

Prototype Robot Pemadam Api Beroda Menggunakan Teknik Navigasi *Wall Follower*

Ery Safrianti, Rahyul Amri dan Septian Budiman
 Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
 Kampus Bina Widya Simpang baru Pekan baru 28293
 email : erysafrianti@yahoo.co.id

Abstrak— *Prototype Robot Pemadam Api* ini berfungsi mendeteksi keberadaan api dan memadamkannya. Robot dikendalikan oleh mikrokontroler ATMEGA8535 yang diberi instruksi-instruksi program sehingga secara otomatis dapat melakukan fungsinya. Struktur perangkat kerasnya terdiri atas beberapa sensor yakni 5 set *ping parallax* sebagai *navigator* robot, 1 set *UVTron* dilengkapi dengan *driver* sebagai pendeteksi api, *DC motor driver L298* disertai 2 motor DC Servo sebagai penggerak. Robot dikembangkan dari *prototype* yang telah diteliti sebelumnya dengan penambahan pada sisi *hardware* yaitu *sound activation* dan 2 set *line detector*. Robot akan aktif apabila sudah mendapatkan *input* dari bagian *Sound Activation* dan mulai berjalan mencari sumber api dengan teknik navigasi telusur dinding, sedangkan sensor garis digunakan sebagai pendeteksi pintu ruangan, *home* dan lingkaran kawasan api lilin. Untuk memadamkan api, robot *prototype* ini menggunakan kipas yang digerakkan oleh rangkaian *driver* yaitu sebuah transistor jenis NPN BD139. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot dapat mendeteksi keberadaan titik api pada setiap ruangan. Robot juga dapat menemukan titik api pada ruangan tertentu serta memadamkannya. Waktu yang diperlukan untuk menemukan dan memadamkan api dari saat *start* sampai kembali ke *home* adalah 1 menit.

Kata Kunci. *robot, ATmega 8535, line detector, sensor, pemadam api*

Abstract— *Fire Robot* serves to detect and extinguish the fire. The robot is controlled by the microcontroller ATMEGA8535 automatically. This robot contains of several sensors, such as 5 sets of *ping parallax* as a robot navigator, a set *UVTron* equipped with fire-detecting driver, *DC motor driver L298* with two *DC servo motors*. The robot was developed from a *prototype* that has been studied previously with the addition on the hardware side of the *sound activation* and two sets of *line detector*. The robot will active if it receives input from the *sound activation unit* and will start to find the fire with “search the wall” navigation techniques. The line sensor was used as a door and home detector and circle the fire area. To extinguish the fire, this robot uses a fan driven by a *BD139 transistor circuit*. The overall test results show that the robot can detect the presence of the fire in each room. The robot also can find the fire and extinguish it within 1 minute.

Key words: *robot, ATmega 8535, line detector, sensor, fire extinguisher*

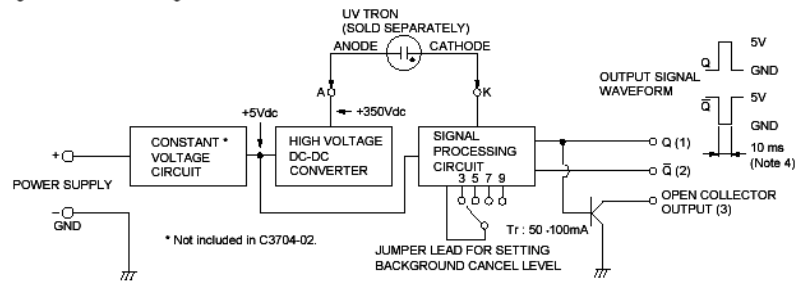
I. PENDAHULUAN

Salah satu pekerjaan manusia yang mempunyai resiko tinggi adalah pemadam kebakaran. Namun dengan bantuan teknologi pekerjaan berbahaya ini dapat digantikan oleh sebuah robot. Jenis pekerjaan ini membutuhkan reaksi cepat karena kebakaran dapat dihindari apabila api dapat dipadamkan sebelum menyebar. Masalah kebakaran dapat dikurangi apabila sumber api dapat ditemukan dan dimatikan dalam waktu yang singkat. Pada penelitiannya, (Rianto, 2009) telah merancang *prototype robot pemadam api* menggunakan perangkat sensor yang berperan utama pada sistem navigasi dalam pencarian dan pemadaman api yaitu sensor jarak dinding (PINGUltrasonic) dan sensor api (UVTron) dengan persentase hasil pengujian yang memuaskan [1]. Terdapat kelemahan dari kehandalan perangkat sistem navigasi robot dan strategi algoritma dalam mengeksplorasi ruangan untuk mencari dan mendeteksi api masih belum optimal baik disegi perangkat

hardware dan software sehingga masih perlu adanya pengembangan sistem.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini akan dikembangkan *prototype robot pemadam api beroda* dengan penambahan pada hardware yaitu sensor garis sebagai modul pendeteksian garis pintu ruangan, *home*, juring lingkaran lilin yang berperan dalam tugas sistem pencarian api serta kembali ke *home* dan sensor aktivasi robot berupa suara sebagai sinyal pengaktif program utama untuk menjalankan robot dengan pengendali oleh mikrokontroler. Perangkat tambahan lain adalah penambahan sensor dinding pada bagian sisi depan robot dan sebuah LCD (Liquid Crystal Display) untuk menampilkan data informasi pengukuran, serta kalibrasi data sensor untuk pengujian sistem. Pada bagian software meliputi pengembangan algoritma teknik navigasi serta pencarian api dengan metode navigasi *wall follower* [2].

