

RANCANG BANGUN ROBOT MOBIL PEMADAM API BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52

Suprpto¹, Sumardi², Iwan Setiawan²
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak

Robot mobil pemadam api dapat bergerak secara mandiri dan dilengkapi sensor cahaya (LDR) dan ultrasonik untuk sistem navigasinya. Teknik pencarian titik api adalah dengan mengacu pada selisih data antara kedua LDR, sedangkan untuk navigasinya menggunakan teknik wall following, dimana untuk menuju ke titik api, robot selalu menjaga jarak dengan dinding.

Metode yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan roda-roda pada robot mobil ini adalah teknik tabel tengok dengan 8 buah aturan untuk tiap kondisi tertentu dan hasilnya akan dijadikan nilai duty cycle sinyal PWM. Robot mobil pemadam api bergerak dengan kecepatan maksimum pada saat selisih data antara kedua LDR sama dengan 0 dengan toleransi ± 2 , sedangkan pada saat wall following, robot bergerak dengan kecepatan maksimum pada jarak ± 15 cm dari dinding.

Kata-kunci : PWM, wall following, robot mobil

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis robot dengan kemampuan istimewa yang belakangan ini banyak menarik minat para ahli untuk dikembangkan adalah robot mobil. Kemampuan dari robot mobil ini sangat beragam sesuai dengan tingkat dan jenis keperluan. Misalnya : kemampuan bergerak dari robot mobil banyak dipakai oleh pabrik dengan lokasi area produksi yang luas untuk kebutuhan transport, kemampuan pengenalan lintasan, banyak dipakai oleh instansi pemadam kebakaran untuk mendeteksi daerah yang telah atau belum terbakar pada suatu bangunan yang terbakar, kemampuan tambahan khusus, seperti mendeteksi keaktifan gunung berapi, menyusup dalam jalur-jalur yang sempit yang tidak dapat dilewati manusia dan masih banyak lagi kemampuan tambahan yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Robot mobil dapat diaplikasikan sebagai alat bantu pemadam kebakaran, terutama untuk menjangkau daerah yang sempit dan berbahaya bagi manusia. Mengacu pada hal tersebut diatas, pada tugas akhir ini saya merancang sebuah robot mobil pemadam api, robot ini mempunyai kemampuan bergerak mandiri tanpa dikendalikan oleh manusia untuk mencari titik api dengan menerapkan teknik wall following sebagai alat navigasinya.

1.2 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan, merancang dan membuat sistem robot mobil yang cerdas yang dapat mencari sumber api dan memadamkannya. Keunggulan yang lain dari robot mobil ini adalah dapat bergerak mandiri tanpa harus dikendalikan oleh manusia secara langsung dan dapat menjejak dinding sebagai media pemandu robot menuju titik api.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan dalam tugas akhir ini dibatasi oleh :

1. Perancangan perangkat keras untuk mendeteksi sumber api menggunakan LDR dan sistem sensor pada sistem navigasi dengan teknik wall following pada robot mobil pemadam api menggunakan sensor ultrasonik.

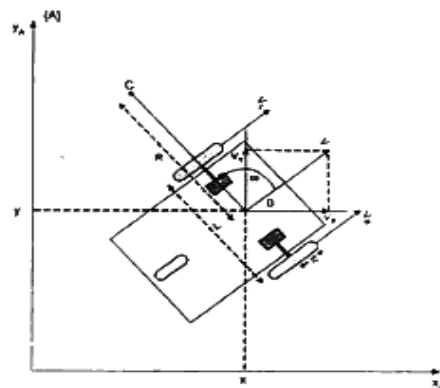
2. Tidak membahas secara detail sistem mekanik dari robot mobil pemadam api
3. Ruang yang digunakan untuk pengujian menggunakan satu ruang dengan luas tidak lebih dari 5x5 meter, dengan kondisi pencahayaan yang *homogen*.
4. Metode kendali yang digunakan adalah dengan teknik tabel tengok.
5. *Mapping area* pada saat pengujian sudah diketahui dan ditentukan.

II. DASAR TEORI

2.1 Kinematika Mobil Robot Penggerak Diferensial

Salah satu jenis penggerak robot mobile yang umum digunakan terutama untuk dioperasikan dalam ruangan adalah robot mobil adalah dengan sistem penggerak diferensial (*differential drive*). Alasan utamanya karena relatif lebih fleksibel dalam melakukan manuver serta kemudahan dalam pengontrolannya.

Robot jenis ini pada dasarnya memiliki dua roda utama yang masing-masing digerakkan oleh penggerak tersendiri dan sebagai penyeimbang umumnya robot ini dilengkapi juga dengan satu atau dua buah roda castor yang ditempatkan dibagian belakang robot tersebut. Gambar 2.1 memperlihatkan arsitektur robot dilihat dari bagian atas.



