

RANCANG BANGUN ROBOT PENGIKUT GARIS (*LINE FOLLOWER*) MENGUNAKAN SENSOR INFRA MERAH (*PHOTODIODE*)

REYNOLD F. ROBOT

ABSTRAK

Robot Pengikut Garis merupakan suatu bentuk robot bergerak otonom yang mempunyai misi mengikuti suatu garis pandu yang telah ditentukan secara otonom. Dalam perancangan dan implementasinya, masalah-masalah yang harus dipecahkan adalah sistem penglihatan robot, arsitektur perangkat keras yang meliputi perangkat elektronik dan mekanik, dan organisasi perangkat lunak untuk basis pengetahuan dan pengendalian secara waktu nyata.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan suatu Robot Pengikut Garis dengan menggunakan mikrokontroler ATMEGA16 dan sensor infra merah. Sistem mekanik robot mengadopsi sistem manuver pada mobil empat roda biasa. Agar robot memiliki kemampuan bermanuver tinggi dan dapat dikontrol relative mudah, sistem kemudi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis diferensial : Robot memiliki dua roda utama yang digerakan oleh sistem penggerak (motor DC) tersendiri dan satu buah kastor sebagai roda penyeimbang.

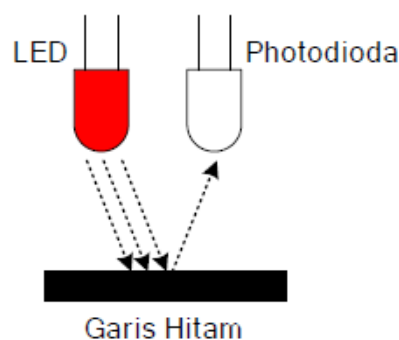
Hasilnya memperlihatkan bahwa robot mampu menjejak garis hitam pada bidang warna putih (atau sebaliknya: garis putih pada bidang warna hitam).

Kata Kunci : robot, infra merah, ATMEGA16

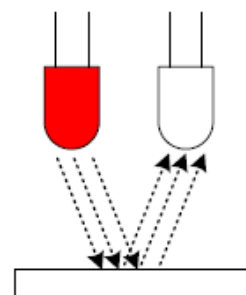
I. Pendahuluan

Robot Pengikut Garis merupakan salah satu bentuk robot bergerak otonom yang banyak dirancang baik untuk penelitian, industri maupun kompetisi robot. Sesuai dengan namanya, tugas yang harus dilakukan oleh suatu robot pengikut garis adalah mengikuti garis pemandu yang dibuat dengan tingkat presisi tertentu menggunakan sensor pendeteksi garis.

Sensor pendeteksi garis ini mendeteksi adanya garis atau tidak pada permukaan lintasan robot tersebut, dan informasi yang diterima sensor garis kemudian diteruskan ke pengontrol untuk diolah sedemikian rupa dan akhirnya hasil informasi hasil olahannya akan diteruskan ke penggerak atau motor agar motor dapat menyesuaikan gerak tubuh robot sesuai garis yang dideteksinya. Sebagai sumber cahaya kita gunakan LED (*Light Emitting Diode*) yang akan memancarkan cahaya merah dan untuk menangkap pantulan cahaya LED kita gunakan photodiode. Jika sensor berada diatas garis hitam maka photodiode akan menerima sedikit sekali cahaya pantulan. Tetapi jika sensor berada diatas garis putih maka photodiode akan menerima banyak cahaya pantulan. Berikut adalah ilustrasinya :



Gambar 1. *Intensitas Cahaya Pantulan Sedikit*



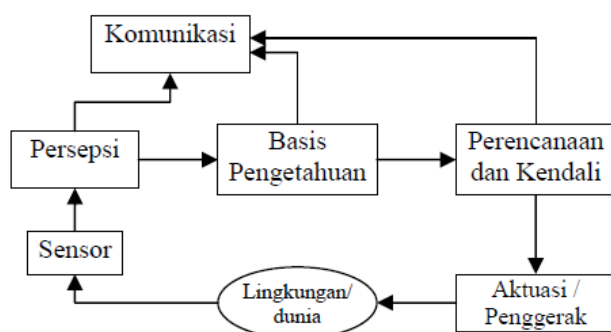
Gambar 2. *Intensitas Cahaya Pantulan Banyak*

Penelitian mengenai Robot Pengikut Garis dewasa ini umumnya berkonsentrasi pada algoritma perangkat lunak untuk mendapatkan tanggapan robot yang baik.

