

Sistem Robot Otonom Penghindar Rintangan dan Pencari Jalur Menuju Sasaran Berbasis Mikrokontroler PIC16F877A

Gogor C. Setyawan

Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Komputer, Universitas Kristen Immanuel
Jalan Solo Km. 11 PO Box 4 YKAP Yogyakarta, ph: (0274) 496256-296247 fax: (0274) 496258

e-mail: masgogor@gmail.com

Abstrak

Penelitian dalam bidang robotika menjadi sangat menarik belakangan ini. Perkembangan ini dipengaruhi oleh berkembangnya teknologi mikrokontroler, yang mempunyai peran yang sangat penting. Implementasi mikrokontroler pada robotika, menyederhanakan kerumitan-kerumitan elektronika yang menghambat selama ini.

penelitian ini akan merancang dan membangun satu sistem robot berbasis mikrokontroler. Robot dapat beroperasi secara otonom. Robot dapat mendefinisikan arah sasarannya dan berusaha mencapai sasaran tersebut. Robot akan menghadapi rintangan selama pergerakannya dari titik awal ke titik sasaran. Robot dilengkapi kemampuan untuk menghindari rintangan tetapi tetap dapat mengunci dan mencapai sasarannya. Robot bergerak pada lingkungan bidang datar. Pada bidang datar tersebut terdapat rintangan dan sasaran. Untuk mencapai sasaran robot dipandu oleh penjejak sinyal ultrasonik. Untuk menghindari benda perintang robot dipandu oleh sinyal inframerah. Robot bergerak dengan aktuator sistem roda independen. Sistem lokomosi dan sistem kemudi bekerja diatas dua roda tersebut. Pengendalian tingkat kecepatan robot ditentukan oleh modul PWM dalam chip mikrokontrol.

Model robot Otonomus yang di implementasikan memberikan kontribusi suatu sistem komputasi dan sistematika pengendalian robot. Hasil penelitian diarahkan untuk menemukan metode penentuan jalur secara dinamis sepanjang robot bergerak ke arah sasaran.

Kata kunci : Robot otonom, mikrokontrol, ultrasonik, inframerah, sistem gerak, sistem kemudi, PWM, mengindra, obyek rintangan, obyek sasaran.

Abstract

Research in the field of robotics become very interesting lately. This development was influenced by the development of microcontroller technology, which has a very important role. Implementation of the microcontroller on robotics, electronics simplify the complexities that inhibit this time

This research will design and build a microcontroller based robotic systems. Robot can operate autonomously. Robots can define the direction of the target and try to achieve these objectives. The robot will encounter obstacles during the movement from the starting point to the target point. Robots equipped with the ability to avoid obstacles but can still lock and achieve their goals. The robot moves on a flat field environments. On the flat areas there are obstacles and targets. To achieve the target robot is guided by the ultrasonic signal tracking. To avoid the obstacle objects the robot is guided by an infrared signal. The robot moves with independent wheel actuator system. Locomotion system and steering systems work on the two wheels. Level control robot speed is determined by the PWM module in the chip Mikrokontrol.

Autonomous robot models are implemented to contribute a computing system and systematic control of the robot. Results of the research are directed to find a method of determining the dynamic path along the robot moves toward the target.

Keywords: autonomous robots, Mikrokontrol, ultrasonic, infrared, motion systems, steering systems, PWM, sensing, obstacle object, the target object.

1. PENDAHULUAN

Robot mobil adalah pesawat yang bergerak dalam lingkungannya dari satu titik awal ke titik menuju sasaran. Jalur yang akan dilalui harus ditentukan sendiri oleh robot. Jalur tersebut disesuaikan dengan penginderaan terhadap lingkungannya untuk menghindari rintangan-rintangan yang ada.

