

ROBOT CERDAS PEMADAM API MENGGUNAKAN PING *ULTRASONIC RANGE FINDER* DAN *UVTRON FLAME DETECTOR* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 128

Fitria Suryatini, Jaja Kustija, Erik Haritman

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro,
FPTK Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154
Telp. (022) 2013161, Faks. (022) 2013651
E-mail: qf_pi2t@yahoo.com

Diterima : 25 Februari 2013

Disetujui : 10 Maret 2013

Dipublikasikan : Maret 2013

ABSTRAK

Robot bermanfaat untuk membantu manusia dalam mengerjakan pekerjaan yang berbahaya contohnya pemadam kebakaran. Oleh karena itu perlu dikembangkan robot cerdas pemadam api yang mampu mencari sumber api dan kemudian memadamkannya. Penelitian ini bertujuan membuat rancang bangun robot cerdas pemadam api menggunakan mikrokontroler ATmega128 sebagai pengendalinya. Proses pencarian sumber api dilakukan dengan cara memeriksa tiap ruangan apakah terdapat sumber api atau tidak. Pencarian titik api dilakukan dengan mendeteksi pancaran sinar ultraviolet yang dipancarkan api dengan menggunakan sensor UVTron flame detector. Untuk memadamkan api digunakan kipas yang digerakkan oleh motor DC. Robot bergerak secara otomatis menggunakan aplikasi dari motor DC. Robot menggunakan sensor PING ultrasonic range finder untuk memandu navigasi robot dalam pencarian ruangan, menghindari halangan, mendeteksi arah gerak dan untuk kembali ke posisi start robot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot cerdas pemadam api dapat dibuat dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang dikontrol menggunakan mikrokontroler ATmega128. Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa robot cerdas pemadam api ini dapat mendeteksi api hingga jarak 5 meter dan dapat memadamkan api dalam waktu rata-rata 38.6 detik.

Kata kunci: ATmega128, motor dc, PING ultrasonic, robot, UVTron,

ABSTRACT

Robot is useful to assist humans on doing a dangerous task for example fire fighting. Therefore it is necessary to develop intelligent fire-fighting robot that can find the fire extinguisher and then extinguish the fire source. This study aims to make intelligent fire-fighting robot using a microcontroller ATmega128 as a controller. The Process of finding the source of fire is made by examining each room whether there are sources of fire or not. Searching of fire is carried out by detecting ultraviolet ray-emission of fire using UVTron flame detector sensor. Fan controlled by DC motor is used to extinguish the fire. The robot moves automatically using the application of a DC motor. The robot uses PING Ultrasonic range finder sensors to guide the robot navigation for searching room, avoiding obstacles, detecting the direction of motion and returning robot to the starting position. The results of research show that intelligent fire-fighting robot can be made using hardware and software that controlled by microcontroller ATmega128. From the testing that has been done, it can be concluded that intelligent fire-fighting robot can detect fire as far as 5 meter distance and able to extinguish the fire for average-time of 38.6 second.

Keywords: ATmega128, dc motor, PING ultrasonic, robot, UVTron,

PENDAHULUAN

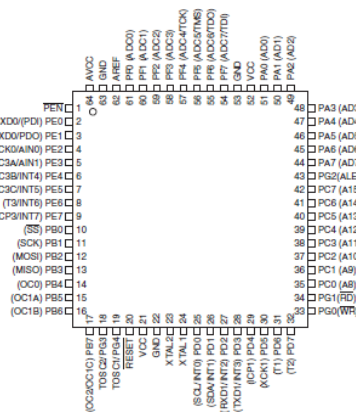
Robot bermanfaat untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi, membutuhkan tenaga besar, pekerjaan yang berulang dan kotor, dan pekerjaan yang beresiko tinggi atau berbahaya. Salah satu pekerjaan manusia yang beresiko tinggi yang dapat dilakukan oleh robot adalah pemadam kebakaran. Pekerjaan pemadam kebakaran membutuhkan reaksi yang cepat karena masalah kebakaran dapat dikurangi apabila sumber api dapat ditemukan dan dipadamkan dalam waktu yang singkat.