II. Dasar Teori

Dasar Sistem Robot Pengikut Garis mengacu pada dasar sistem robot bergerak otonom. Secara

umum, struktur robot bergerak otonom yang tipikal digambarkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Tipikal Struktur Robot Bergerak Otonom

Berdasarkan gambar 3, struktur robot adalah kalang tertutup melalui dunia luar yang terdiri atas sensor, persepsi (*perception*), basis pengetahuan (*knowledge base*) dan kendali (*control*), dan aktuasi (*actuation*). Komunikasi berfungsi untuk berhubungan dengan robot lain atau untuk menerima tugas-tugas khusus dari pusat kendali.

Subsistem sensor menyediakan pengukuran kuantitatif terhadap kenyataan di dalam lingkungan. Pemilihan sensor sebaiknya disesuaikan dengan misi yang akan dijalankan. Selanjutnya subsistem persepsi melakukan proses ekstraksi informasi dari sensor dan interpretasi informasi. Hasil pemrosesan memberikan deskripsi tentang lingkungan secara terbatas sesuai dengan sensor yang dipakai. Keluarnya lalu diberikan ke subsistem basis pengetahuan untuk menentukan aksi yang akan dilakukan sesuai misinya. Oleh subsistem perencanaan dan kendali, perintah tersebut diproses lebih lanjut untuk mengendalikan subsistem aktuasi.

Sensor pendeteksi garis yang digunakan dalam robot pengikut garis biasanya mendasarkan pada prinsip pemantulan cahaya untuk membedakan warna garis dengan latar belakangnya. Pada warna gelap penyerapan cahaya lebih besar daripada warna putih sehingga cahaya terpantul ke sensor menjadi lebih kecil. Cahaya yang digunakan untuk pengenalan garis biasanya adalah cahaya tampak dan infra-merah. Sensor untuk cahaya tampak yang umum digunakan adalah LDR (*Light Depending Resistance*), sedangkan untuk inframerah adalah transistor cahaya (*phototransistor*) dan dioda foto (*photodiode*).

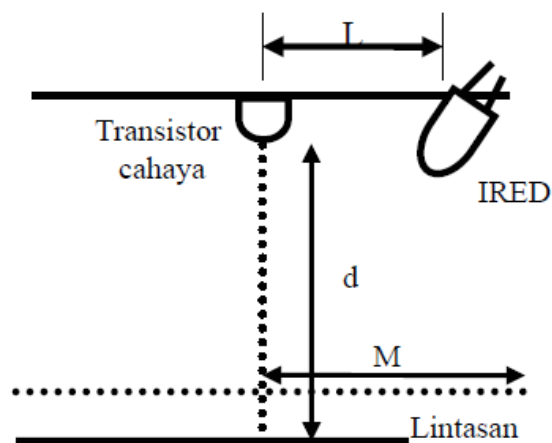
Metode untuk membuat Robot Pengikut Garis dapat mengikuti garis ada beberapa cara. Cara pertama adalah membuat garis berada di antara deretan sensor. Kedua, dengan membuat sensor berada di atas garis. Ketiga, dengan cara

selalu mendeteksi tepi garis. Cara keempat adalah dengan selalu melalui garis secara bolak-balik.

III. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Percobaan untuk mencari karakteristik transistor cahaya untuk mendeteksi perbedaan warna garis dengan warna latar belakangnya. Jalannya percobaan ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Model Percobaan Untuk Pengamatan Karakteristik Sensor

Percobaan dilaksanakan dengan menguba-ubah berbagai parameter jarak sensor dan intensitas IRED, lalu mengamati tegangan keluaran transistor cahaya.

2. Perancangan sistem robot.
3. Pembuatan perangkat keras elektronika dan mekanik Robot Pengikut Garis.
4. Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa *assembly*.
5. Menguji dan mengambil data dari hasil perancangan.
6. Menganalisa hasil dan membuat kesimpulan.

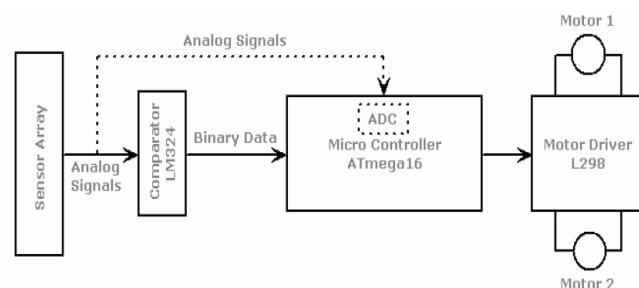
IV. Hasil Implementasi dan Pembahasan

4.1 Perancangan Sistem

Sistem Robot Pengikut Garis yang dirancang mengacu pada sistem robot bergerak otonom di bagian dasar teori yang ditunjukkan pada gambar 3. Selanjutnya sistem yang dirancang diperlihatkan pada gambar 5.