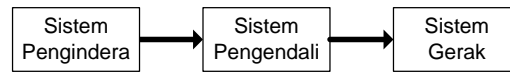
Robot bergerak mempunyai mekanisme membaca informasi lingkungan dimana robot tersebut beraksi. Pengambilan keputusannya didasarkan pada peta terprogram dan atau dikendalikan manusia secara jarak jauh. Jika robot berbasis peta terprogram maka semua informasi untuk mengambil keputusan didasarkan atas peta terprogram yang dimilikinya. Jika robot dikendalikan secara jarak jauh oleh manusia maka harus sistem telekomunikasi yang memadai antara robot dan

pengendalinya. Apabila kedua hal diatas gagal berfungsi maka sebagai solusi adalah melengkapi sistem dengan kemampuan otonomus. Kemampuan otonomus adalah mampu mencari jalan (*path*) sendiri menuju sasaran tanpa campur tangan manusia.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Komponen Robot

Komponen sistem robot terdiri dari: sistem pengindera sebagai masukan dari lingkungan, sistem gerak atau sistem aktuator sebagai keluaran dan Sistem kontrol sebagai pengolah data, pengambil keputusan dan pengendali seluruh aktivitas sistem robot. Subsistem tambahan yang mendukung sistem kelistrikan robot diperlukan adanya sistem catu daya. Gambar 1 adalah diagram yang menjelaskan skema sistem robot.



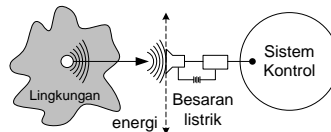
Gambar 1 Skema umum sistem robot

2.1.1. Pengindera

Sistem pengindera (*sensor system*) bagian dari robot yang bertugas membaca situasi lingkungan robot atau mengumpulkan data-data dari fenomena alam /lingkungan dan mengubahnya menjadi besaran listrik yang dimengerti oleh sistem pengendalian.

Bentuk media yang dapat dibaca oleh pengindera adalah berbagai macam bentuk energi berupa : mekanik, cahaya, suara, panas, gelombang radio, medan magnet, kapasitansi dan bentuk energi lainnya.

Alat untuk mengubah bentuk-bentuk energi tersebut diatas menjadi besaran listrik atau sebaliknya disebut transduser. Contoh umum untuk transduser elektronik: adalah buzzer, speaker, mikrofon, LED, LED inframerah, fotosel, antena radio dan lain sebagainya. Gambar 2 menunjukkan antarmuka antara energi tertentu dan pengindera yang mengubah energi tersebut menjadi besaran listrik.



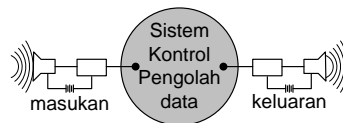
Gambar 2 Skema sistem penginderaan robot

2.1.2. Pengendali

Sistem kontrol adalah otak dari sistem robot. Sistem bekerja menerima masukan dari sistem pengindera. Masukan yang diterima diolah menjadi informasi yang dapat dianalisa dan menjadi dasar pengambilan keputusan sistem robot.

Sistem pengendali terdiri dari perangkat keras sistem komputer dan perangkat lunak yang berjalan diatas perangkat keras. Perangkat keras dapat berbasis mikrokomputer atau berbasis mikrokontroler. Dewasa ini sistem pengendali cenderung berbasis mikrokontroler yang lebih kecil ukuran fisiknya dan lebih kompak dari pada sistem mikrokomputer.

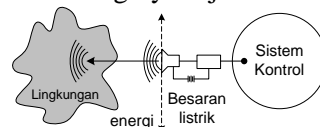
Perangkat lunak terdiri atas pengolah akusisi data, pengambil keputusan dan koordinator gerakan /keluaran. Gambar 3 adalah skema dari sistem pengendali.



Gambar 3 Skema sistem pengendalian robot

2.1.3. Aktuator

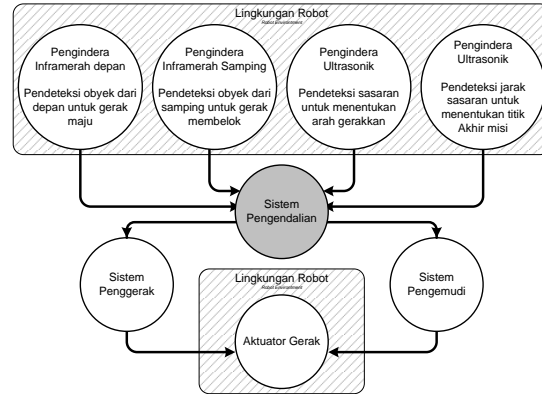
Sistem aktuator adalah pengubah besaran listrik menjadi energi keluaran pada lingkungan sistem robot. Cara kerja sistem aktuator adalah kebalikan dari sistem pengindera. Media dan mekanisme kerja aktuator hampir sama yang membedakan hanyalah arah pengubahannya bentuk energinya saja. Gambar 4 menunjukkan skema kerja sistem aktuator.