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan sebuah sistem kendali navigasi robot



Gambar 1 Blok Diagram Rangkaian UVTron [4]

pemadam api dengan mengaplikasikan sensor garis dan sensor aktivasi suara ke dalam bentuk sistem kendali otomatis dengan teknik algoritma cerdas yang diharapkan agar dapat membangun suatu robot yang dapat mendeteksi keberadaan sebuah lilin yang menyala yang disimulasikan pada suatu ruangan dan kemudian memadamkannya sesuai arah diagram alir tujuan program yang dibuat melalui pengendali mikrokontroler ATmega 8535.

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Robot hanya dapat mendeteksi keberadaan rintangan yang ketinggiannya lebih tinggi dari posisi sensor ultrasonik dan pada pintu ruangan dipasang sebuah pita garis putih dengan lebar 3 cm.
2. Api yang dideteksi berupa miniatur sebuah lilin berukuran 15-20 cm yang diletakkan pada sudut ruangan.
3. Sistem pengendalian aktivator program robot menggunakan sensor aktivasi suara (sound activation). naskah hasil penelitian, review literatur dan tutorial. Naskah akan mengalami *double-blind reviewing*.

II. STUDI PUSTAKA

A. Modul Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras (hardware) yang digunakan pada sistem pencarian dan pemadam api meliputi beberapa perangkat sistem sensor navigasi, sensor pendeteksian api dan driver aktuator robot.

B. Sensor UVTron Flame Detector [1]

Sensor jenis ini berfungsi untuk mendeteksi ultraviolet dari api. Output rangkaian sensor berupa pulsa tegangan dengan nilai 0 sampai dengan 5 volt. Default perioda pulsa output 10 ms. Agar pulsa output dapat dideteksi oleh mikrokontroller, harus ditambahkan kapasitor cx untuk mengatur perioda dari pulsa output.

Tegangan input yang dibutuhkan untuk mengaktifkan rangkaian sensor berkisar antara 6 sampai 30 volt dc. Bila terdapat sebuah sumber tegangan fixed 5 Volt DC maka

tegangan input dapat diberikan tanpa melalui rangkaian regulator yang terdapat pada driver sensor tersebut.

Gambar 1 adalah gambar blok diagram dari suatu rangkaian UVTronFlame detector . Tegangan input dc diberikan pada terminal power supply dan dilewatkan pada blok CONSTANT VOLTAGE CIRCUIT untuk menghasilkan tegangan 5 Volt DC. Tegangan tersebut menjadi masukan bagi HIGH VOLTAGE DC-DC CONVERTER dan SIGNAL PROCESSING CIRCUIT yang diperlukan untuk menghasilkan tegangan tinggi karena sensor UVTron membutuhkan supply tegangan sebesar 350 Volt DC untuk dapat beroperasi. Blok SIGNAL PROCESSING CIRCUIT adalah bagian yang mengolah sinyal input berupa sinar ultraviolet untuk menghasilkan pulsa output.

C. Sensor Jarak Ultrasonik PING

Sensor jarak Ultrasonik PING adalah sensor 40 KHz dari Parallax yang banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Kelebihan sensor ini hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dan ground

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonic (40KHz) selama tburst (200µs kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor memancarkan gelombang ultrasonic sesuai instruksi dari microcontroller pengendali (pulsa trigger dengan tOUT min 2µs).

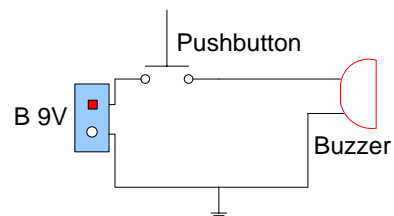
D. Sensor Garis (Delta Single Line Detector)

Sensor garis pada aplikasi sistem navigasi robot pemadam api digunakan sebagai pendeteksi garis putih pada lantai (base) terutama pada home, pintu ruangan, dan daerah dekat lilin. Sensor garis ini menggunakan 1 buah Infrared LED (Light Emitting Diode) sebagai sumber cahaya yang akan memancarkan cahaya inframerah dan 1 buah photo diode untuk menangkap pantulan cahaya inframerad.

Dalam perancangan, photodiode digunakan untuk



Gambar 2. Sensor Jarak Ping Ultrasonic



Gambar 3. Rangkaian Pemancar Suara

mendeteksi garis melalui pantulan cahaya yang diterima sensor dari infrared LED, dengan jangkauan resistansi 1 KOhm hingga 14 KOhm. Rentang resistansi tersebut digunakan sebagai patokan untuk menentukan jarak photodiode terhadap bidang pantul, dan infrared LED. Hal tersebut dapat mengurangi pengaruh cahaya masukan dari luar, sehingga sensor photo diode mampu menghasilkan tegangan normal antara 3 V – 5 V ketika dalam keadaan high dan 0 V pada saat low.

E. Sound Activation

Sound Activation merupakan modul deteksi suara digunakan untuk mengaktifkan dan menjalankan program rutin utama robot yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega 8535. Modul sensor suara ini meliputi bagian pemancar dan penerima.

