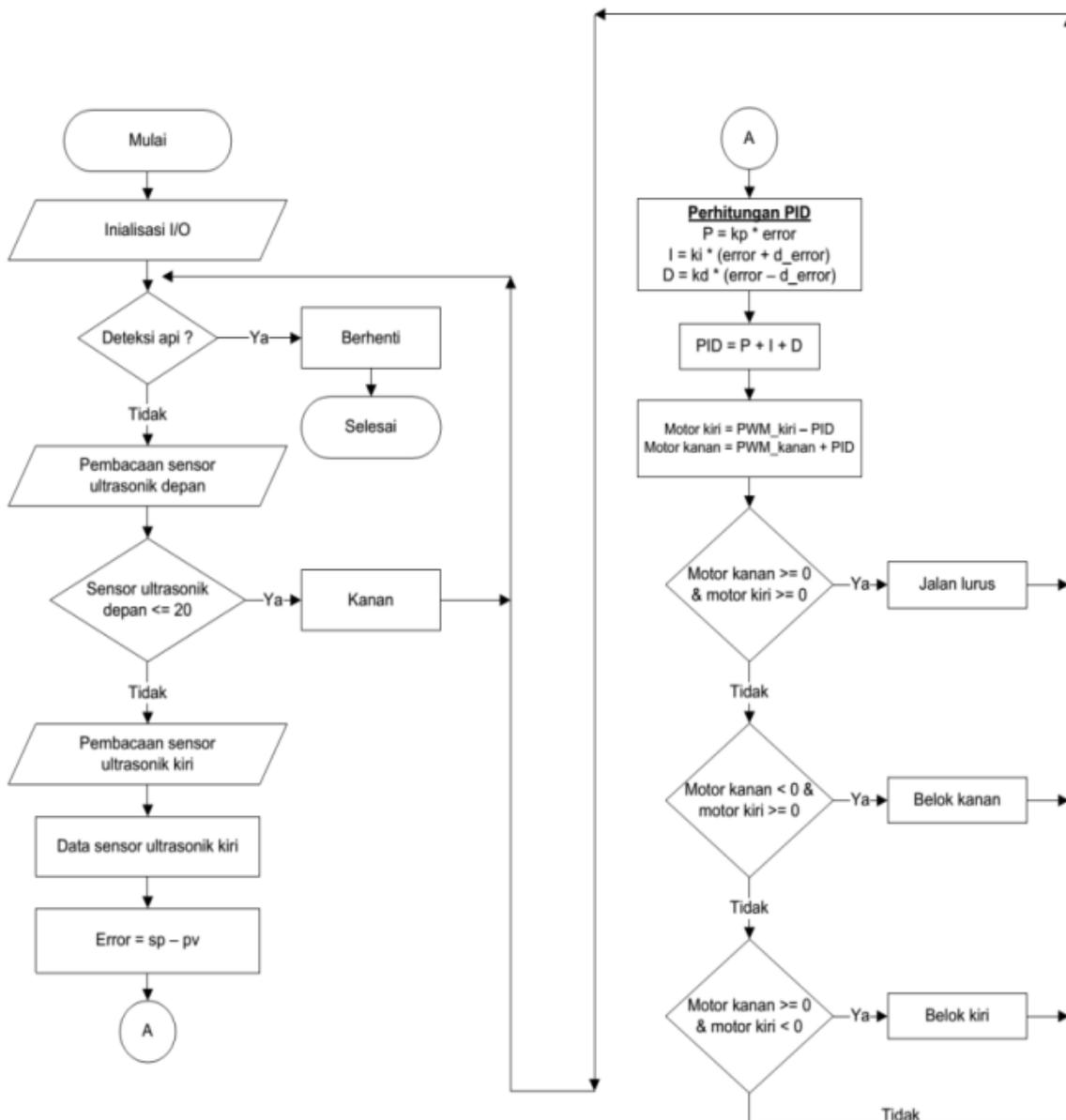
C. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak (*software*) bertujuan untuk menentukan setiap alur eksekusi dari perangkat sistem *mobile robot*. Setiap masukan akan diterima dan diproses oleh perangkat lunak (*software*) yang nantinya akan menentukan keluaran (*output*) dari sistem. Berikut alur kerja (*flowchart*) dari sistem yang dirancang.