Gambar 4. Skema sistem aktuator robot

2.1.4. Perancangan Umum Sistem Robot

Realisasi analisa kebutuhan menghasilkan rancangan sistem robot. Sistem Robot dirancang secara modular. Pembagian perangkat keras kedalam modul-modul bertujuan untuk mempermudah cara pandang terhadap sistem dan menyederhanakan implementasinya. Skema umum sistem robot dijelaskan pada gambar 5

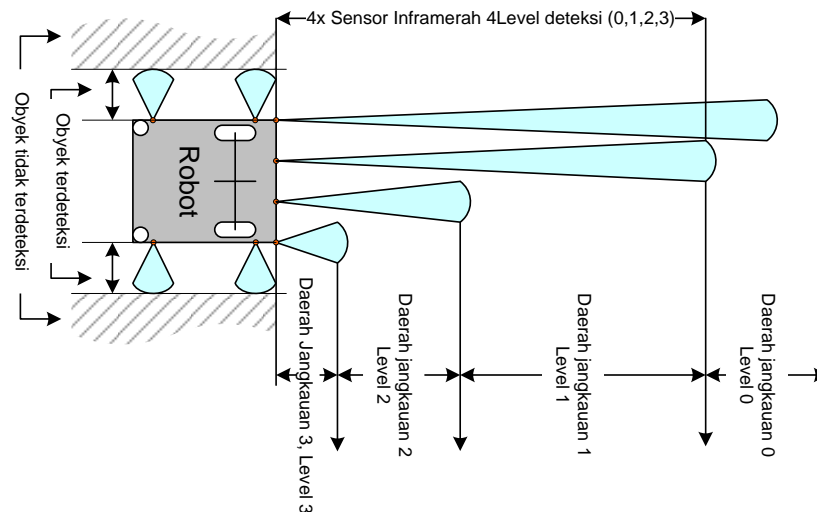


Gambar 5. Skema umum sistem robot

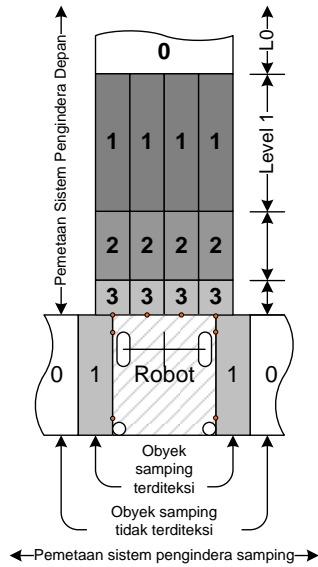
2.1.5. Pemetaan Daerah Sistem Penginderaan Inframerah

Rancangan tata letak pengindra inframerah depan dan samping serta jangkauan penginderaan kuat sinyal inframerah dijelaskan pada gambar 3.14. Pengindra inframerah depan mempunyai 4 resolusi jarak diskret. Keberadaan obyek perintang dapat di prediksi pada ke empat level jarak tersebut sehingga dapat ditentukan kecepatan dan patem gerakan robot. Tidak hanya dapat mengetahui ada atau tidaknya obyek perintang, tetapi dari sisi depan, robot mempunyai kemampuan memprediksi letak penghalang pada 4 level jarak.