F. Driver Pemancar Suara

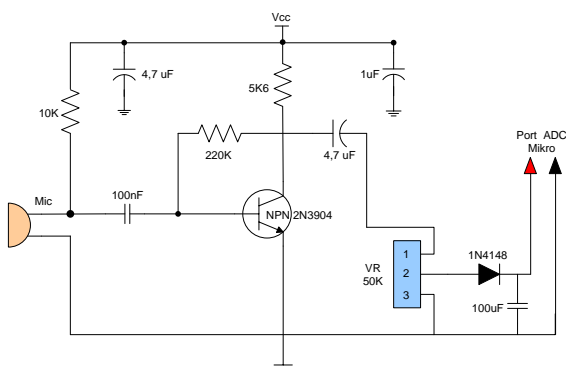
Bagian pemancar suara yang digunakan adalah Buzzer. Buzzer berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan Loudspeaker. Buzzer terdiri atas kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

Rangkaian buzzer dapat digunakan pada tegangan sebesar antara 6V sampai 12V dengan tipikal arus sebesar 25 mA. Komponen pada bagian pemancar menggunakan skema rangkaian sederhana yang terdiri dari sebuah buzzer, tombol push button dengan suplai tegangan untuk menghasilkan suara buzzer sebesar 9 Vdc. Buzzer akan menghasilkan suara dengan rentang frekuensi suara antara 3- 4 kHz.

G. Driver Penerima Suara

Bagian penerima yaitu sebuah mic condensor yang akan menangkap frekuensi yang diterima dari modul pemancar suara, kemudian dilewatkan sinyal tersebut ke komponen penguat sinyal untuk memperbesar sinyal yang diproses dari hasil frekuensi yang ditangkap. Perancangan modul ini, menggunakan rangkaian CE (common emitor) adalah rangkaian yang paling sering digunakan untuk berbagai aplikasi pengolahan sinyal frekuensi sederhana yang menggunakan transistor.

Gambar 4 memperlihatkan skema rangkaian filter suara



Gambar 4. Rangkaian Penerima Suara

dengan output hasil penguatan yang masih berupa sinyal analog kemudian dilewatkan pada komponen pengatur besar amplitudo sinyal yang dihasilkan, komponen tersebut adalah potensiometer dengan besaran 50K.. Selanjutnya mikrokontroler akan mengolah sinyal tersebut sebagai input data yang dikonversi dalam bentuk nilai ADC-10 bit. Untuk menentukan besarnya output nilai ADC dapat digunakan rumusan sebagai berikut :

Rumus output ADC:

$$N = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1023$$

dengan, N : Nilai register output ADC (byte)

V_{in}: Tegangan input (Volt)

V_{ref} :Tegangan referensi (Volt)

Nilai ADC yang dibaca oleh mikrokontroler diolah dengan menggunakan perhitungan di atas dan kemudian dibandingkan pada kisaran range rata-rata ADC yang ditetapkan untuk mengeksekusi rutin program utama robot yaitu beraksi menyusuri lorong arena, mencari api, memadamkan api dan kembali ke posisi awal.

III. METODOLOGI PENELITIAN

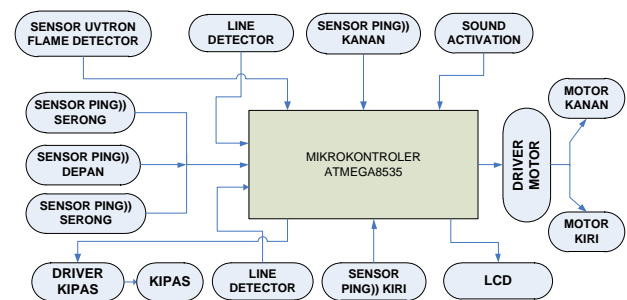
A. Konfigurasi Sistem

Secara umum, robot ini terdiri atas tiga bagian dasar, yaitu perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), dan mekanik. Sensor yang digunakan berupa sensor PING)) Ultrasonic Range Finder, sensor UVTron serta bagian perangkat navigasi yang ditambahkan pada perancangan robot ini yaitu White Floor Detector dan Tone Detector.

B. Blok Diagram

Blok diagram desain perangkat sistem pengendalian robot pemadam api menggunakan mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan pada Gambar 5.

Sound Activation berfungsi sebagai remote kontrol pengaktifan robot melalui suara dari sebuah buzzer. Frekuensi yang dikeluarkannya berada pada wilayah frekuensi suara terdengar berkisar di 3- 4KHz [9]. Sensor navigasi Ping Parralax digunakan sebagai detektor halangan pada dinding pembatas tiap ruangan dengan data yang dihasilkan berupa pulsa atau data keluaran yang menyatakan jarak yang ditempuh oleh sinyal tersebut sebelum menyentuh sebuah objek dan memantul kembali [3]. Dilengkapi dengan Delta Single Line Detector yang



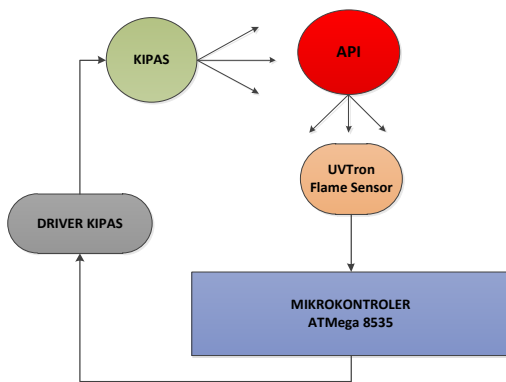
Gambar 5. Blok Diagram Sistem Kendali Robot Pemadam Api

berguna untuk pembacaan pita garis putih pada pintu ruangan, lingkaran juring pada kawasan api lilin serta lingkaran Home untuk pembacaan posisi start awal dan kembali pulang (return home) dengan data yang dikirimkan ke mikrokontroler berupa data bit (1 dan 0). Keluaran dari rangkaian sensor jarak maupun sensor garis tersebut langsung diproses oleh mikrokontroler sebagai data input untuk mengendalikan output pergerakan motor DC servo dan informasi pengukuran jarak serta kondisi pembacaan sensor dapat ditampilkan melalui LCD.