Berdasarkan gambar 5 sensor yang digunakan untuk mengamati dunia luar dari sistem yang dirancang adalah sensor aktif infra

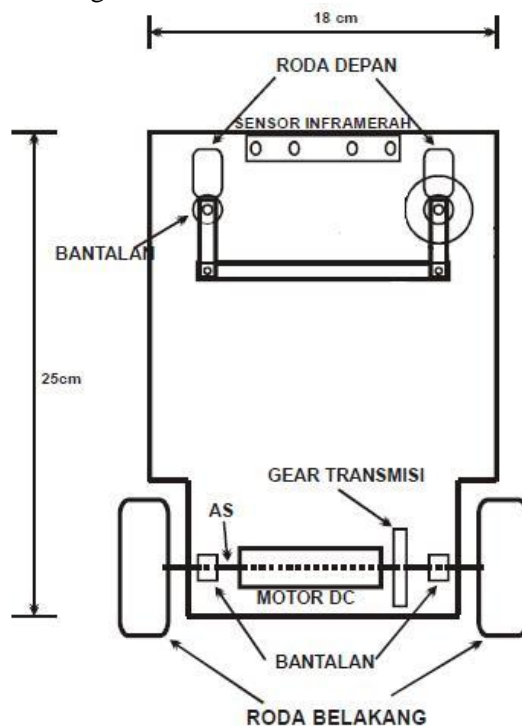
merah. Parameter yang diinginkan diamati oleh robot adalah keberadaan garis yang diikuti di dalam arena. Keluaran sensor masih berupa data mentah dalam bentuk tegangan selanjutnya diekstraksi oleh bagian persepsi dengan untai pengkondisi isyarat berupa komparator sehingga dihasilkan isyarat digital dengan standar TTL (*Transistor Transistor Logic*).



Gambar 5. Sistem Robot Pengikut Garis

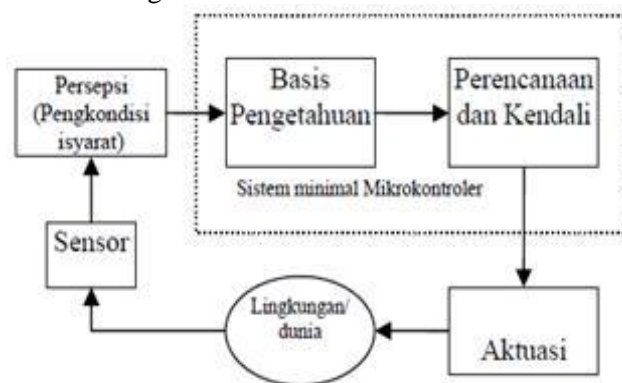
Isyarat digital tersebut kemudian diolah oleh ATmega16 berdasarkan basis pengetahuan yang diprogram dalam ATmega16 sehingga dihasilkan perintah aksi yang harus dilakukan. Perintah ini diproses lebih lanjut oleh subsistem perencanaan dan kendali sehingga akhirnya bagian aktuasi yang berupa motor stepper dan motor dc bergerak sesuai dengan perintah. Dengan demikian pergerakan robot diharapkan dapat mengikuti garis sesuai dengan misi yang diembannya.

Sistem Robot Pengikut Garis yang dirancang diimplementasikan sebagai berikut:



Gambar 7. Mekanik Robot Pengikut Garis

1. Blok Diagram



Gambar 6. Blok Diagram Robot Pengikut Garis

Berdasarkan gambar 6, tegangan keluaran sensor diproses dengan untai komparator sehingga dihasilkan isyarat digital standar TTL.