Rancang bangun robot pemadam api telah dijadikan kompetisi dan telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Suatu penelitian terakait telah merancang robot cerdas pemadam api berbasis mikrokontroler AT89S52 dan menggunakan algoritma *wall following* yaitu penyusuran dinding untuk mencari titik api. Pada penelitian tersebut robot dapat mendeteksi sumber api berupa lilin dengan catatan waktu tempuh rata-rata 11 menit 57 detik [1].

Pada penelitian ini dibuat rancang bangun robot cerdas pemadam api menggunakan mikrokontroler ATmega128 sebagai pengendalinya dan menggunakan algoritma *wall following* dinding kanan dan kiri serta terdapat pengenalan jenis ruang dan pemetaan pergerakan robot. Penelitian ini juga merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya mengenai rancang bangun hardware controller robot cerdas pemadam api [2] dan penelitian mengenai perancangan algoritma dan program robot cerdas pemadam api [3].

Mikrokontroler ATmega128

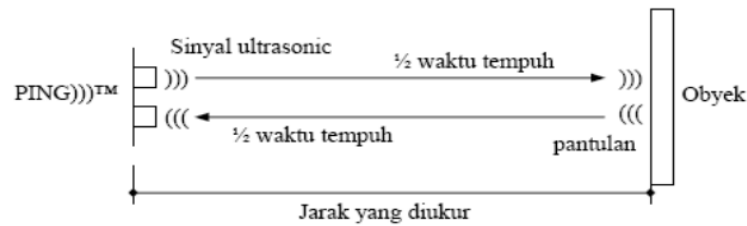
Mikrokontroler ATmega128 merupakan mikrokontroler keluarga AVR yang mempunyai kapasitas flash memori 128KB. Mikrokontroler AVR ATmega128 memiliki saluran I/O sebanyak 56 buah, ADC 10 bit sebanyak 8 saluran, dua buah *Timer/Counter* 8 bit dan dua buah *Timer/Counter* 16 bit, dua buah PWM 8 bit, *Watchdog Timer* dengan osilator internal, internal SRAM sebesar 4 kbyte, memori *flash* sebesar 128 kBytes, interupsi eksternal, port antarmuka SPI, EEPROM sebesar 4 kbyte, real time counter, dua buah Port USART untuk komunikasi serial, enam kanal PWM, dan tegangan operasi sekitar 4,5 V sampai dengan 5,5 V. Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega128 terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi Pin Mikrokontroler

Sensor PING Ultrasonik *range finder*

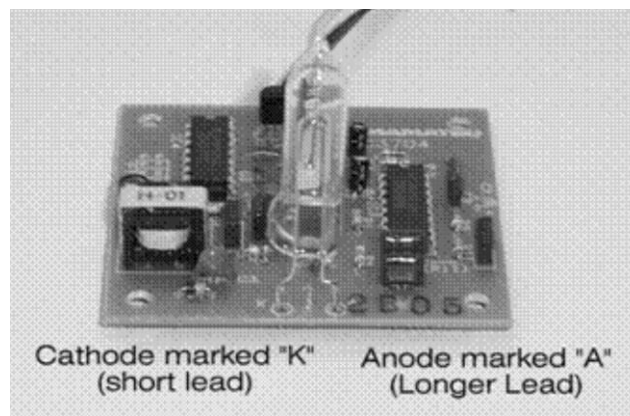
Sensor PING ini secara khusus didesain untuk dapat mengukur jarak sebuah benda padat. Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40kHz) selama waktu pemancaran kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan pulsa trigger dari mikrokontroler sebagai pengendali. Waktu tempuh gelombang ultrasonik ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi cara kerja sensor PING

Sensor UVTron *flame detector*

Sensor UVTron adalah sensor yang mendeteksi ultraviolet dari penggunaan efek photoelektrik dari logam dikombinasikan dengan efek penggandaan gas. Sensor UVTron ini digunakan sebagai piranti masukan (input) pada mikrokontroler. Pada penelitian ini yang digunakan adalah sensor Hamamatsu UVTron C3704. Nyala sebuah lilin dapat dideteksi oleh Sensor UVTron yang masih bagus hingga jarak 5 meter. Cahaya terlihat tidak mempengaruhi UVTron [4].