Gambar 2.1 Posisi dan Orientasi Robot Pada Koordinat Cartesian

Berdasarkan sifatnya, robot mobil jenis ini termasuk dalam katagori robot *non holonomic* yaitu posisi serta arah (orientasi) berada dalam keadaan saling terkopel, dalam hal ini secara praktis robot tidak dapat bertranslasi ke sebelah kiri (atau kanan) tanpa terlebih dahulu mengubah orientasi robot tersebut. Untuk panjang jari-jari roda r , serta kecepatan rotasi masing-masing roda kanan dan roda kiri berturut-turut ω_R dan ω_L , maka kecepatan linear roda kanan dan roda kiri dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2 berikut:

$$v_R(t) = r\omega_R(t) \dots\dots\dots (2.1)$$

$$v_L(t) = r\omega_L(t) \dots\dots\dots (2.2)$$

Sedangkan kecepatan linier robot $v(t)$ dan kecepatan rotasi robot $\omega(t)$ dapat diketahui berdasarkan kecepatan linear kedua roda. Secara matrik dapat disajikan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} v(t) \\ \omega(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/2 & 1/2 \\ 1/L & -1/L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_R(t) \\ v_L(t) \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.3)$$

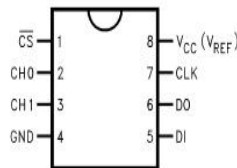
2.3 Mikrokontroler AT89S52^[14]

Mikrokontroler AT89S52 adalah sebuah chip mikrokomputer 8 bit yang mempunyai 8 Kbyte memori program jenis *flash* atau disebut *Flash Programmable & Erasable Read Only Memory (PEROM)*. Piranti Mikrokontroler ini dibuat dengan menggunakan teknologi *memory non-volatile* dari Atmel dengan instruksi-instruksi program yang kompatibel dengan mikrokontroler standar MCS’51.

Chip mikrokontroler ini terdiri dari kombinasi CPU 8 bit dengan *flash memory*, menjadikan AT89S52 sebagai mikrokomputer yang sangat populer, berdaya guna yang dapat memberikan solusi paling efektif, murah dan sangat fleksibel untuk aplikasi-aplikasi pengontrolan. AT89S52 mempunyai beberapa kelebihan antara lain: memiliki *flash memory* 8 Kbyte, RAM 256 byte, 32 Input-Output, tiga *timer* 16 bit, 2 masukan interupsi, port serial dua arah, rangkaian *clock* dan *oscillator* internal.

2.3 ADC 0832^[15]

ADC 0832 adalah salah satu jenis ADC yang menganut sistem serial dalam pengiriman datanya. Untuk mengakomodasi sistem ini, didalam *chip* ADC 0832 terdapat rangkaian *shift register* yang dirangkai pada mode PISO (*Paralel In Serial Out*). Konfigurasi pin-pin pada ADC 0832 dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Konfigurasi pin pada ADC 0832

Spesifikasi dari ADC 0832 adalah :

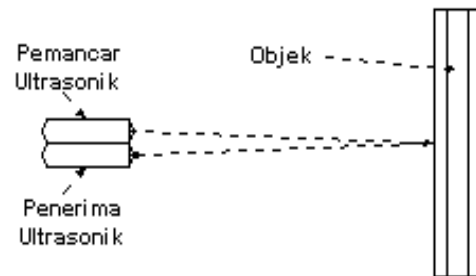
1. Mempunyai lebar data 8 bit dengan 2 buah kanal analog yang dimultipleks.
2. *Error* berkisar antara $\pm 1/2$ LSB sampai dengan ± 1 LSB

3. Beroperasi pada catu daya tunggal 5 Volt dengan konsumsi daya 15mW.
4. Waktu konversi yang dibutuhkan untuk melakukan satu kali siklus konversi adalah 32 μ s

2.4 Sensor Ultrasonik^{[3][9]}

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu frekuensi kerjanya pada daerah diatas gelombang suara dari 40 KHz hingga 400 KHz.

Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi. Proses *sensing* yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan obyek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim sinyal (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima sinyal (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Kecepatan rambat sinyal ultrasonik di udara adalah 342 m/s, sama dengan cepat rambat bunyi di udara.

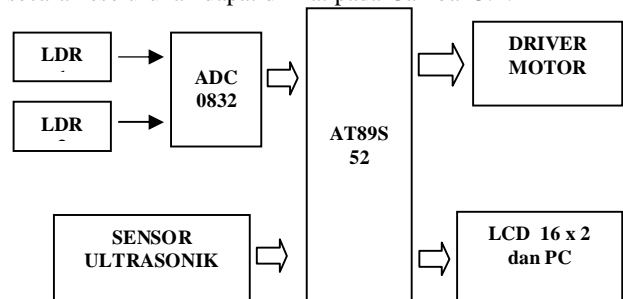


Gambar 2.3 Prinsip pemantulan gelombang Ultrasonik

III. PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Blok diagram perangkat keras sistem robot mobil pemadam api yang dibuat pada perancangan Tugas Akhir ini secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



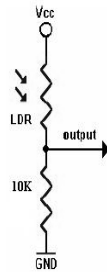
Gambar 3.1 Diagram blok perancangan perangkat keras

Blok diagram sistem pada Gambar 3.1 terdiri dari piranti masukan, pusat kendali dan piranti keluaran dari mobil robot pemadam api ini. Mikrokontroler AT89S52 mengambil data dari ADC 0832 kemudian memrosesnya dan menghasilkan keluaran bagi driver motor sebagai alat

gerak dari robot mobil pemadam api ini dan menampilkan data dari sensor ke layar LCD atau PC

3.1.1 Perancangan Rangkaian Sensor Cahaya

Gambar 3.2 adalah rangkaian pendeteksi sumber api pada robot mobil pemadam api ini.