Pemetaan daerah sistem pengindra sisi depan dan samping robot yang dihasilkan oleh pengindra inframerah ditunjukkan pada gambar 6 dan definisi datanya pada tabel 1



Gambar 6 Visualisasi jangkauan pengindra inframerah depan



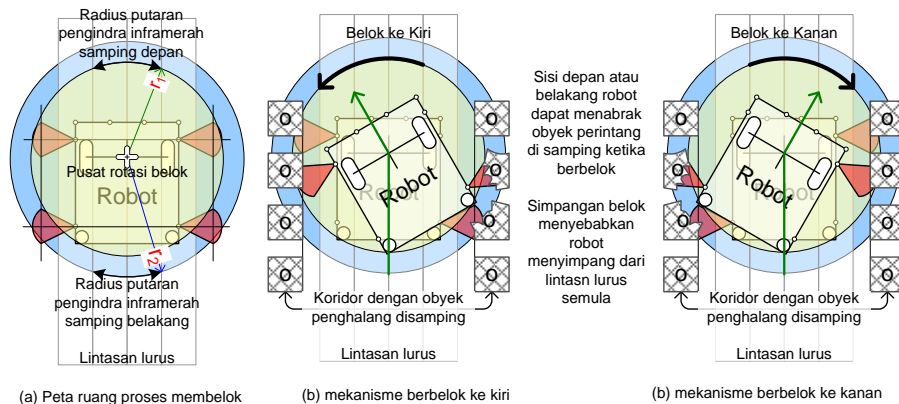
Tabel.1. Definisi pemetaan Pengindra inframerah

Pemetaan Pengindra Inframerah Depan /resolusi 4 = 2bit				
Area	Definisi	Level	Data	Kecepatan
0	Obyek tidak terdeteksi	Level 0	00	Maksimum
1	Obyek terdeteksi	Level 1	01	½ Maksimum
1	Obyek terdeteksi	Level 2	10	¼ Maksimum
3	Terlarang, obyek terlalu dekat	Level 3	11	Berhenti

Pemetaan Pengindra Inframerah Samping /resolusi 2 = 1bit			
Area	Definisi	Data	Kecepatan
0	Obyek tidak terdeteksi	0	Membelok diijinkan
1	Obyek terdeteksi	1	Membelok tidak diijinkan

Gambar 7. Pemetaan pengindra Inframerah

Pengindra inframerah samping robot hanya membantu mendeteksi keberadaan perintang disamping robot, ketika robot melakukan gerakan membelok. Gerakan membelok menyimpang dari lintasan lurus, sehingga memungkinkan terjadinya tabrakan, jika disamping robot terdapat obyek perintang. Pengindra inframerah samping mengendalikan apakah gerakan membelok dapat diijinkan yang, mekanisme tersebut dijelaskan pada Gambar 8



Gambar 8 Mekanisme memeriksa perintang samping ketika membelok

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembahasan

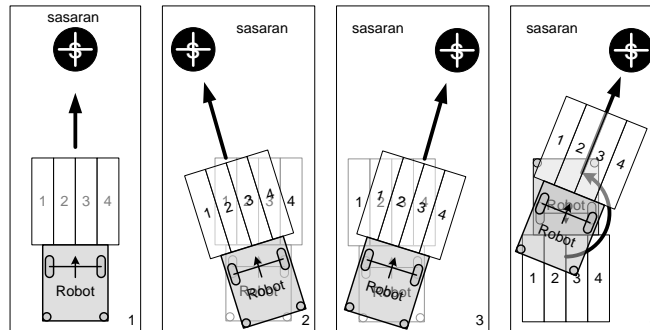
Sistem robot yang sudah jadi, diuji coba pada berbagai model lingkungan sesuai batasan masalah pada penelitian ini. Untuk melakukan pengujian dibuat skenario-skenario lingkungan. Robot akan di jalankan sesuai skenario tersebut dan diamati apakah robot berhasil mengatasi kendala dalam setiap skenario.

3.1.1. Skenario Lingkungan Tanpa Perintang

Skenario Lingkungan tanpa perintang hanya terdiri dari dua obyek diatas lingkungan yaitu robot dan sasaran. Kondisi tanpa perintang membuat pengindra Inframerah depan dan samping tidak aktif mengambil alih kendali atau membiarkan kendali dipegang oleh penjejak ultrasonik.