Gambar 3. UVTron dengan modul C3704

METODE

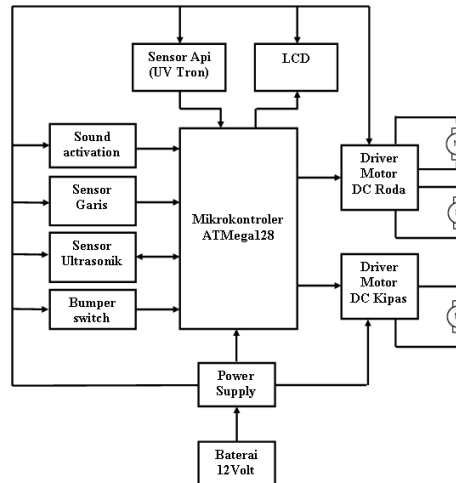
Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu studi literatur dan wawancara, perancangan sistem, pembuatan dan pengujian, dan analisis.

Studi Literatur dan Wawancara

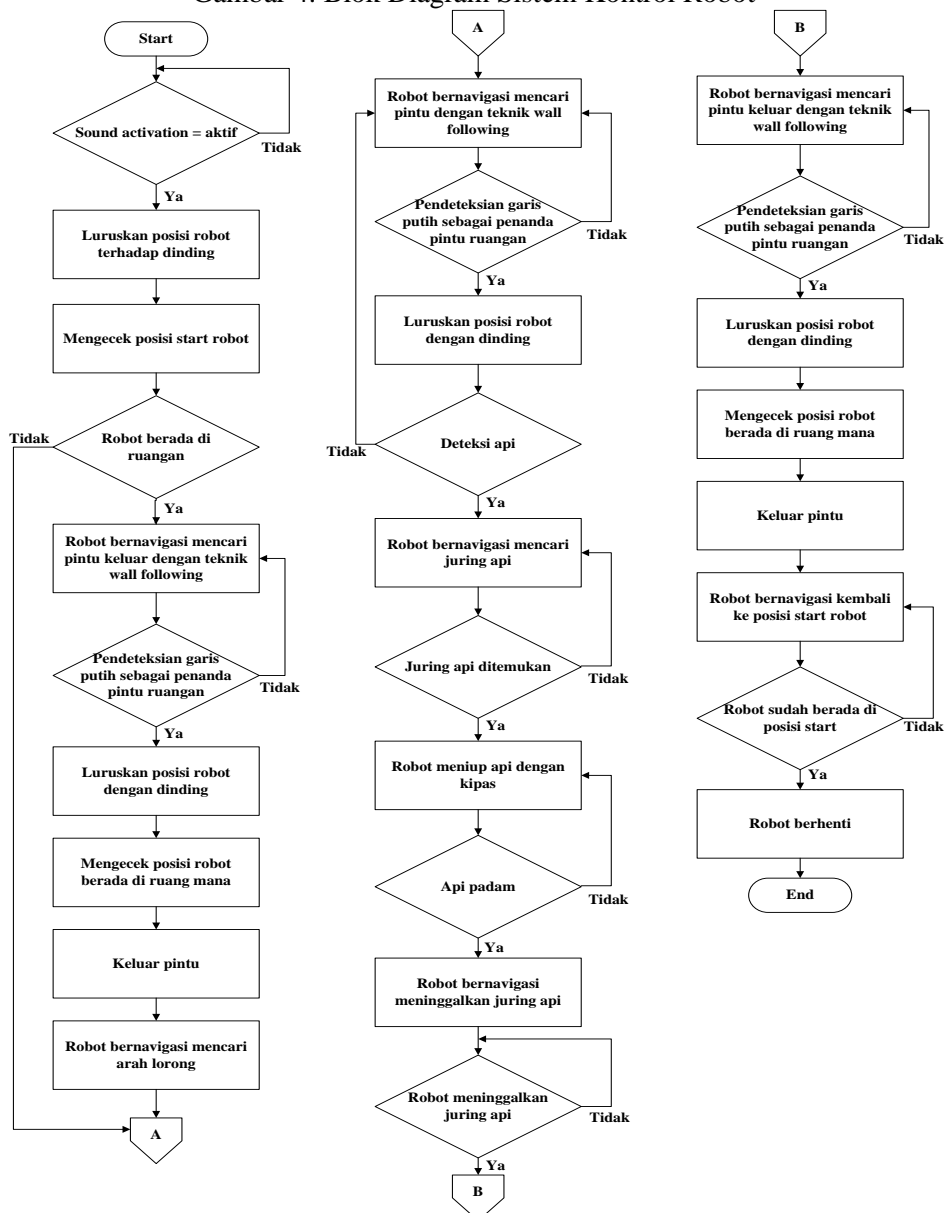
Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi dan referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan robotika dan implementasinya. Sedangkan pada tahap wawancara dilakukan konsultasi pada pakar yang kompeten di bidang robotika.

Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem yaitu (1) mengidentifikasi semua kebutuhan untuk pembuatan robot baik mekanik, *hardware*, *software* maupun kebutuhan lainnya, (2) merancang mekanik robot yang terdiri dari perancangan bentuk konstruksi robot, sistem penggerak roda, dan sistem pemadam api, (3) merancang *hardware* robot yang terdiri dari perancangan sistem kontrol robot yang ditunjukkan pada gambar 4, sistem minimum mikrokontroler, perangkat input berupa sensor-sensor yang akan digunakan dan *interface*-nya, perangkat output berupa motor penggerak roda dan motor penggerak kipas pemadam api serta *interface*-nya, (3) merancang *software* yang terdiri dari perancangan sistem kerja robot ditunjukkan pada gambar 5, dan pemrograman robot.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Kontrol Robot



Gambar 5. Diagram Alur Kerja Robot

Pembuatan dan Pengujian

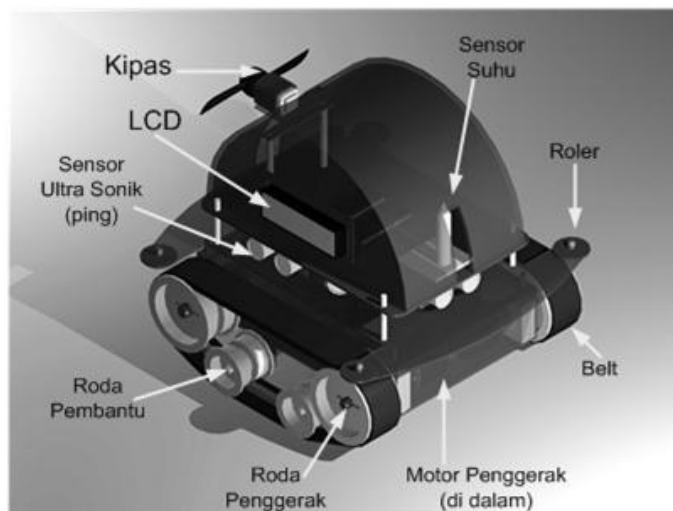
Tahap ini terdiri dari tahap pembuatan serta pengujian dan pengambilan data dari hasil perancangan robot. Tahap pembuatan robot dilakukan melalui: (1) pembuatan mekanik robot yang terdiri dari pembuatan konstruksi robot, sistem penggerak roda, dan sistem pemadam api, (2) pembuatan *hardware* robot yang terdiri dari pembuatan sistem minimum mikrokontroler, *interface* perangkat input dan output (3) pembuatan *software* yaitu pembuatan pemrograman robot menggunakan bahasa C pada CodeVision AVR. Pengujian unjuk kerja robot dilakukan di arena lapangan yang berfungsi untuk mensimulasikan sebuah rumah dan perlengkapannya. Lapangan berukuran 248 cm x 248 cm x 30 cm. Di dalam lapangan terdapat 4 ruangan dengan posisi tetap, yaitu ruangan 1, ruangan 2, ruangan 3, ruangan 4 yang dilengkapi berbagai aksesoris lapang yang berfungsi sebagai rintangan untuk menggecoh pergerakan robot dalam pencarian titik api.

Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis data hasil pengujian yang bertujuan untuk mengetahui hasil dan kesimpulan dari beberapa pengujian yang telah dilakukan. Dari analisis ini akan diketahui kekurangan dan kelebihan pada penerapan sensor, kontroler yang digunakan, dan pergerakan pada robot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat robot cerdas pemadam api dengan dimensi robot sebagai berikut: panjang 305 mm, lebar 230 mm, tinggi 245 mm, dan berat 3 kg. Rangka robot dibuat menggunakan *acrylic*. Bagian input robot terdiri dari sensor-sensor yaitu: (1) untuk pengukur jarak, pendeteksi dinding, ruang kosong dan rintangan di dalam ruangan digunakan delapan buah sensor *PING Ultrasonic*, (2) untuk mendeteksi ada tidaknya api dalam ruangan digunakan dua buah sensor *UVTron Flame Detector*, (3) untuk mendeteksi ruangan dan lingkaran keberadaan lilin digunakan sensor garis, (4) untuk mendeteksi suara pada mode *Sound Activation* digunakan *Sound Detektor 3,5 KHz*, dan (5) jika robot menabrak dinding digunakan *bumper* yang terbuat dari *limit switch* sehingga robot dapat bergerak menjauhi benda yang ditabraknya dan kembali bermanuver mencari titik api. Kontroler yang digunakan pada robot cerdas pemadam api ini adalah mikrokontroler *ATMega128* yang mempunyai Saluran I/O sebanyak 56 buah sehingga dapat mencukupi kebutuhan I/O robot cerdas pemadam api ini. Pada bagian output terdiri dari dua buah motor DC sebagai penggerak roda kiri dan roda kanan, satu buah motor DC sebagai penggerak kipas, serta LCD untuk menampilkan hasil pembacaan sensor.



Gambar 6. Desain Robot Cerdas Pemadam Api

Pengujian Sensor

Pengujian *Sound activation*

Pengujian sensor dilakukan dengan menguji lebar *bandwidth* frekuensi yang bisa diterima oleh sensor. Pengujian dilakukan dengan bantuan mikrokontroler yang diprogram untuk menampilkan “terdeteksi” pada LCD yang terhubung ke *mikrokontroler* setelah *sound detector* mendeteksi suara dari *sound generator* selama beberapa detik. Pengujian dilakukan dengan memberikan sumber suara dari *sound generator* yang diatur frekuensinya pada jarak 20 cm dari *sound detector*.

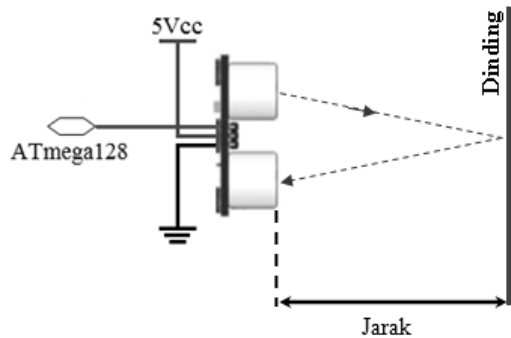
Tabel 1. Pengujian *Sound Activation*

Frekuensi (KHz)	Respon <i>Sound Detector</i> (Tampilan di LCD)
3,0	tidak terdeteksi
3,1	tidak terdeteksi
3,4	terdeteksi
3,5	terdeteksi
3,7	terdeteksi
3,8	Tidak terdeteksi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *sound detector* dapat mendeteksi suara dengan frekuensi dari 3.4 KHz sampai 3.7 KHz.