Gambar 3.2 Rangkaian Sensor Cahaya

Pada gambar 3.2, LDR dan resistor 10K dikonfigurasi sebagai rangkaian pembagi tegangan, dengan rangkaian diatas, maka ketika ada cahaya, rangkaian akan menghasilkan tegangan keluaran dengan range antara 0-5 V perhitungan tegangan outputnya adalah :

- Kondisi gelap, maka tahanan LDR $\approx \infty$, sehingga:

$$V_{out} = \frac{10K}{10K + \infty} \times 5V = 0 \text{ Volt}$$

- Kondisi terang, maka tahanan LDR ≈ 0 ohm, sehingga:

$$V_{out} = \frac{10K}{10K + 0} \times 5V = 5 \text{ Volt}$$

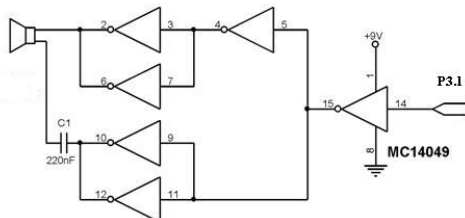
- Kondisi antara gelap dan terang, misal tahanan LDR = 5 K, sehingga:

$$V_{out} = \frac{10K}{10K + 5K} \times 5V = 3.3 \text{ Volt}$$

Tegangan keluaran yang dihasilkan rangkaian sensor cahaya ini mempunyai range antara 0 - 5 volt, keluaran rangkaian ini tidak memerlukan pengkondisi sinyal sehingga dapat langsung sebagai masukan analog dari rangkaian ADC

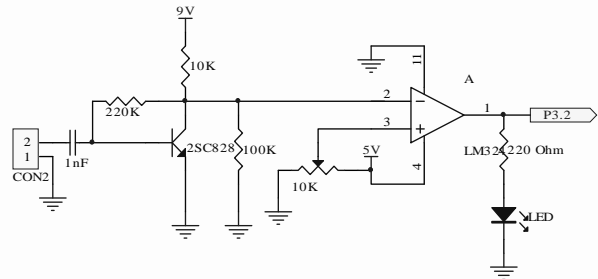
3.1.2 Perancangan Rangkaian Sensor Ultrasonik^{[4][9]}

Sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik pada frekuensi sekitar 40 KHz untuk mendeteksi adanya dinding. Jarak robot dengan dinding diukur dengan cara menghitung waktu yang digunakan oleh sinyal dari rangkaian pemancar (Tx), sampai sinyal tersebut dipantulkan oleh dinding, dan diterima lagi oleh rangkaian penerima (Rx). Adapun rangkaian pemancar ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Rangkaian pemancar ultrasonik

Pulsa ultrasonik diperkuat dan dipancarkan dengan rangkaian pemancar ultrasonik di Gambar 3.3, rangkaian ini dibangun dengan inverter CMOS MC 14049, inverter pada pin 5 dipakai untuk membalik fasa sehingga tegangan di output gabungan pin 2 dan 6 akan selalu berlawanan dengan tegangan di output gabungan pin 10 & 12, dengan demikian amplitudo ultrasonik yang sampai di transduser ultrasonik menjadi 2 kali lipat. C1 dipakai untuk menahan arus DC, sehingga hanya sinyal ultrasonik saja yang bisa masuk ke transduser ultrasonik. Sedangkan rangkaian penerima ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.4

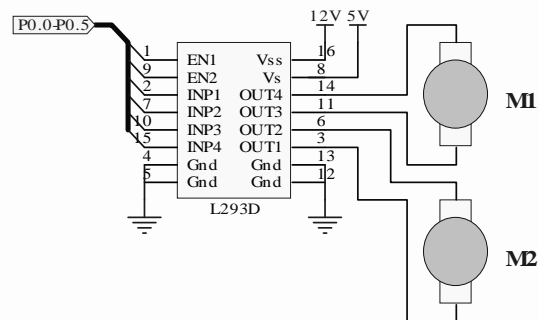


Gambar 3.4 Rangkaian penerima ultrasonik

Rangkaian penerima ultrasonik dibangun dengan penguat sinyal yang berupa transistor C828 dan rangkaian komparator yang menggunakan IC LM324, prinsip kerja rangkaian diatas adalah ketika tidak ada sinyal yang diterima, keluaran rangkaian komparator adalah 5 volt, sedangkan ketika ada sinyal ultrasonik yang diterima, maka keluaran rangkaian komparator menjadi 0 volt, logika inilah yang akan dideteksi untuk mengetahui ada tidaknya penghalang atau dinding.