Api lilin dideteksi oleh sensor UVTron dengan memberikan input ke mikrokontroler untuk mengaktifkan kipas saat robot telah mendekati api. Blok sistem pendeteksian dan pemadaman api lilin pada robot digambarkan pada blok diagram seperti Gambar 6.

C. Sistem Kontrol Aktivasi Robot

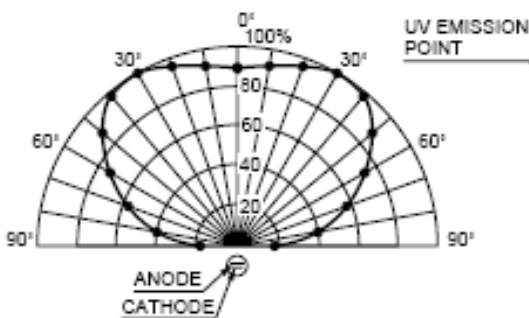
Untuk rangkaian sound aktifasi terdiri atas 2 bagian yaitu pemancar dan penerima. Rangkaian pemancar berfungsi membangkitkan sinyal suara dengan frekuensi tertentu. Rangkaian pemancar menggunakan sebuah buzzer sebagai penghasil suara dengan frekuensi tertentu dan



Gambar 6. Diagram Blok Skema Sistem Pendeteksian Api



Gambar 7. Skema Blok Diagram Sound Activation



Gambar 8. Sudut Jangkauan UVTron [4]

rangkainan penguat untuk menguatkan sinyal masukan yang tertangkap oleh microcondenser. Skema blok diagram Sound activation seperti pada Gambar 7.

Buzzer sebagai pemancar suara (transmitter) akan menghasilkan suara pada frekuensi tertentu kemudian ditangkap oleh mic condenser sebagai receiver untuk menangkap sinyal suara. Selanjutnya sinyal suara dari mic dikuatkan melalui rangkaian penguat mic yaitu transistor TR 2N3904. Hasil penguatan berupa sinyal analog dilewatkan pada komponen pengatur besarnya amplitudo sinyal yang dihasilkan, yaitu potensiometer dengan besaran 50K. Kemudian output suara yang diatur akan diproses melalui Port PA.0. Selanjutnya, output ADC akan mengaktifkan mikrokontroler menjalankan program main routine, robot mulai beraksi menyusuri lorong arena, mencari api, memadamkan api dan kembali ke posisi awal.

D. Sistem Kontrol Pergerakan Motor

Modul kontrol penggerak roda robot pada sistem ini menggunakan IC Driver L298 (Dual Full Bridge Driver) yang memiliki kemampuan memicu dua buah motor DC Servo sampai tegangan 40 Vdc dan arus sebesar 2A untuk tiap kanal. Pengiriman input data pengendalian motor terdiri atas enam jalur data. Instruksi data pengendalian gerakan robot yang dikirimkan ke mikrokontroler seperti Tabel 1.

E. Sistem Kontrol Pemadaman Api

Hasil pembacaan sensor api (UVTron dan Driver), dikirim ke mikrokontroler melalui port PB.6. Untuk mengaktifkan motor kipas digunakan port PC.5 yang langsung dihubungkan dengan rangkaian driver kipas (Tr NPN BD139). Sensor UVTron akan mendeteksi api setelah robot memasuki pintu ruangan. Sedangkan motor kipas akan aktif bila UVTron mendeteksi api lilin dan mikrokontroler memberi instruksi ke robot untuk mendekati titik api lalu memadamkan api tersebut dengan cara mengaktifkan motor kipas.

F. Sistem Sensor

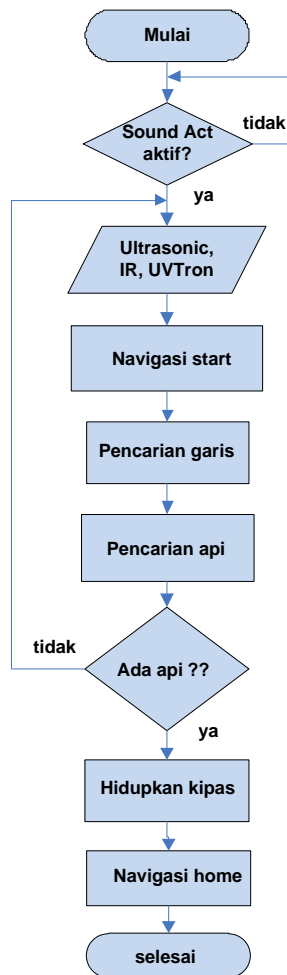
Sistem Sensor Api

Dalam perancangan sistem sensor api ini dibagi menjadi 2 bagian [4]:

- Sistem perancangan dalam pembacaan api oleh sensor UVTron. Sensor UVTron memiliki dua buah terminal output yang terdiri dari Q' dan Q. Default dari Q' adalah 0 dan saat ada api outputnya berubah menjadi high ($\pm 5V$). Sedangkan untuk terminal Q adalah sebaliknya. Ketika tidak ada api, output dari sensor adalah ± 5 volt. Tetapi pada saat ada api, outputnya menjadi low. Oleh sebab itu didalam perancangan ini terminal output yang dipakai adalah jenis Q'. Adapun port yang dipakai untuk mengidentifikasi input ini adalah PortB.6
- Sistem perancangan dalam pembacaan api dalam bidang