Pengujian Sensor PING Ultrasonik *range finder*

Pengukuran sensor PING Ultrasonik bertujuan untuk mengukur jarak yang akan dijadikan referensi pada *wall following* robot. Sistem kerja sensor ultrasonik yaitu dengan memancarkan gelombang suara dan memantulkannya jika mengenai objek yang ada di depannya yang dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 3 m. Posisi pengujian sensor PING Ultrasonik dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. Posisi Pengukuran PING Ultrasonik terhadap Objek

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara jarak sebenarnya dan jarak yang terdeteksi oleh sensor PING ultrasonik setelah di program terlebih dahulu di mikrokontroler. Hasil pengujian terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor PING ultrasonik

Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Terdeteksi (cm)	Error (%)
3	3,03	1
10	10,2	2
20	21,04	5,2
50	54,2	8,4
100	110,59	10,59
300	337,71	12,57
Rata-rata error		6,63

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa terdapat eror atau selisih antara jarak sebenarnya dengan jarak yang terukur dengan rata-rata eror sebesar 6,63% tetapi jarak yang terukur masih mendekati jarak yang sebenarnya. Selisih ini disebabkan karena adanya delay dalam program di mikrokontroler atau dari tanggapan sensor itu sendiri.

Pengujian Sensor UVtron *Flame detector*

Pengujian sensor UVtron bertujuan untuk mengetahui kepekaan sensor dalam mendeteksi api dengan jarak hingga 5 m. Sensor UVtron *flame detector* mendeteksi gelombang ultraviolet yang berasal dari api. Pengujian sensor UVtron dilakukan dengan cara menghubungkan sensor UVtron dengan mikrokontroler yang telah diprogram dengan memakai fungsi *interrupt external*. Bila terjadi transisi turun pada pin *interrupt external* ini, maka mikrokontroler akan menampilkan hasil deteksi api berupa *counter*, misalnya bila mendeteksi akan muncul 1 pada LCD char 16x2 yang terhubung dengan mikrokontroler dan bila mendeteksi lagi akan tampil 2 dan seterusnya. Namun bila transisi naik pada pin *interrupt external* maka pada LCD tidak akan tampil hasil counter deteksi api. Hasil pengujian terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor UVTron

Pengukuran ke-	Jarak sensor dengan api (cm)	Kondisi api	Respon Sensor
1	10	Menyala	Terdeteksi
2	50	Menyala	Terdeteksi
3	100	Menyala	Terdeteksi
4	250	Menyala	Terdeteksi
5	550	Menyala	Terdeteksi

Pengujian juga dilakukan pada jarak lebih dari 550 cm dan sensor tidak mendeteksi adanya api. Dari hasil pengujian dapat dinyatakan bahwa sensor Uvtron *flame detector* dapat mendeteksi api hingga jarak 550 cm.

Sensor Garis

Pengujian sensor garis dilakukan untuk mengetahui apakah sensor telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan yaitu hanya akan aktif apabila ada garis yang berwarna putih, dan tidak aktif apabila mengenai warna hitam dan Abu-abu. Langkah pengujiannya yaitu memberikan garis putih, lantai hitam, dan karpet abu-abu pada sensor garis dan melihat respon sensor garis apakah led indikator menyala saat diberi garis putih, dan led indikator tidak akan menyala saat sensor diberi lantai hitam dan karpet abu-abu. Hasil pengujian sensor garis dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor garis

Garis Putih		Lantai Hitam		Karpet Abu-abu	
Indikator	Vphotodiode (mV)	Indikator	Vphotodiode (V)	Indikator	Vphotodiode (V)
Menyala	189,5	Padam	0,96	Padam	0,837

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa sensor garis aktif ketika mengenai garis putih dan tidak aktif ketika mengenai karpet abu-abu dan lantai hitam. Vphotodiode menunjukkan bahwa semakin besar intensitas cahaya yang mengenai sensor garis yang berupa photodiode maka semakin kecil resistansinya dan tegangan pun akan semakin kecil. Hal ini terbukti dari hasil pengukuran Vphotodiode yang menunjukkan bahwa warna putih yang dapat memantulkan cahaya lebih banyak menyebabkan tegangan pada photodiode semakin kecil.