3.1.3 Rangkaian Driver Motor DC

Driver motor yang digunakan adalah IC L293D, penggunaan IC ini sangat efektif dalam perancangan driver motor pada robot ini, didalam IC L293D sudah terdapat clamping dioda yang dapat menahan lonjakan tegangan ketika motor terkena gangguan secara mekanik. Adapun rangkaian driver motor yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Rangkaian driver motor DC

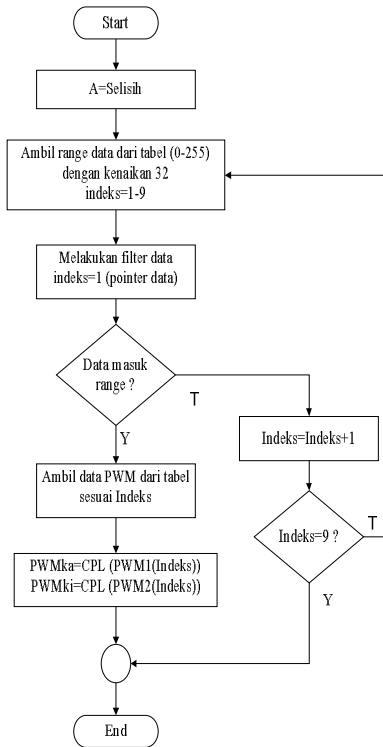
Rangkaian pada Gambar 3.5 menggunakan IC yang mampu mengalirkan arus maksimum 600 mA, kemampuan IC ini masih jauh diatas kebutuhan arus motor DC yang digunakan karena berdasarkan pengukuran, arus yang dibutuhkan hanya sebesar 100mA

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada robot mobil pemadam api ini terdiri dari :

3.2.1 Pendeteksian Cahaya

Diagram alir pada Gambar 3.6 menjelaskan proses pendeteksian cahaya api dengan sistem tabel tengok, data selisih disortir sesuai dengan rentang- rentang data yang telah ditentukan, kemudian pengambilan data PWM yang sesuai dipilih berdasarkan indeks, yang dimana indeks tersebut mewakili kondisi pada saat tertentu



Gambar 3.6 Diagram alir pengaturan gerak roda dengan sistem tabel tengok

3.2.2 Sistem Penjejakan Dinding (Wall Follower)

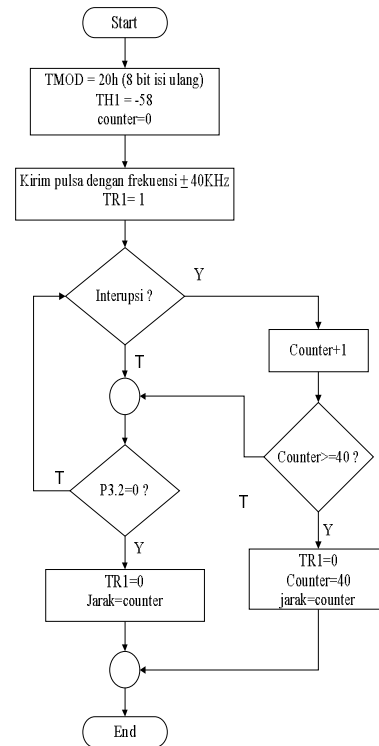
Dalam perancangan, jarak maksimal yang dapat dideteksi adalah 40 cm saja. Dengan tetapan bunyi di udara sebesar 342 m/s, maka dapat dihitung besarnya waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik untuk menempuh jarak 1 cm. perhitungannya adalah :

$$t = \frac{2S}{v} = \frac{1cm}{34200cm/s} \approx 58 \mu s$$

Nilai inilah yang akan di masukkan sebagai pengisi ulang register TH1^[1], dalam hal ini timer 1 dikonfigurasi pada mode 2, yaitu pencacah 8 bit isi ulang otomatis perhitungan nilai isi ulangnya adalah sebagai

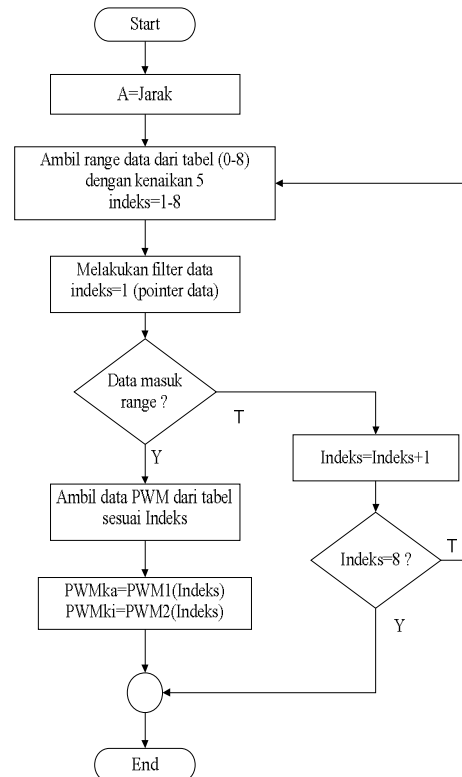
berikut: $\frac{x}{12} \times 12 M = 58 us$ di dapatkan x adalah

$: 1Mhz \times 58us = 10^6 \times 58.10^{-6} = 58$ atau C5 dalam format heksadesimal. Adapun mekanisme pendeteksian jarak dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Diagram alir pendeteksian jarak dengan sensor ultrasonik

Pada dasarnya, diagram alir untuk teknik *wall following* pada gambar 3.8 hampir sama dengan pendeteksian cahaya api, akan tetapi ada parameter-parameter yang berbeda.