TABEL 1
DATA INPUT PENGENDALIAN IC DRIVER L298

EnA	EnB	In1 (+)	In2 (-)	In3 (+)	In4 (-)	Data	Aksi Motor
H	H	H	L	L	H	111001	Maju
H	H	L	H	H	L	110110	Mundur
L	L	X	X	X	X	000000	Berhenti
H	H	H	L	H	L	111010	Belok Kanan
H	H	L	H	L	H	110101	Belok Kiri



Gambar 9. Diagram Alir Sistem Keseluruhan Umum

vertical dan horizontal. Sensor UVTron dapat mendeteksi titik api dengan jarak sejauh 5 meter dalam jangkauan sudut sebesar 1800. Sensor dengan jarak ini hanya untuk pendeteksian titik api dalam bidang vertikal. Pendeteksian titik api dalam bidang horizontal hanya bisa dengan jarak sekitar ± 80 cm, karena itu dalam perancangan posisi lilin dibuat sedemikian rupa agar UVTron dapat mendeteksi api dalam jangkauan sensor tersebut. Sudut jangkauan UVTron dapat dilihat dari Gambar 8

G. Sistem Sensor Halangan

Sistem halangan menggunakan sensor PING Ultrasonic. Sensor ini terdiri dari receiver dan transmitter digunakan sebagai masukan dari proses pengontrolan robot. Untuk mendeteksi halangan transmitter harus memancarkan gelombang ultrasonic. Dalam hal ini sensor Ping akan bekerja berdasarkan trigger pancaran gelombang ultrasonik dari mikrokontroler. Pancaran ini yang akan diterima oleh bagian sensor ultrasonik yaitu receiver setelah pancaran gelombang ultrasonic mengenai objek. Selama menunggu pantulan sinyal, sensor akan menghasilkan sebuah pulsa. Pulsa ini akan berhenti (low) ketika suara pantulan terdeteksi oleh sensor. Oleh karena itulah lebar pulsa tersebut dapat merepresentasikan jarak antara sensor

dengan objek (Rianto, 2009). Selanjutnya mikrokontroler cukup mengukur lebar pulsa tersebut dan mengkonversinya dalam bentuk jarak.

H. Sistem Sensor Garis

Sensor lantai digunakan untuk mendeteksi adanya garis putih yang dipasang dengan lebar garis 3 cm. Sensor garis yang digunakan yaitu photodiode yang peka terhadap intensitas cahaya. Rangkaian sensor terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian pemancar cahaya dan penerima cahaya. Rangkaian pemancar terdiri atas resistor sebagai pembatas arus serta Infrared LED sebagai piranti yang memancarkan cahaya. Sedangkan rangkaian penerima terdiri dari resistor sebagai pull-up tegangan dan photodiode sebagai piranti yang akan menerima pantulan cahaya infrared terhadap objek. Nilai tegangan output dari photodiode saat menerima cahaya pantulan dari garis putih / hitam akan dibandingkan terhadap tegangan referensi dengan besaran 10K melewati rangkaian komparator yaitu LM324 [5]. Tegangan referensi dapat diatur melalui variabel resistor. Rangkaian komparator akan membandingkan tegangan input dari sensor dengan tegangan referensi untuk menghasilkan logika '0' dan '1' untuk membaca garis putih / hitam. Keluaran data sensor garis ini dijadikan sebagai imputan data ke mikrokontroler melalui PortB.5 dan PortB.7

I. Perancangan Software

1) Sistem Keseluruhan

Diagram alir Gambar 9 menunjukkan keseluruhan sistem kerja robot dalam pencarian dan pemadaman api.

2) Navigasi Jelajah Ruangan (Start)

Gambar 10. memperlihatkan diagram alir kerja sistem navigasi jelajah ruangan untuk pencarian api pada ruangan.

3) Navigasi Home

Robot akan kembali pulang ke posisi awal setelah berhasil memadamkan api dalam ruangan. Diagram alir kerja robot untuk kembali pulang ditunjukkan pada Gambar 11. Pada Gambar 12. memperlihatkan diagram alir sistem pembacaan garis pada saat robot mendeteksi pintu ruangan. Diagram alir pada gambar 12 menjelaskan sistem kerja detektor garis putih yang dipasang pada tiap pintu ruangan. Sensor garis akan mulai bekerja dengan membandingkan warna lantai pada arena robot ketika sedang bernavigasi. Apabila sensor mendeteksi warna terang (putih), maka robot kemudian diperintahkan untuk masuk ke dalam perintah sistem scanning api. Sebaliknya Jika warna yang dideteksi berwarna hitam, robot akan kembali ke sistem navigasi awal dan terus bernavigasi mencari api sampai sensor garis mendeteksi adanya garis putih pada pintu ruangan.