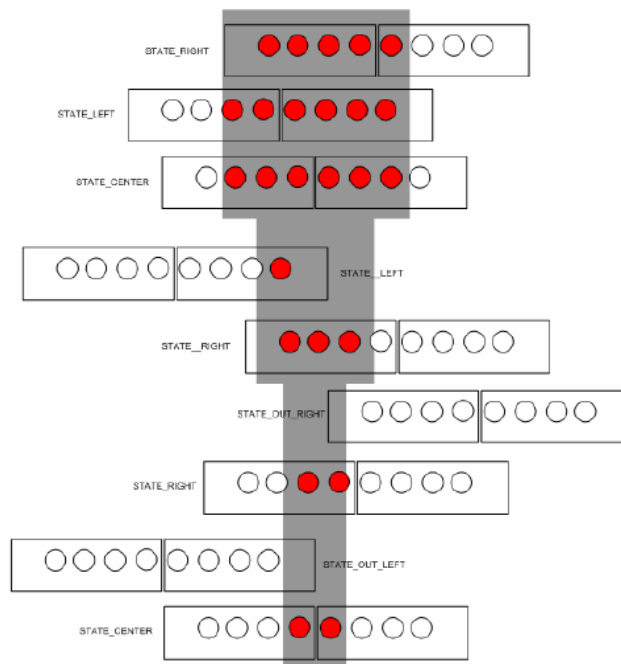
Pengkodeannya adalah logika tinggi jika terdeteksi warna putih, dan logika rendah bila terdeteksi warna hitam. Keluaran komparator dapat langsung dihubungkan ke port ATmega16. Di ATmega16 data dari sensor diproses dengan metode tabel tengok sehingga dihasilkan suatu perintah aksi secara digital ke motor DC. Agar dapat menggerakkan motor, isyarat digital dari mikrokontroler dikuatkan dengan IC penggerak L298.

2. Bagian Mekanik Pendeteksian Garis

Implementasi mekanik Robot Pengikut Garis ditunjukkan pada gambar 7. Bahan yang digunakan untuk casis robot adalah bahan *aclyric* setebal 5 mm. Pada mekanik yang dirancang digunakan roda bagian kemudi depan robot agar dihasilkan pergerakan kemudi yang fleksibel. Untuk penggerak belakang robot digunakan roda gigi miring untuk mempercepat putaran motor DC yang kecepatan putarnya sangat lambat.

3. Perangkat Lunak

Algoritma dapat dibangun berdasarkan informasi posisi robot saat ini relative terhadap garis yang diujarkannya. Untuk lebih jelasnya anda perhatikan beberapa kemungkinan posisi robot mobile terhadap garis seperti nampak pada gambar 8 dibawah:



Gambar 8. Beberapa Posisi Robot Pada Garis

Maka berdasarkan gambar 4 diatas, algoritma pengontrolan dapat mengambil bentuk seperti berikut ini:

```

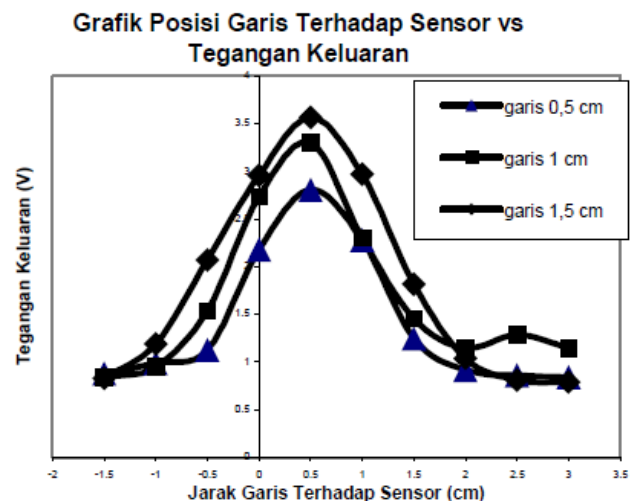
if (left==right)
{ //mobot go straight
} if (left<right)
{ //mobot turn left
} if (left>right)
{ //mobot turn right
}

```

4.2 Hasil Pengamatan

1. Hasil Pengamatan Karakteristik Sensor

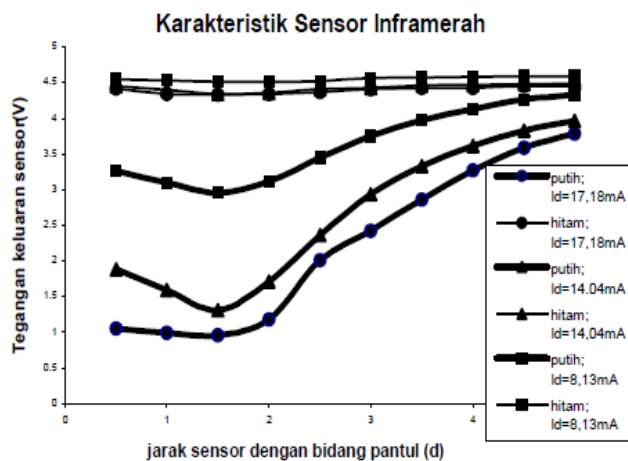
Karakteristik transistor cahaya saat mendeteksi radiasi inframerah terpantul oleh obyek berwarna putih dan hitam untuk berbagai intensitas radiasi infra merah ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil Percobaan Untuk Mengetahui Pengaruh Warna Obyek Terhadap Keluaran Sensor Infra Merah