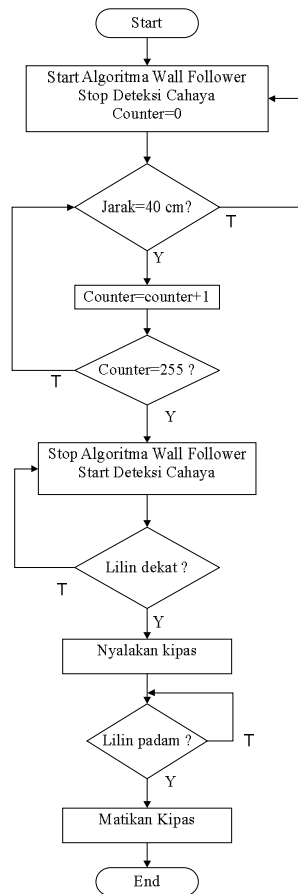


Gambar 3.8 Diagram alir *wall following* dengan teknik tabel tengok

3.2.3 Pergerakan Robot Secara Keseluruhan

Pada perancangan pergerakan robot ini, kondisi area yang akan digunakan sudah ditentukan terlebih dahulu, hal ini disebabkan robot hanya dilengkapi satu buah sensor ultrasonik dan 2 buah LDR dengan kemampuan yang sangat terbatas. Secara teori, sensor ultrasonik menghasilkan pancaran dengan sudut lebih besar dari 30° , tetapi pada kenyataannya, ketika sudut yang dibentuk sensor dengan dinding memiliki deviasi lebih dari 15° (diukur dari sudut 90°), sensor ultrasonik sudah tidak dapat mendeteksi pantulan dari dinding tersebut

Diagram alir pergerakan robot dapat dilihat pada Gambar 3.16, pada diagram alir ini menjelaskan proses pergerakan robot dari posisi awal sampai pada titik api dan memadamkannya.



Gambar 3.9 Diagram alir pergerakan robot menuju titik api

Dari diagram alir pada gambar 3.9 dapat diamati bahwa berdasarkan peta area yang digunakan, maka algoritma *wall follower* dan pencarian titik api diterapkan secara bergantian.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian robot mobil pemadam api dilakukan untuk mengetahui kinerja robot berkenaan dengan integrasi antara perangkat lunak dan perangkat keras yang telah dirancang pada bab III. Secara umum robot mobil pemadam api ini sudah dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pergerakan robot pada saat menjejak dinding dapat langsung diamati ketika robot dijalankan.

Pengujian rangkaian Sensor Cahaya (LDR)

Pengujian rangkaian LDR ini berguna untuk mengetahui karakteristik LDR yang digunakan serta membandingkan tegangan keluaran antara rangkaian sensor LDR kanan dan LDR kiri. Mekanisme pengujian dengan menggunakan lilin yang diubah-ubah posisinya kemudian diukur tegangan keluaran dari rangkaian LDR yang dikonfigurasi sebagai pembagi tegangan. Adapun blok diagram rangkaian pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1



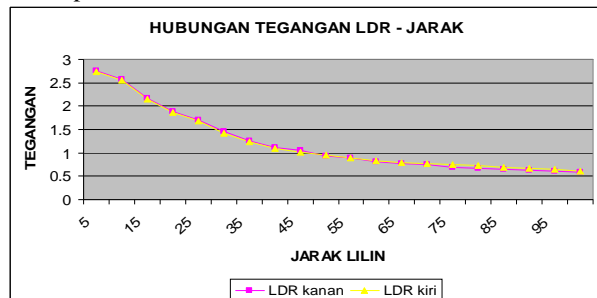
Gambar 4.1. Blok diagram pengujian sensor cahaya

Pengujian dilakukan dengan menggeser lilin mulai jarak 5 cm sampai dengan 1 meter untuk masing-masing rangkaian LDR dengan posisi berada diantara kedua LDR, dengan 20 data maka sudah mewakili untuk dapat menganalisis karakteristik rangkaian LDR kiri dan kanan dan hasil dari pengujian ini akan dimasukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Pengujian rangkaian sensor cahaya

Jarak Lilin (cm)	Tegangan keluaran rangkaian LDR kiri (volt)	Tegangan keluaran rangkaian LDR kanan (volt)
5	2.76	2.73
10	2.58	2.56
15	2.17	2.15
20	1.88	1.86
25	1.70	1.68
30	1.45	1.42
35	1.25	1.24
40	1.11	1.09
45	1.05	1.01
50	0.94	0.96
55	0.9	0.9
60	0.82	0.84
65	0.78	0.8
70	0.76	0.78
75	0.68	0.74
80	0.66	0.72
85	0.64	0.68
90	0.63	0.66
95	0.6	0.64
100	0.58	0.61