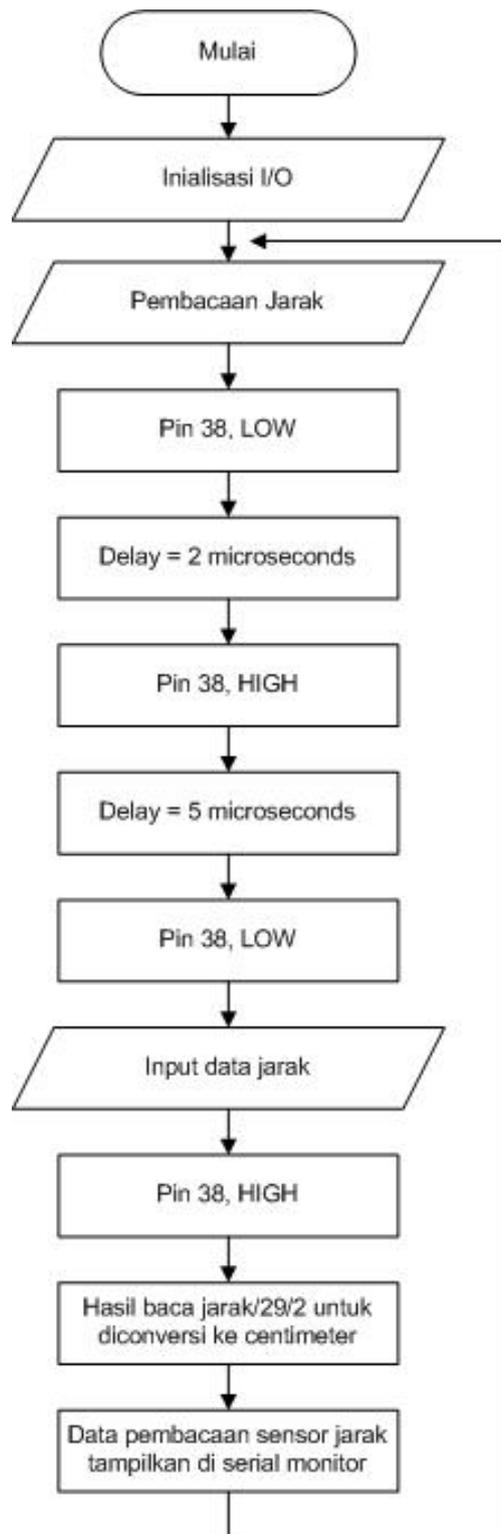
Flowchart robot dengan metode telusur kanan ditunjukkan pada Gambar 4, flowchart robot dengan metode telusur kiri ditunjukkan pada Gambar 5, flowchart pembacaan jarak dengan sensor ultrasonik ditunjukkan pada Gambar 6, dan flowchart pergerakan robot ditunjukkan pada Gambar 7.