Penjejak ultrasonik melacak keberadaan sasaran setelah ditemukan akan dikunci posisinya. Jika sasaran didapati sudah didepan robot maka tidak perlu melacak sasaran lagi.. Robot akan menyamakan arah posisi depannya terhadap arah penjejak ultrasonik. Jika posisinya sudah searah maka robot bergerak langsung menuju sasaran sampai titik yang

didefinisikan. Kondisi tanpa perintang tersebut diwakili oleh skenario 1,2,3 dan 4 yang dijelaskan pada gambar 9 dibawah ini.

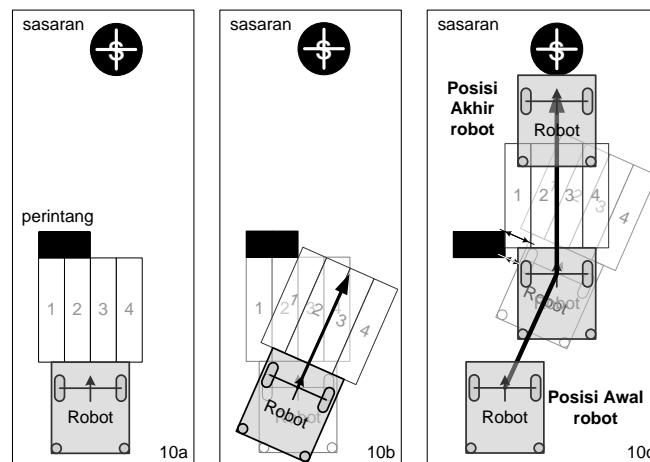


Gambar 9. Skenario-skenario tanpa perintang.

3.1.2. Skenario Lingkungan Dengan Perintang Sederhana

Skenario lingkungan dengan perintang sederhana memiliki jumlah perintang yang terbatas dan letak yang terlokalisir disatu tempat yang tidak tersebar.

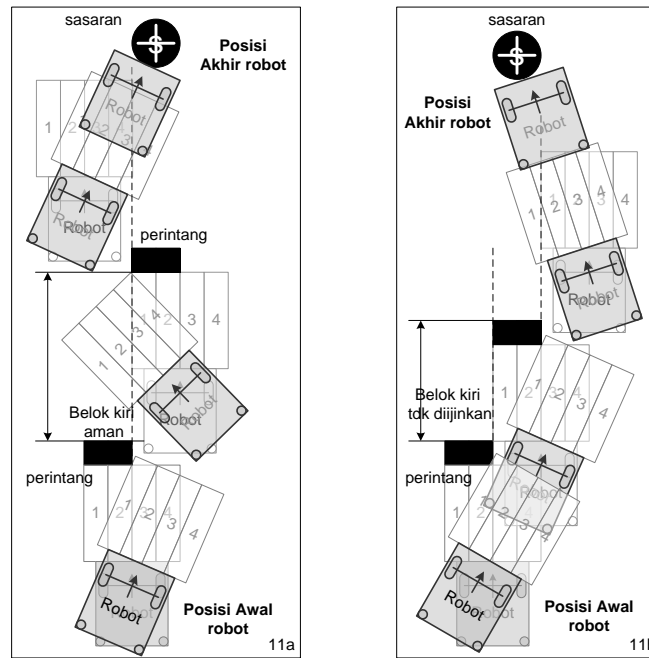
Kendali yang berperan adalah pengindera inframerah merah depan, ketika robot mendeteksi keberadaan perintang didepan, pengindera inframerah samping ketika melewati perintang disamping kiri robot dan pengindera ultrasonik ketika robot tidak mendeteksi perintang lagi. Gambar 10. menjelaskan detil skenario ini. Skenario gambar 10a. saat diman robot mendeteksi perintang, gambar 10b. saat robot membelok menghindari perintang dan gambar 10c. saat robot melewati perintang untuk menuju sasaran.