Pengujian Sistem

Wall following

Pengujian dilakukan dengan menguji *wall* kanan pada lintasan lurus dan belokan 90°. Pengujian bertujuan untuk melihat performa robot selama melewati lintasan-lintasan tersebut. Tujuan dari kontrol *wall following* adalah agar robot tidak menabrak dinding atau bergesekan dengan dinding. Hasil pengujian *wall following* terdapat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian *wall following*

Pergerakan	Percobaan Ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lintasan lurus	√	√	√	√	√	X	√	√	√	√
Belokan 90°	√	X	√	√	√	√	√	X	√	√

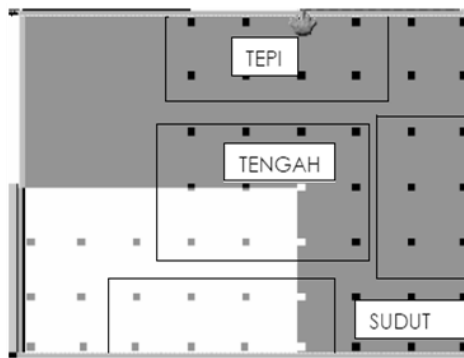
Keterangan :

- √ : berhasil tanpa menabrak dinding
- X : menabrak dinding

Dari hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa dari 10 kali percobaan pada lintasan lurus robot berhasil melakukan *wall following* tanpa menabrak dinding sebanyak 9 kali dan menabrak dinding sebanyak 1 kali. Pada belokan 90° robot berhasil melakukan *wall following* tanpa menabrak dinding sebanyak 8 kali, dan menabrak dinding sebanyak 2 kali. Hal ini menunjukkan prosentase eror yang kecil pada saat robot melakukan *wall following* pada lintasan lurus dan belokan sehingga robot dapat menyusur dinding dengan baik.

Scanning api

Pengujian dilakukan dengan meletakkan lilin pada suatu posisi di dalam ruangan, dan robot melakukan proses *scanning* dari pintu masuk ruangan. Robot akan bergerak mendekati lilin dan memadamkan.



Gambar 8. Posisi api

Posisi api dalam ruangan diletakkan di tepi, tengah, dan sudut ruangan. Hasil pengujian *scanning* api terdapat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Scanning* Api

Posisi Lilin	Percobaan Ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tepi Ruangan	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Tengah Ruangan	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Sudut Ruangan	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

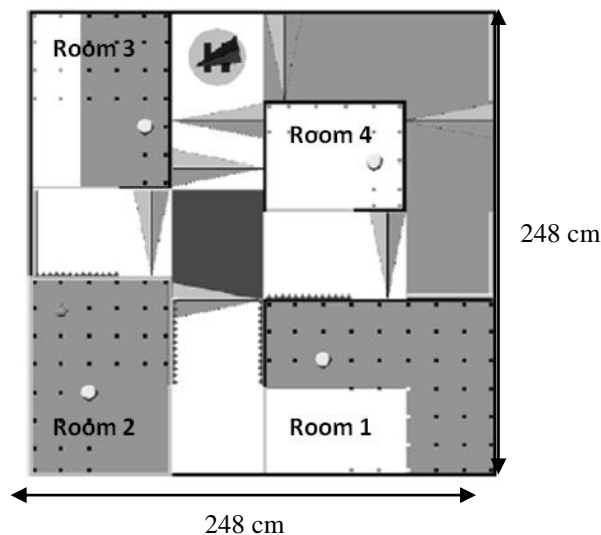
Keterangan :

√ : berhasil mendeteksi dan memadamkan

X : tidak mendeteksi posisi lilin.

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa robot berhasil melakukan scanning api dengan baik dan robot berhasil memadamkan api. Dari 30 kali percobaan robot berhasil mendeteksi api dan memadamkannya tanpa eror. Sehingga dapat disimpulkan proses *scanning* api berhasil dengan baik.