Berdasarkan gambar 9 terlihat jarak optimum sensor dengan obyek pantul sekitar 2 cm. Diketahui juga bahwa arus maju IRED, Id, sebesar 14,04 mA cukup untuk menghasilkan

selisih keluaran sensor sebesar lebih dari 2 volt saat mendeteksi warna putih dan hitam.

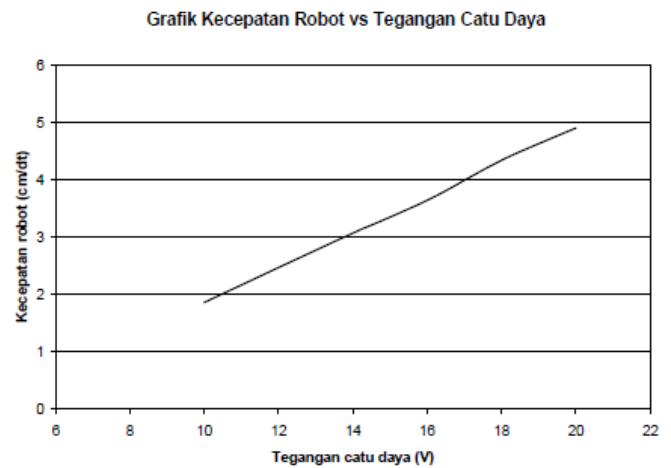


Gambar 10. Hasil Percobaan Untuk Mengetahui Pengaruh Lebar Garis Terhadap Keluaran Sensor Infra Merah

Pengaruh lebar garis terhadap keluaran sensor ditunjukkan pada gambar 10. Berdasarkan gambar diketahui bahwa kalau lebar garis semakin kecil, maka keluaran sensor semakin rendah. Karakteristik ini perlu diketahui untuk menentukan besarnya tegangan ambang/ referensi pada komparator. Oleh sebab itu perlu proses penalaan tegangan DC ambang agar dihasilkan tanggapan robot yang baik dan tidak beresilasi.

2. Hasil Pengamatan Unjuk Kerja Robot

Dari hasil pengujian terlihat bahwa Robot Pengikut Garis yang dibuat telah mampu mengikuti garis yang ditentukan. Walaupun demikian pergerakan robot jarang mengalami osilasi saat membelok. Kecepatan robot dalam mengikuti garis dipengaruhi oleh bentuk lintasan garis dan tegangan motor DC sebagai penggerak belakang. Kecepatan maksimal robot saat mengelilingi garis berbentuk elips dengan diameter terbesar 85 cm dan tegangan motor 20 V adalah sebesar 5 cm/detik. Grafik hasil pengamatan ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Pengujian Robot Yang Dirancang

V. Kesimpulan

1. ATmega16 dapat digunakan sebagai pengendali Robot Pengikut Garis dengan unjuk kerja yang baik.
2. Sensor aktif inframerah mode diskret dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan warna berdasarkan tingkat penyerapan warna bahan dengan unjuk kerja yang baik.
3. Untuk mendeteksi garis yang lebih kecil lebarnya, tegangan referensi di komparator dalam unit pengolah isyarat sensor harus diperkecil agar memotong kurva karakteristiknya.
4. Bentuk mekanik robot pengikut garis yang menggunakan prinsip pergerakan seperti mobil roda empat biasa tidak dapat luwes dalam berbelok khususnya untuk tikungan yang tajam. Namun demikian proses pembelokannya lebih halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Boylestad, R., Nashelsky, L., 1992, *Electronic Devices and Circuit Theory*, Fifth Edition, Prentice Hall, New Jersey
- Coiffet, Philippe, 1983, *Robot Technology Volume 2: Interaction with The Environment*, KoganPage, London
- Collins D., Wyeth G.F., 1999, *Cerebellar Control of aLine Follower Robot*, Proceedings of the Australian Conference on Robotics and Automation (ACRA'99), March 30 – April 1, Brisbane, pp. 74-79
- Eko Putra, Agfianto, 2003, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55*, Gava Media, Yogyakarta