Gambar 10. Skenario dengan perintang sederhana

3.1.3. Skenario Lingkungan Dengan Perintang Kompleks

Perintang yang kompleks adalah perintang yang jumlahnya lebih dari satu dan letaknya tersebar di beberapa lokasi, sehingga robot harus lebih berhati menentukan jalur yang akan di lewatinya. Skenario gambar 11a dan skenario gambar 11b merupakan contoh skenario dengan 2 perintang yang letaknya berbeda, terlihat robot memilih jalur aman untuk dilaluinya.

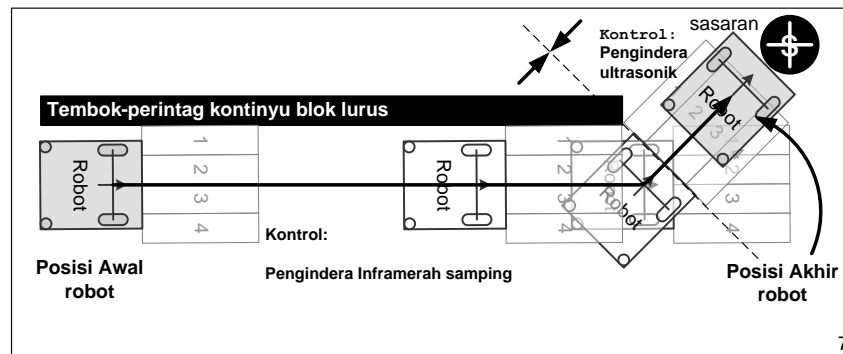


Gambar 11. Skenario dengan perintang kompleks

3.1.4. Skenario Lingkungan Dengan Perintang kontinyu Sederhana

Perintang juga dapat berupa perintang yang kontinyu atau tembok. Jika sasaran berada disisi lain tembok maka robot harus mengikuti tembok. Skenario-skenario berikut ini adalah skenario yang memiliki perintang tembok sederhana.

Skenario berikutnya adalah skenario dimana robot menelusuri mengikuti tembok. Saat awalnya jalur robot sudah sejajar dengan tembok. Kendali yang berperan saat mengikuti tembok adalah pengindera inframerah samping. Setelah tembok dilalui dan tidak ada perintang yang terdeteksi maka kendali berpindah ke pengindera ultrasonik. Gambar 12 menjelaskan skenario perintang kontinyu.