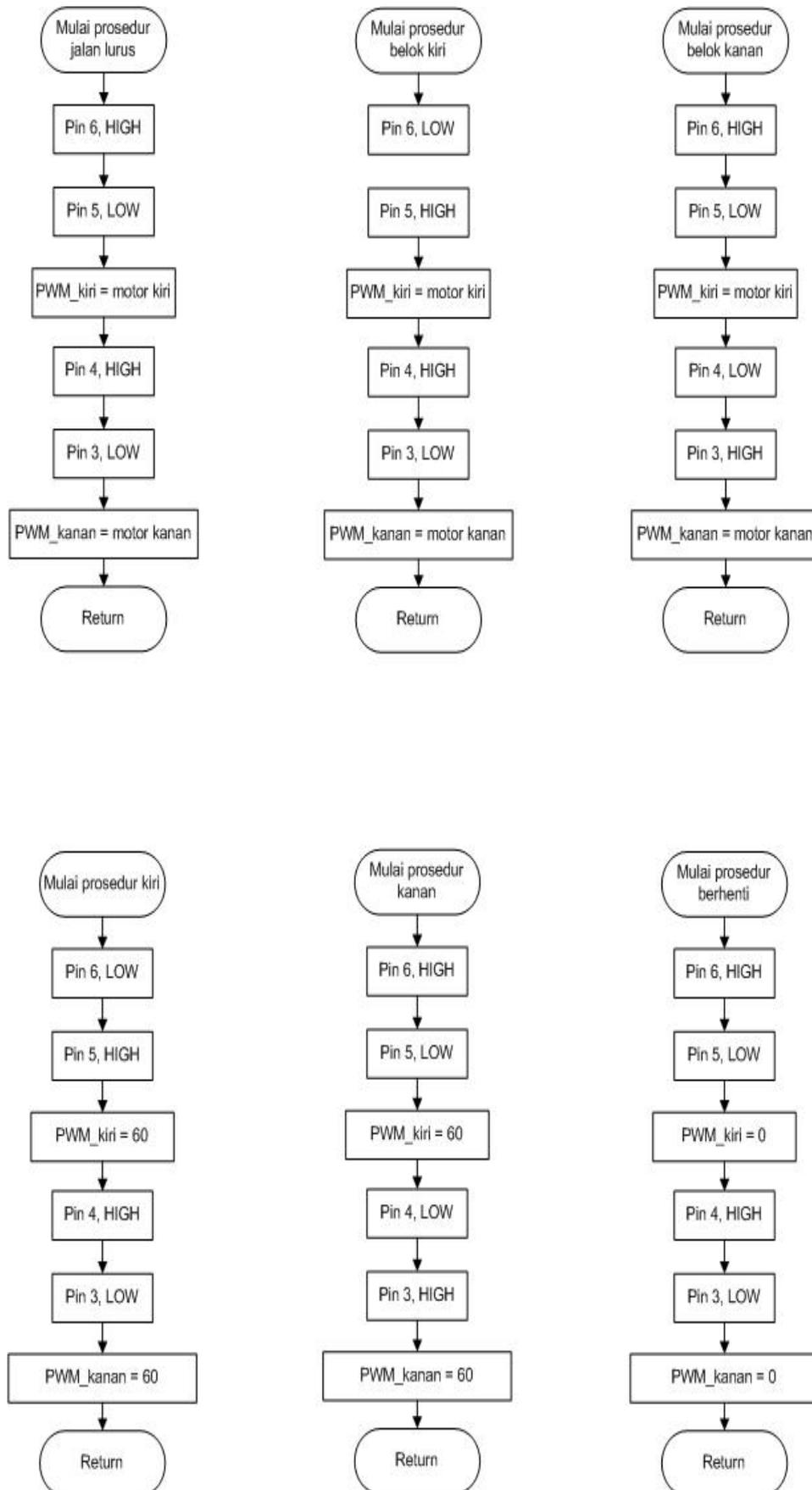
Gambar 4. Flowchart Robot dengan Metode Telusur Kanan



Gambar 5. Flowchart Robot dengan Metode Telusur Kiri



Gambar 6. Flowchart Pembacaan Jarak dengan Sensor Ultrasonik

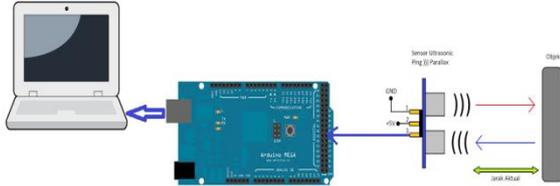


Gambar 7. Flowchart Pergerakan Robot

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Ultrasonik

Berikut ini merupakan gambar pengujian sensor ultrasonik.



Gambar 8. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik dengan Jarak Sebenarnya

Pengukuran Ke	Jarak Sebenarnya (cm)	Hasil Pengujian Sensor		
		Ping 1 (cm)	Ping 2 (cm)	Ping 3 (cm)
1	1	2	2	2
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	20	20	20	20
12	30	30	30	30
13	40	39	39	39
14	50	49	49	49
15	60	59	59	59
16	70	69	69	69
17	80	79	79	79
18	90	89	89	89
19	100	99	99	99
20	110	109	109	109
21	120	119	119	119
22	130	129	129	129
23	140	139	139	139
24	150	149	149	149

Berdasarkan hasil pengujian di atas, dapat dihitung kesalahan mutlak (*absolute error*) antara hasil pengujian sensor terhadap jarak sebenarnya dengan perhitungan sebagai berikut.