Pengujian Sistem Secara Keseluruhan Pengujian sistem robot cerdas pemadam api secara keseluruhan dilakukan untuk menguji unjuk kerja robot dalam menjalankan misinya untuk memadamkan api. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan pada arena lapangan yang terdapat 4 ruangan dan lorong yang merupakan simulasi sebuah rumah. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan waktu rata-rata robot dapat memadamkan api sehingga ditetapkan satu sampel posisi yang tetap yaitu posisi *start* robot terdapat di lorong dan sumber api diletakkan pada salah satu sudut ruangan dengan posisi tetap di ruangan 2. Sumber api berupa lilin sebanyak 1 buah yang terletak di sebuah juring dengan jari-jari 30cm. Konfigurasi lapang pada pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Konfigurasi lapang pada pengujian sistem secara keseluruhan

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian Ke-	Berhasil Memadamkan	Waktu Memadamkan (detik)
1	√	32
2	√	45
3	√	34
4	√	33
5	√	50
6	√	49
7	√	35
8	√	37
9	√	37
10	√	34

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan menunjukkan bahwa robot dapat menyelesaikan misinya untuk memadamkan api dalam waktu rata-rata 38.6 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut:

- a. Robot cerdas pemadam api telah berhasil dirancang dan dibuat menggunakan mikrokontroler ATmega128 dengan sistem penggerak roda dan kipas menggunakan motor DC dan dilengkapi beberapa sensor yaitu *sound activation*, sensor garis, sensor UVTron *Flame Detector*, dan sensor PING ultrasonik *range finder* yang saling terintegrasi sehingga apabila salah satu terganggu/ eror maka robot tidak akan berfungsi dengan baik.
- b. Hasil pengujian sensor PING Ultrasonik *range finder* menunjukkan terdapat eror atau selisih antara jarak sebenarnya dengan jarak yang terukur dengan rata-rata error sebesar 6,63% tetapi jarak yang terukur masih mendekati jarak yang sebenarnya. Dan penggunaan sensor PING Ultrasonik *range finder* pada saat robot melakukan *wall following* pada lintasan lurus dan belokan menunjukkan prosentase eror yang kecil sehingga robot dapat menyusur dinding dengan baik.
- c. Pengujian sensor UVTron *Flame Detector* menunjukkan bahwa sensor UVTron dapat mendeteksi api hingga jarak 550 cm. Dari 30 kali percobaan *scanning* api yang terdapat di tepi, tengah, dan sudut ruangan, robot berhasil mendeteksi api dan memadamkannya tanpa eror. Sehingga dapat disimpulkan proses *scanning* api berhasil dengan baik.
- d. Pengujian sistem robot cerdas pemadam api secara keseluruhan dengan satu sampel posisi yang tetap yaitu posisi start robot terdapat di lorong dan sumber api diletakkan pada salah satu sudut ruangan dengan posisi tetap di ruangan 2 menunjukkan bahwa robot dapat menjalankan misinya yaitu mendeteksi sumber api menggunakan sensor UVTron dan memadamkannya menggunakan kipas yang digerakkan oleh motor DC dengan waktu tempuh rata-rata 38.6 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji S.W., 2009. Purwarupa Robot Pemadam Api dengan Sensor Ultrasonik dan Ultraviolet Berbasis AT89S52. Yogyakarta.
- [2] Wahab F. , 2011. Rancang Bangun Hardware Controller Robot Cerdas Pemadam Api (Studi Kasus Tim Robot COMP-V pada Kontes Robot Cerdas Indonesia 2010). Bandung.
- [3] Sudarna N., 2011. Perancangan Algoritma Dan Program Robot Cerdas Pemadam Api (Studi Kasus Tim Robot COMP-V pada Kontes Robot Cerdas Indonesia 2010). Bandung.
- [4] Sigit, Riyanto. , 2007. Robotika, Sensor & Aktuator. Surabaya: Graha Ilmu.