Adapun grafik karakteristik rangkaian LDR dapat dilihat pada Gambar 4.2

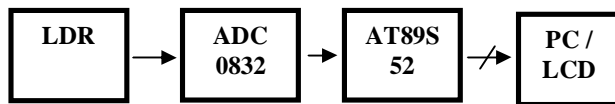


Gambar 4.2. Grafik hubungan tegangan LDR - jarak titik api

Dari grafik 4.2 dapat diamati bahwa semakin jauh jarak titik api dengan robot, maka tegangan yang dihasilkan rangkaian LDR akan turun sampai pada level tegangan dimana tegangan tersebut merepresentasikan kondisi ruangan tanpa ada cahaya lilin. Perubahan posisi lilin hanya dilakukan sampai pada jarak 1 meter saja, berdasarkan pada tabel 4.1, ketika jarak lilin lebih dari 90 cm, perubahan data pada kedua rangkaian LDR sudah tidak signifikan

4.2.1. Pengujian Rangkaian ADC

Pengujian rangkaian ADC ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu rangkaian LDR, rangkaian ADC dan penampil data yang berupa *Liquid Crystal Display (LCD)* dan PC, antarmuka antara robot dengan PC melalui perantara komunikasi serial dengan protokol RS232, kemudian data diakuisisi dengan menggunakan program *visual basic* versi 6, sedangkan LCD berfungsi sebagai penampil data ketika robot akan diuji pada area yang tidak terjangkau oleh PC. Adapun blok diagram pengujian disajikan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3. Blok diagram pengujian rangkaian ADC

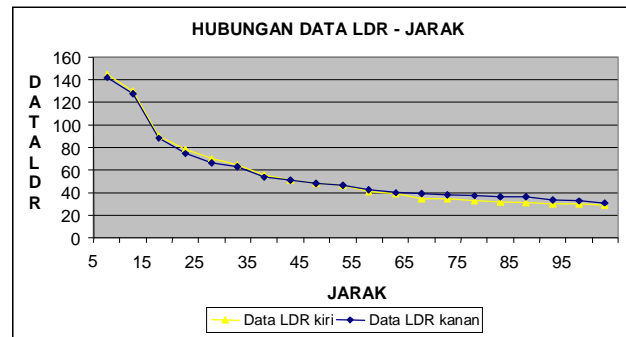
Setelah komponen dirangkai seperti pada gambar 4.4, kemudian posisi lilin mulai diubah dan diamati hasil konversi tegangannya dalam format bilangan desimal dengan range 0 – 255, dalam hal ini nilai 0 pada saat kondisi gelap dan 255 pada saat kondisi terang, sementara hasil pengujian ini akan diisikan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Pengujian integrasi rangkaian ADC - LDR

Jarak Lilin (cm)	Data LDR kiri (0-255)	Data LDR Kanan (0 - 255)
5	145	142
10	130	127
15	90	88
20	78	75
25	70	66
30	65	63
35	55	54
40	51	51
45	48	48
50	46	46
55	41	43
60	39	40
65	35	39
70	35	38
75	33	37
80	32	36
85	31	36
90	30	34
95	30	33
100	29	31

Berdasarkan data hasil pengujian yang tercatat pada tabel 4.2, dapat dibuat grafik yang menunjukkan kerja dari rangkaian ADC sekaligus dapat digunakan untuk mengamati pengaruh perubahan jarak lilin terhadap perubahan data yang di tampilkan. Terdapat selisih antara data LDR kiri dan LDR kanan pada tabel 4.2, hal ini disebabkan karena pada saat

pengujian tidak mungkin dapat memposisikan lilin tepat diantara kedua LDR. Grafik hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4. Grafik hubungan antara data LDR dengan jarak lilin

Bentuk dan *tren* grafik hubungan antara data LDR dengan perubahan jarak lilin dengan robot hampir sama dengan grafik hubungan antara tegangan LDR dengan perubahan jarak lilin. Dari grafik pada Gambar 4.4 dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa karakteristik rangkaian LDR tidak sepenuhnya linier.