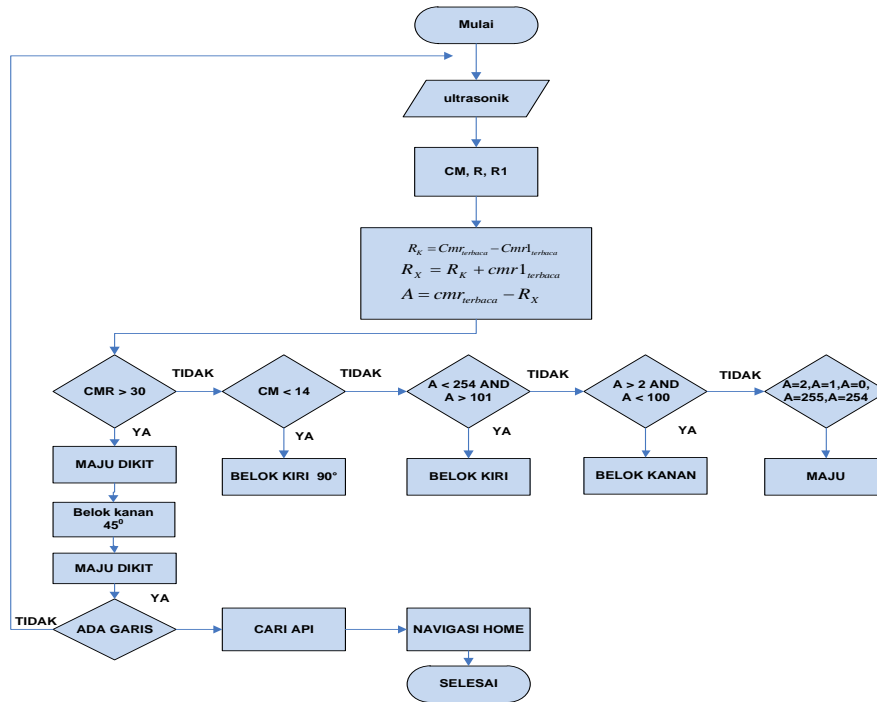
4) Sistem Pencarian dan Pemadaman Api

Gambar 13. memperlihatkan skema diagram alir proses pencarian dan pendeteksian api lilin dalam ruangan.

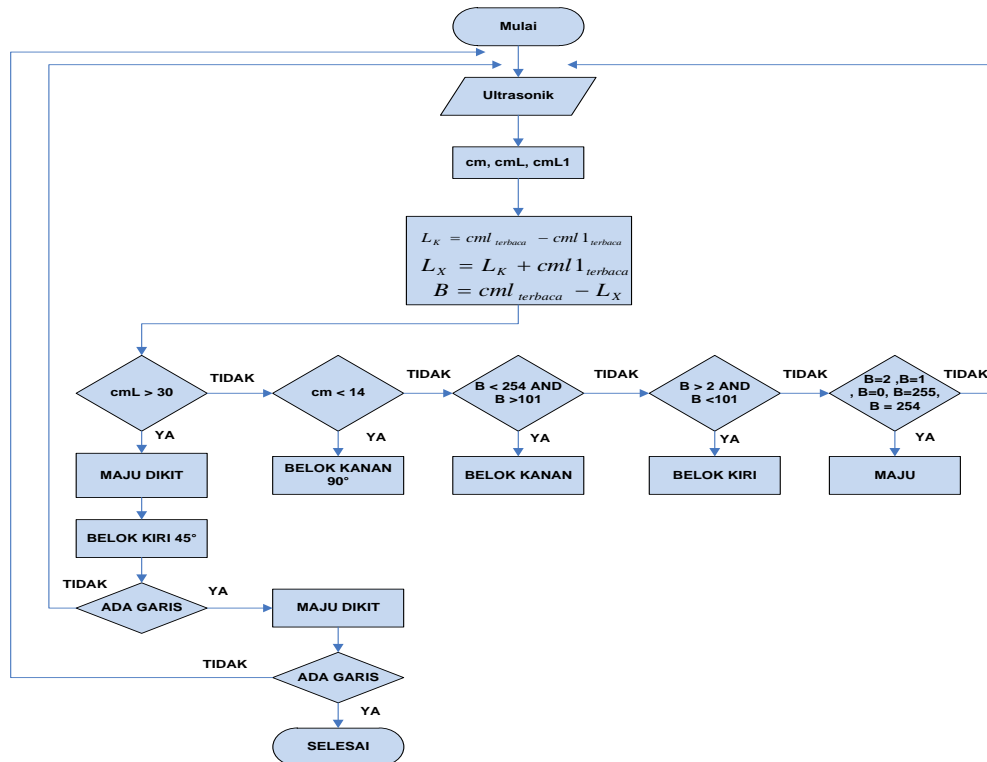
IV. PEMBUATAN

A. Rangka Mekanik

Rangka mekanik pada tugas akhir ini dibuat dengan menggunakan bahan *acrylic* dan pelat. Bentuk *prototype* mekanik robot secara umum adalah persegi panjang dengan dimensi robot : panjang = 230 mm ; lebar = 220 mm ; tinggi = 260mm. Gambar 14. memperlihatkan bentuk mekanik robot yang telah dirancang.



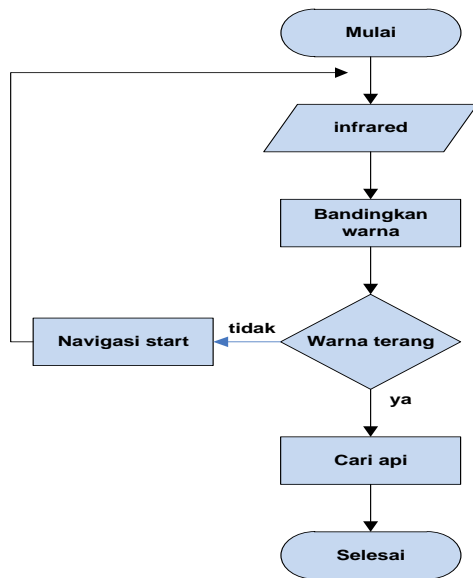
Gambar 10. Flowchart Sistem Navigasi Start



Gambar 11. Flowchart Navigasi Home Sistem Pembacaan Garis

Pada Gambar10. terlihat dua buah roda dipasang di bagian depan robot sebagai roda pengendali. Sedangkan roda bebas (*free wheel*) dipasang tepat pada bagian tengah

belakang robot untuk menjaga keseimbangan robot, sehingga roda pengendali akan leluasa bermanuver saat bernavigasi.