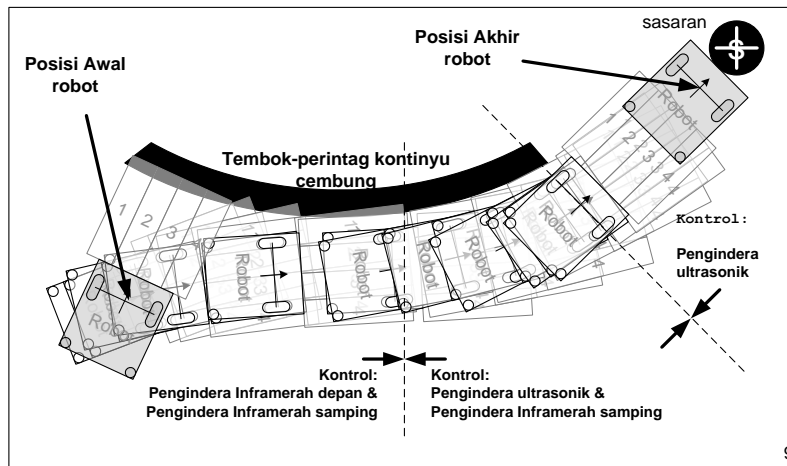


Gambar 12. Skenario dengan perintang tembok yang sejajar lintasan robot

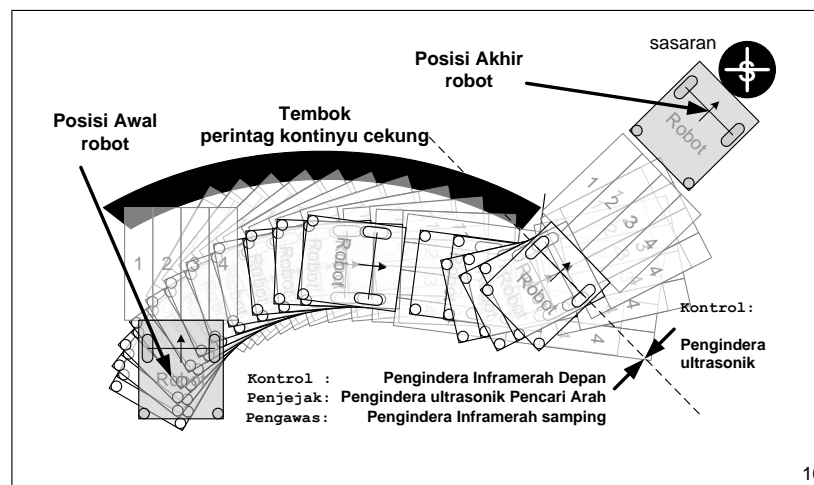
3.1.5. Skenario Lingkungan Dengan Perintang Kontinyu Kompleks

Perintang kontinyu yang kompleks adalah tembok dengan geometri yang tidak lurus, dapat berbentuk lengkungan tunggal ataupun jamak.

Kendali berada pada inframerah depan dan inframerah samping saat lengkungan jalur menuju ke sisi robot, sebaliknya lingkungan lintasan meninggalkan robot maka kendali berpindah ke pengindera ultrasonik. Gambar 13. menjelaskan skenario dengan perintang cekung dan sdangkan gambar 13. untuk perintang cembung.



Gambar 13. Skenario dengan perintang tembok yang cembung



Gambar 14. Skenario dengan perintang tembok yang cekung

4. KESIMPULAN

1. Implementasi algoritma sistem robot mampu menyelesaikan masalah mencari sasaran dan menghindari rintangan serta dapat mencapai sasaran dengan baik.
2. Penerapan algoritma pemilihan tingkat kecepatan untuk setiap pola rintangan yang ditemui robot dapat meningkatkan efisiensi waktu mencapai sasaran yang lebih baik dari pada sistem robot dengan satu kecepatan..
3. Jarak kritis robot terhadap benda perintang adalah pada level jarak terdekatnya semakin jauh dari benda perintang maka semakin tidak kritis. Jarak kritis memerlukan akurasi lebih tinggi dibanding daerah yang tidak kritis, sehingga dipakai pemetaan relatif yang membutuhkan lebar data yang lebih sedikit dibandingkan dengan pemetaan lengkap.

5. SARAN

1. Penginderaan dapat memakai peralatan dan algoritma yang lebih kompleks untuk menghasilkan persepsi robot yang lebih baik.
2. Pemetaan dan perencanaan jalur dengan resolusi yang lebih besar dapat meningkatkan kualitas penelusuran jalur robot mencapai sasaran

DAFTAR PUSTAKA

- Axelsson, Jan, 1997, *The Microcontroller Idea Book Circuits, Programs, & Applications*, Lakeview Research.
- Angeles, Jorge, 2003, *Fundamentals of Robotic Mechanical System Theory Methods and Algorithms*, Second Edition, Springer.
- CHEN, WAI-KAI, 2004, *THE ELECTRICAL ENGINEERING HANDBOOK*, Elsevier
- Gibilisco, Stan, 2003, *Concise Encyclopedia of Robotics*, Mc Graw-Hill.
- Holland, John, 2004, *Designing Autonomous Mobile Robots*, Elsevier, Newnes.
- Ibrahim, Dogan, 2006, *PIC Basic Project*, Elsevier, Newnes.
- Miles, Pete; Carroll, Tom, 2002, *Build Your Own Combat Robot*, Mc Graw-Hill
- Oklobdzija, Vojin G. 2001, *THE COMPUTER ENGINEERING HANDBOOK*, CRC Press
- Predko, Myke; Mc Comb, Gordon, 2002, *Robot Builder Bonanza*, Third edition, Mc Graw-Hill.
- Predko, Myke, 2008, *Programming and Customizing the PIC Microcontroller*, Third edition, Mc Graw-Hill
- Sanchez, Julio, *Programming Microcontroller*; CRC Press; 2007
- Wilmshurst, Tim, 2007, *Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers Principles and applications*, Elsevier, Newnes.