$$Absolute\ error = |Nilai\ hasil\ pengukuran - Nilai\ sebenarnya|$$

Dari nilai kesalahan mutlak yang didapat, maka dapat dihitung kesalahan rata-rata dengan perhitungan sebagai berikut.

$$Error_{rata-rata} = \frac{\sum Absolute\ error}{Jumlah\ pengukuran}$$

$$Error_{rata-rata} = \frac{12}{24} = 0,5$$

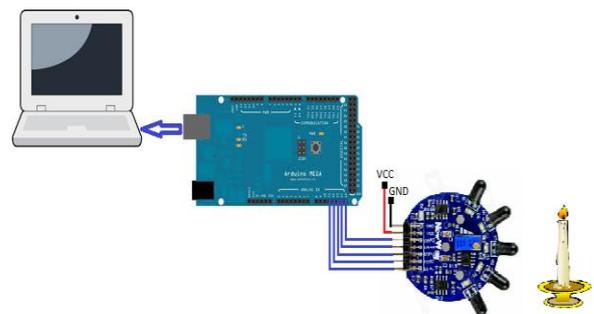
Dari hasil perhitungan di atas, maka kesalahan rata-rata dari pengukuran ultrasonik adalah sebesar 0,5 cm. Hal ini dapat berpengaruh terhadap kepresisian sensor ultrasonik saat mengukur jarak dinding, misalnya robot berjarak 6 cm dari dinding ada kemungkinan yang terbaca adalah 5,5 cm atau 6,5 cm.

B. Pengujian Flame Sensor Modul

Sensor ini merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi api jarak dekat. Sensor ini sangat sensitive terhadap cahaya dengan panjang gelombang 760-1100 nm. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sumber api di depan flame sensor modul dengan jarak yang berbeda-beda antara 1 cm – 30 cm. Apabila pembacaan analog lebih dari sama dengan 1000, maka api terdeteksi. Untuk mengkonversi nilai analog menjadi nilai digital, maka dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut.

$$1000 \times \frac{5\ volt}{1023} = 4,888\ volt$$

Berikut merupakan gambar pengujian *flame sensor*.

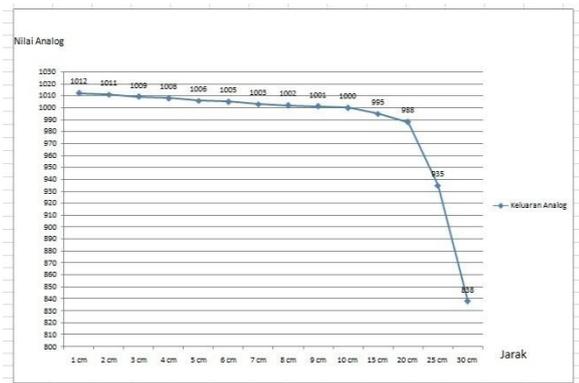


Gambar 9. Pengujian Flame Sensor

Tabel 2. Hasil Pengujian Flame Sensor Modul

Pengujian	Jarak (cm)	Nilai Pembacaan Analog	Status
1	1	1012 (4,946 volt)	Api Terdeteksi
2	2	1011 (4,941 volt)	Api Terdeteksi
3	3	1009 (4,931 volt)	Api Terdeteksi
4	4	1008 (4,927 volt)	Api Terdeteksi
5	5	1006 (4,917 volt)	Api Terdeteksi
6	6	1005 (4,912 volt)	Api Terdeteksi
7	7	1003 (4,902 volt)	Api Terdeteksi
8	8	1002 (4,897 volt)	Api Terdeteksi
9	9	1001 (4,892 volt)	Api Terdeteksi
10	10	1000 (4,888 volt)	Api Terdeteksi
11	15	995 (4,863 volt)	Api tidak terdeteksi
12	20	988 (4,829 volt)	Api tidak terdeteksi
13	25	935 (4,569 volt)	Api tidak terdeteksi
14	30	838 (4,096 volt)	Api tidak terdeteksi

Dari tabel di atas dapat dibuat kurva karakteristik kerja flame sensor sebagai berikut.