Gambar 12. Flowchart Sistem Pembacaan Garis

B. Rangkaian Elektronika

1) Modul Driver motor DC

Driver motor digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler ke motor DC Servo. Digunakan driver motor ini karena arus yang keluar dari mikrokontroler tidak mampu mencukupi kebutuhan dari motor DC. IC L298N dapat digunakan untuk mengerjakan motor dc *Half-Bridge* sebanyak empat buah atau dua motor DC *fullbridge* [8]. IC ini mempunyai 4 pin *input* yang bersesuaian dengan 4 pin *output*-nya. Selain itu juga terdapat 2 pin *Enable* untuk pin *output* 1,2 dan pin *output* 3,4 [6]. Bentuk fisik rangkaian driver diperlihatkan pada Gambar 15.

2) Modul LCD 16x2

Teknik Komunikasi yang digunakan bisa data 8 bit atau 4 bit. Jika menggunakan komunikasi 4 bit, maka pin LCD untuk data yang digunakan adalah DB4-DB7. Skema rangkaian LCD 16x2 ditunjukkan pada Gambar 16.

3) Modul Driver Motor Kipas

Driver motor kipas digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler ke motor DC. Driver ini menggunakan sebuah transistor jenis BD139 sebagai *trigger input* ke mikrokontroler dan sebagai *output* penggerak kipas menggunakan sebuah relay DC 6 V. Gambar 17. memperlihatkan skematik rangkaian driver kipas.

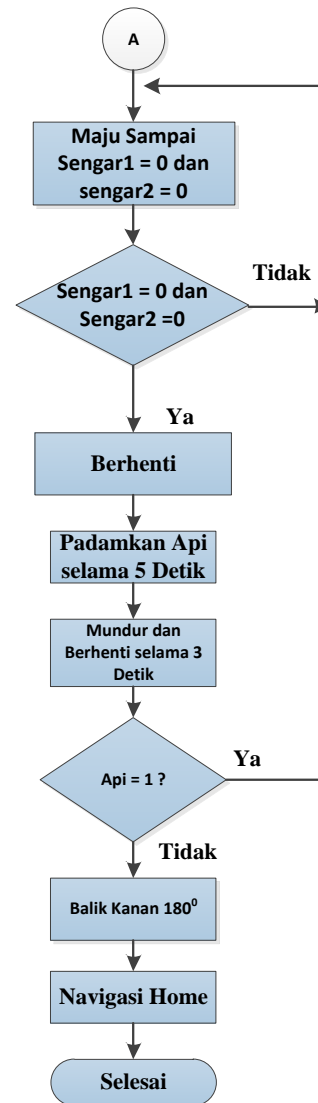
4) Modul Sensor Garis

Rangkaian sensor garis pada penelitian ini menggunakan modul *Delta Single Line Detector DSf-03* dari *Delta Electronic* dengan spesifikasi jarak pantulan berkisar antara 1 sampai dengan 9 cm. Bentuk fisik modul sensor ini diperlihatkan pada Gambar 18.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian dan Analisa Sensor Ping Parallax

Hasil pengujian dalam grafik hubungan perbandingan jarak benda terhadap data sensor yang diperlihatkan pada Gambar 19. Grafik yang dihasilkan menunjukkan bahwa secara umum yang dihasilkan adalah linier, dan dalam hal



Gambar 13. Skema diagram alir proses pencarian dan pendeteksian api lilin dalam ruangan.

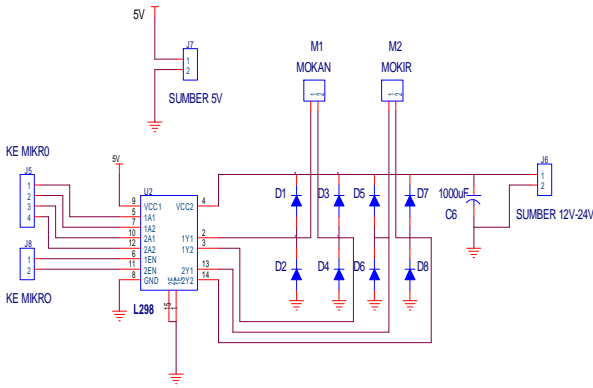


Gambar 14. Bentuk Fisik Mekanik Robot

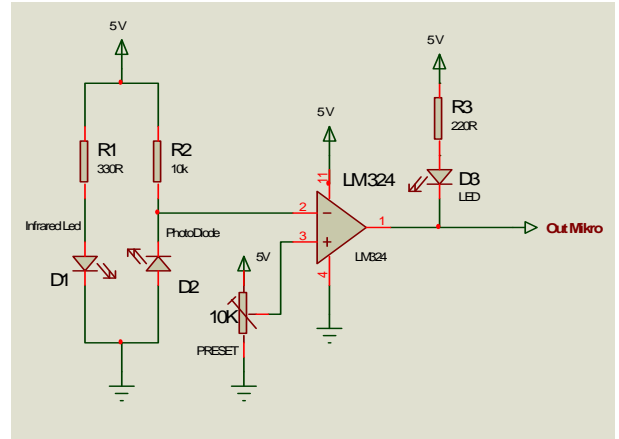
ini dapat dinyatakan bahwa perubahan datanya sebanding dengan perubahan jarak benda.