4.3.1 Pengujian Sistem Pendeteksian Cahaya Api

Pengujian akan dilakukan di dalam ruangan dengan pencahayaan yang mendekati *homogen*, hal ini dilakukan karena pengujian di luar ruangan dengan sumber cahaya yang banyak akan menyebabkan proses pendeteksian dan pengukuran kekuatan cahaya menjadi tidak efektif karena mekanisme pencarian titik api hanya bergantung pada kedua LDR, mekanisme pengujian dengan cara mengamati data pada PWM pada layar PC kemudian mengubah-ubah posisi lilin secara acak sebanyak 8 buah kondisi yang mungkin akan muncul ketika robot dijalankan. Adapun blok diagram pengujian tersaji pada Gambar 4.5



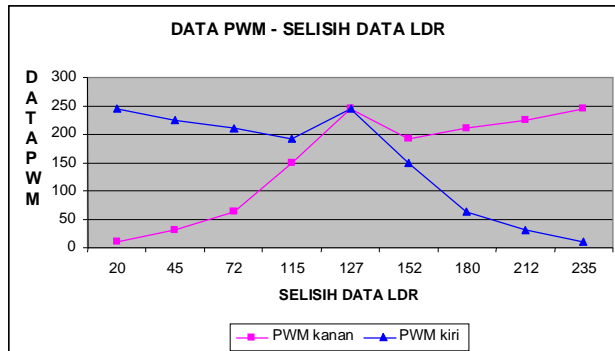
Gambar 4.5. Blok diagram pengujian pendeteksian cahaya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh posisi titik api terhadap perubahan sinyal PWM sesuai dengan algoritma yang telah dirancang. Data hasil pengujian pendeteksian cahaya api disajikan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Pengujian sistem pendeteksian cahaya

Indeks	Selisih	Data PWM Kanan	Data PWM Kiri
1	20	10	245
2	45	30	225
3	72	64	210
4	115	150	192
5	127	245	245
6	152	192	150
7	180	210	64
8	212	225	30
9	235	245	10

Untuk mendapatkan data pada kolom selisih, pada saat pengujian dilakukan secara empiris dengan memberikan perlakuan dan penempatan posisi lilin yang berbeda sampai didapatkan hasil selisih yang mewakili tiap – tiap rentang data. Berdasarkan hasil pengujian, aturan – aturan yang telah dibuat sudah menghasilkan kinerja robot yang memuaskan, akan tetapi kinerja robot juga sangat tergantung pada kondisi lingkungan dimana robot di jalankan, kondisi ruangan dengan penerangan yang kuat dan *heterogen* akan sangat mengganggu kinerja robot dalam pergerakannya menuju titik api. Grafik pada gambar 4.6 menunjukkan respon data PWM kanan dan kiri berdasarkan letak lilin.



Gambar 4.6. Grafik hubungan antara data PWM dengan selisih data LDR

Grafik pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa ketika selisih data berkisar antara 128 (sebelum penskalaan, $128 = 0$) maka kecepatan kedua roda robot mendekati maksimum sehingga kecepatan rotasinya mendekati 0, sedangkan untuk kondisi – kondisi yang lain, kecepatan rotasi sesuai dengan diferensiasi data PWM kanan dan dan PWM kiri.

4.3.2 Pengujian Teknik Wall Following

Pengujian teknik *wall following* ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan robot untuk menjejak dinding sebagai alat navigasinya. Pada pengujian ini, dinding dibuat dari papan kayu dengan panjang 4 meter dan lebar 30 cm, dengan posisi sensor ultrasonik terhadap dinding tegak lurus dengan toleransi $\pm 15^\circ$, penentuan ini berdasarkan pengujian secara empiris, pantulan pada obyek dengan deviasi lebih dari 15° , penerima tidak dapat menerima sinyal dari pengirim. Perubahan posisi penerima dan pengirim ultrasonik tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Adapun blok diagram pengujian disajikan pada Gambar 4.7



Gambar 4.7. Blok diagram pengujian *wall following*

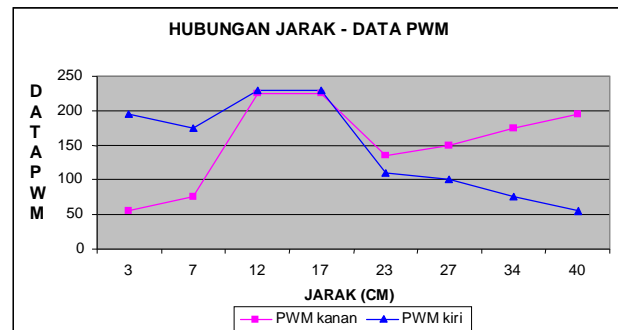
Mekanisme pengujiannya dilakukan dengan cara menggeser robot mendekati dan menjauhi dinding dan kemudian mengamati data PWM kanan dan PWM kiri sesuai dengan perubahan jaraknya. Jarak maksimum yang mampu dideteksi adalah 40 cm, hal ini dengan pertimbangan bahwa robot memang didesain dapat menjejak dinding pada jarak ± 15 cm. Hal ini dikarenakan pada robot ini hanya dipasang sepasang sensor ultrasonik saja, maka ketika jarak robot terlalu jauh dengan dinding kemudian robot bermanuver

mencari menjejak dinding, sensor ultrasonik tidak lagi bisa mendeteksi keberadaan dinding kasrena sudut yang dibentuk sensor terhadap dinding mempunyai deviasi lebih dari 30° , data ini didapat dari hasil pengujian pada kondisi nyata di lapangan. Untuk mengetahui respon kecepatan rotasi dan linier robot terhadap perubahan jarak dengan dinding, maka data jarak, PWM kanan dan PWM kiri diakuisisi dan dikirimkan ke komputer. Hasil pengujian ini disajikan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil pengujian *wall following*