Gambar 10. Kurva Karakteristik Kerja Flame Sensor

Dari kurva di atas dapat dilihat, bahwa semakin jauh jarak api dengan sensor, maka nilai pembacaan analog terus menurun. Berdasarkan tabel pengujian, maka dimungkinkan sensor dapat mendeteksi api saat pembacaan analog menunjukkan nilai lebih dari 1000 (4,888 volt). Sehingga terbukti bahwa *flame sensor* merupakan

sensor yang hanya mampu mendeteksi api dengan jarak yang dekat.

C. Pengujian Tuning Kendali PID

Hasil pengujian Kendali Proporsional ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tuning Kendali PID

Kp	Ki	Kd	Kondisi Robot
0	0	0	Respon lambat dan berosilasi
1	0	0	Respon lambat dan berosilasi
2	0	1	Respon lambat dan osilasi menurun
3	0	1	Respon sedang dan osilasi rendah
4	0	1	Respon tinggi dan osilasi tinggi

Dari hasil *tuning* yang telah dilakukan dapat dihitung bahwa meningkatkan nilai Kp berpengaruh terhadap respon sistem. Hal ini sesuai dengan karakteristik pengontrol proporsional, yaitu meningkatkan nilai proporsional dapat membuat respon sistem semakin cepat mencapai keadaan mantap dan jika nilai proporsional dinaikan sampai harga yang berlebihan akan mengakibatkan sistem berosilasi. Dari hasil *tuning* juga dapat diketahui bahwa untuk menurunkan osilasi yang disebabkan oleh pengontrol proporsional, maka dibutuhkan pengontrol derivatif. Hal ini sesuai dengan karakteristik pengontrol derivatif, yaitu memberikan efek redaman terhadap sistem yang berosilasi.

D. Pengujian Robot Telusur Dinding

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase keberhasilan robot menelusuri dinding. Sebagai indikator keberhasilan robot menelusuri dinding, maka data hasil pengamatan dalam bentuk tabel yang meliputi waktu yang diperlukan robot untuk menelusuri dinding dalam satu kali putaran, kemudian berapa banyak robot mengalami benturan dengan dinding. Arena pengujian robot menelusuri dinding kanan dan kiri dapat diilustrasikan pada gambar 4.42 dan gambar 4.43. Pada gambar tersebut terdapat huruf "H" yang merupakan posisi awal robot. Tanda panah menunjukkan arah pergerakan robot, di mana robot mulai bergerak dari titik "H" dan kembali lagi ke titik "H".

Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel perbandingan robot bergerak menelusuri dinding dengan kendali PID dan tanpa kendali PID.

Tabel 4. Perbandingan Metode Telusur Dinding Kanan dengan PID dan Tanpa PID

Menggunakan PID			Tanpa PID		
Pengujian Ke-	Benturan	Waktu (detik)	Pengujian Ke-	Benturan	Waktu (detik)
1	0	42,17	1	6	98,11
2	0	45,08	2	5	96,59
3	0	44,56	3	6	98,44
4	0	43,59	4	8	99,01
5	1	45,55	5	4	96,23
6	0	51,46	6	5	95,59
7	1	42,46	7	9	100,06
8	1	44,21	8	7	99,34
9	0	44,15	9	7	99,40
10	0	47,46	10	5	96,55
Jumlah	3	450,69	Jumlah	62	979,32

Tabel 5. Perbandingan Metode Telusur Dinding Kiri dengan PID dan Tanpa PID

Menggunakan PID			Tanpa PID		
Pengujian Ke-	Benturan	Waktu (detik)	Pengujian Ke-	Benturan	Waktu (detik)
1	0	43,19	1	4	74,59
2	0	43,50	2	7	88,44
3	0	42,54	3	5	75,05
4	0	44,50	4	7	80,58
5	0	42,49	5	4	73,40
6	1	42,28	6	8	88,59
7	1	44,46	7	5	77,15
8	0	42,21	8	7	80,40
9	0	44,01	9	6	84,55
10	0	42,25	10	6	84,25
Jumlah	2	431,43	Jumlah	59	807

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat dinyatakan, bahwa robot dengan pengendali PID memiliki waktu yang lebih cepat dalam melakukan penelusuran dinding dibandingkan dengan robot tanpa kendali PID. Salah satu penyebab dari lamanya waktu tempuh pada robot tanpa kendali PID adalah pergerakan robot yang tidak stabil, sehingga mengakibatkan robot mengalami banyak benturan dengan dinding.