B. Pengujian Sistem Keseluruhan

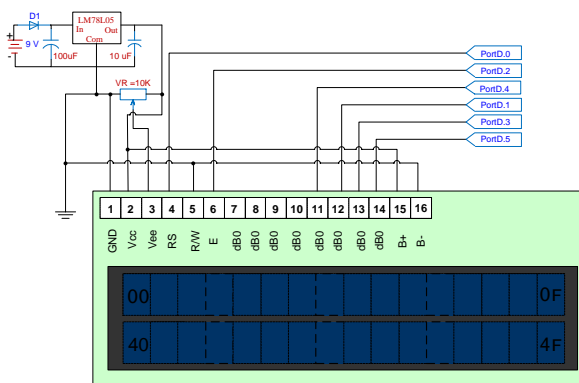
Pengujian secara keseluruhan ini dilakukan untuk melihat kinerja semua blok rangkaian yang telah dirancang.



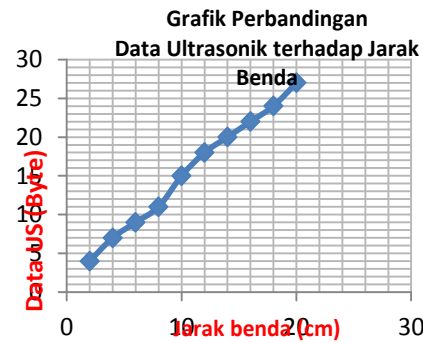
Gambar 15. Rangkaian Driver Motor DC Menggunakan IC L298 [6]



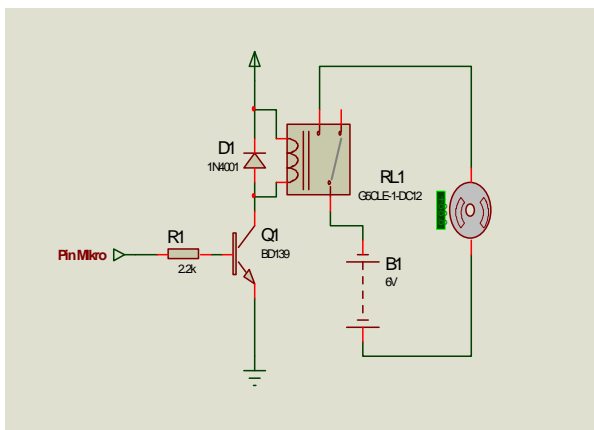
Gambar 18. Modul Rangkaian Sensor Garis DSF-3



Gambar 16. Rangkaian LCD 16X2



Gambar 19. Grafik Data Ultrasonic Terhadap Jarak Benda



Gambar 17. Rangkaian Driver Motor Kipas

Parameter pengujian ini adalah waktu yang diperlukan robot dalam mencari dan memadamkan api serta kembali ke posisi awal (*home*). Denah lapangan pengujian dapat dilihat pada Gambar 20.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan analisa dari sistem pendeteksian dan pemadaman api, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

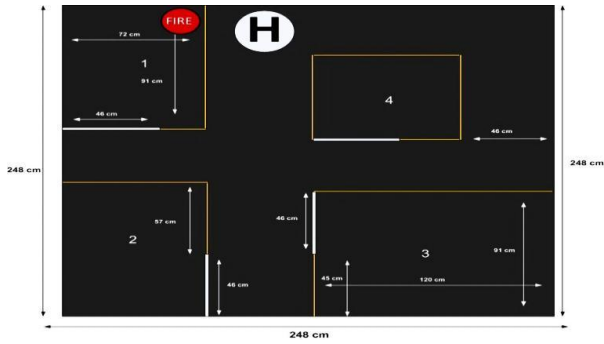
1. Aplikasi penggunaan 5 buah sensor Ping pada robot telah meningkatkan kemampuan sistem untuk mendeteksi halangan tiap sudut untuk memudahkan robot dalam

bernavigasi menggunakan teknik algoritma *wall follower*.

2. Sensor garis berperan utama sebagai strategi dalam pencarian pintu, pemadaman api, dan pengenalan posisi robot saat pulang ke *home* dengan kemampuan membedakan warna dasar lantai hitam atau putih dengan kisaran jarak pantulan berkisar sampai pada jarak 9 cm terhadap objek.
3. Semua blok kerja dari pengembangan sistem bekerja tercapai dan sesuai dengan perintah/ instruksi dari mikrokontroler.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rianto, Adi 2009. *Robot Pemadam Api*. Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru .
- [2] Susilo, Deddy. 2010. *Wall Following Algorithm*. UKSWS- Press. Salatiga
- [3] Budiharto, Widodo. 2007. *9 Proyek Robot Spektakuler*. Elex Media Komputindo. Surabaya.
- [4] Hamamatsu Inc.1997. *Driving Circuit C3704 Series*, Available at : www.hamamatsu.com (30 Desember 2010)
- [5] Suryono, Achmad. 2010. *Pembuatan Robot Beroda Pemadam Api Menggunakan Navigasi Ping* Ultrasonic Range Finder dan Magnetic Compass (*cmpr03*). Politeknik Negeri Jember. Jember
- [6] Parallax Inc.. 2006. *PING)))TM Ultrasonic Distance Sensor (#28015) • v1.3*. Available at :



Gambar 20. Lapangan Pengujian Robot

- [7] www.parallax.com (27 Desember 2010)
- [8] ST Microelectronic. 2000. Dual Full Bridge Driver L298. Datasheet Archive. Italy.
- [9] Fairchild Semiconductor, 2000.BD139, Available at :
www.fairchildsemi.com
- [10] Sonicrest. 2003. Microphone HBC06 Series. Available at :
www.jlworld.com
- [11] Innovative Electronics. 2006. manual DT-AVR-micro.FH11. Innovative. Surabaya
- [12] Fahmizal.2010. Mengenal Bahasa Basic Pada Bascom AVR. Availableat : <http://fahmizaleits.wordpress.com> (2 Desember 2010)