Indeks	Jarak	Data PWM Kanan	Data PWM Kiri
1	3	55	195
2	7	75	175
3	12	225	230
4	17	225	230
5	23	135	110
6	27	150	100
7	34	175	75
8	40	195	55

Sama halnya dengan tabel 4.3 nilai – nilai PWM kanan dan kiri pada tabel 4.4 agak sedikit berbeda dengan tabel perancangan, tabel aturan pada perancangan masih mengalami perubahan parameter sesuai dengan kondisi lapangan, akan tetapi perubahan nilai parameter tersebut tidak terlalu signifikan dan masih relevan dengan perancangan. Dari data pada tabel 4.4 dapat dibuat grafik seperti yang tersaji pada Gambar 4.8



Gambar 4.8. Grafik hubungan antara data PWM dengan jarak ke dinding

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.8, dapat ditarik kesimpulan bahwa ketika jarak ± 15 cm, kecepatan roda mendekati maksimum, atau dengan kata lain kecepatan linier robot besar sedangkan kecepatan rotasinya kecil, sehingga robot akan berjalan lurus kedepan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. LDR yang dirangkai dengan konfigurasi pembagi tegangan menghasilkan keluaran tegangan yang tidak linier untuk setiap kenaikan intensitas cahaya yang mengenai permukaan LDR.

2. Teknik *wall following* berhasil dengan baik apabila sudut yang dibentuk sensor ultrasonik terhadap dinding adalah 90° dengan deviasi sudut tidak lebih dari 15° .
3. Robot akan bergerak dengan kecepatan maksimum apabila selisih data antara LDR kanan dan LDR kiri sama dengan nol dengan toleransi ± 2 .
4. Pengendalian robot mobil dengan metode tabel tengok menghasilkan sistem kendali yang cukup handal, hal ini dibuktikan dengan pergerakan robot yang sesuai dengan algoritma yang diterapkan meskipun sistem sensor tidak linier.
5. Robot mobil pemadam api ini dapat bekerja dengan optimal apabila sumber cahaya yang dideteksi mempunyai intensitas cahaya yang lebih besar dari kondisi pencahayaan lingkungan.

5.1 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Menambah jumlah sensor LDR dan ultrasonik, dengan jumlah sensor yang semakin banyak, maka semakin banyak pula kondisi yang mampu ditangani oleh robot.
2. Memasang sensor kecepatan dan posisi pada kedua rodanya, sehingga posisi dan kecepatan robot dapat selalu dimonitor, selain itu dapat dijadikan *back up* apabila sensor ultrasonik dan LDR mengalami gangguan, sehingga robot tetap dapat sampai ke tujuan dengan mengacu pada masukan posisi yang di rencanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Eko Putra, Agfianto, “*Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (teori dan aplikasi)*”, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2002.
- [2]. Andi Nalwan, Paulus, “*Panduan Praktis dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*”, Penerbit PT.Elex Media Komputindo, Jakarta 2003.
- [3]. Petruzella, Frank D, “*Industrial Electronics*”, Mc Graw-Hill International, 1996.
- [4]. Henfri Binugroho, Eko, “*Autonomous Mobile Robot B-CAK*”, Tugas Akhir, PENS-ITS, Surabaya, 2001.
- [5]. Wasito, S, “*Vademekum Elektronika Edisi Kedua*”, PT.Gramedia, Jakarta, 2001.
- [6]. Retna, Prasetya, Catur Edi Widodo, “*Interfacing Port Paralel dan Port Serial Komputer dengan Visual Basic 6.0*”, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- [7]. Sutanto, Budhy, “*Teknik Pemrograman MCS51*”, (<http://alds.stts.edu>).
- [8]. Moh. Ibnu Malik, Anistardi, “*Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*”, PT Elex media Komputindo, 1997.
- [9]. Sutanto, Budhy, “*Pengukur Jarak dengan Ultrasonic*”, (<http://alds.stts.edu>).
- [10]. Katsuhiko Ogata, *Teknik Kontrol Automatik*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- [11]. Malvino, Albert Poul, “*Prinsip-prinsip Elektronika*”, Erlangga, Jakarta, 1992.
- [12]. Rizal Rizkiawan, *Tutorial Perancangan Harware Jilid I*, PT Elexmedia Komputindo, Jakarta
- [13]. ----, “*Mikrokontroler Sebagai Pembangkit PWM*”
- [14]. www.Atmel.com/AT89S52
- [15]. www.national.com/ADC 0832
- [16]. www.sixca.com
- [17]. www.8052.com/code library



Suprpto, lahir di Karanganyar 14 Juli 1981. menyelesaikan studi di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS-ITS) Jurusan Teknik Elektronika pada Tahun 2003. Saat ini sedang menyelesaikan studi di Teknik Elektro Universitas Diponegoro Porgram Studi Kontrol. Email: a7okster@gmail.com

Menyetujui dan mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

Sumardi, ST, MT
NIP. 132.125.670

Iwan Setiawan, ST, MT
NIP. 132.283.183