E. Pengujian Robot Mencari Target

Dari pengujian di atas, diperoleh data persentase keseluruhan sebagai berikut.

Tabel 6 Persentase Keberhasilan Keseluruhan

No	Pengujian	Persentase Keberhasilan
1	Pengujian di ruang II Telusur kanan	100%
2	Pengujian di ruang III Telusur kanan	70%
3	Pengujian di ruang IV Telusur kanan	70%
4	Pengujian di ruang II Telusur kiri	60%
5	Pengujian di ruang III Telusur kiri	70%
6	Pengujian di ruang IV Telusur kiri	100%

Dari hasil pengujian di atas dapat dinyatakan, bahwa semakin jauh target api yang akan dideteksi, maka persentase keberhasilannya semakin menurun, baik menggunakan metode telusur kanan atau telusur kiri. Hal ini disebabkan karena *flame sensor* yang digunakan memiliki kelemahan, yaitu tidak mampu membedakan cahaya matahari dan cahaya api. Untuk meminimalisir kesalahan pembacaan sensor, maka sensor hanya akan mendeteksi saat nilai analog lebih dari sama dengan 1000 (4,888 volt). Selain itu jarak yang semakin jauh dengan jumlah rintangan/halangan yang semakin banyak membuat kesetabilan robot menurun. Persentase keberhasilan rata-rata dari pengujian robot mencapai dan mendeteksi target dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut.

Persentase Keberhasilan rata – rata

$$= \frac{100\% + 70\% + 70\% + 60\% + 70\% + 100\%}{6} = 78,33\%$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian serta analisis dari penelitian yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan yang mengacu pada tujuan pembuatan robot otomatis penghindar rintangan dan pencari target berupa api.

1. Sistem Navigasi dengan metode telusur dinding pada robot otomatis penghindar rintangan dan pencari target berupa api telah berhasil diimplementasikan, dilihat berdasarkan kemampuan robot dalam menelusuri dinding untuk menjajaki setiap ruangan.

2. Dari hasil pengujian, robot otomatis penghindar rintangan dan pencari target berupa api mampu mencapai target api dengan persentase keberhasilan yang berbeda-beda pada setiap ruangan. Semakin jauh jarak target api dengan posisi awal robot, maka persentase keberhasilan semakin menurun.
3. Dari pengujian didapatkan hasil pengujian, untuk metode telusur kanan di ruang II persentase keberhasilan sebesar 100%, di ruang III sebesar 70%, dan di ruang IV sebesar 70%. Sedangkan metode telusur kiri di ruang II persentase keberhasilan sebesar 60%, di ruang III sebesar 70%, dan di ruang IV sebesar 100%.

Dari hasil pengujian dan analisa, dapat dinyatakan bahwa *flame sensor* tidak mampu membedakan antara cahaya matahari dan cahaya

api. Hal ini berpengaruh terhadap robot dalam mendeteksi target berupa api.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jatmiko, Wisnu, et al. 2012. Robotika : Teori dan Aplikasi. Depok : Universitas Indonesia.
- [2] Supriyanto, Raden, et al. 2010. Robotika. Jakarta : Universitas Gunadarma.
- [3] Aria, M. "PID control of a three-degrees-of-freedom model helicopter." Majalah Ilmiah UNIKOM 9.2 (2011): 207-214
- [4] Pasaribu, Novie Theresia. 2012. Robot Beroda Untuk Kontes Robot Cerdas Indonesia. Bandung : Universitas Kristen Maranatha.
- [5] Iskandar, Dede dan Yuda Bakti Zainal. Kendali Level Air dengan Menggunakan Parameter PID. Cimahi : Universitas Jendral Achmad Yani.
- [6] Yapinus, Pin Panji, Andrew Sebastian Lehman. 2013. Perancangan Robot Pemain Kolintang. Bandung : Universitas Kristen Maranatha.
- [7] Nugraha, Yogi Adi. 2014. Implementasi Sistem Otomatis pada Robot Kapal Berbasis Komputer Vision Untuk Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional (KKCTBN). Bandung : Universitas Komputer Indonesia.