

## SISTEM KONTROL PERGERAKAN ROBOT BERODA PEMADAM API

Agus Mulyanto, Rikendry

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Teknokrat Lampung  
Jln. Zainal Abidin Pagar Alam No.9-11 Labuhan Ratu Bandar Lampung; Telp/Fax. (0721) 702022  
e-mail: ukmroboticsteknokrat@yahoo.co.id

### ABSTRAKSI

Seiring perkembangan teknologi pekerjaan manusia saat ini mulai dapat digantikan oleh robot. Akan tetapi Robot diciptakan bukannya untuk menggantikan manusia sepenuhnya karena walau bagaimanapun ada pekerjaan-pekerjaan tertentu yang tak dapat digantikan dan diselesaikan oleh robot tanpa bantuan manusia dan begitu pula sebaliknya. Robot diciptakan untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan masalah, contohnya dalam memadamkan api / kebakaran, resiko yang harus ditanggung oleh tim pemadam kebakaran sangat tinggi, untuk itu diciptakanlah Robot Pemadam Api untuk membantu manusia dalam pekerjaan ini. Pada penelitian ini penulis mengambil contoh kebakaran di rumah yang sering terjadi untuk disimulasikan. Robot disini berfungsi sebagai pencari sumber api dan kemudian memadamkannya. Proses pencarian sumber api dengan cara memeriksa tiap ruangan apakah terdapat sumber ap atau tidak. Proses pencarian titik api dilakukan dengan mendeteksi pancaran sinar Ultraviolet yang dipancarkan api dengan menggunakan sensor pendeteksi sinar ultraviolet. Dalam melakukan pencarian ruangan robot menggunakan sensor Ultrasonic untuk memandu navigasi robot dalam pencarian ruangan, menghindari halangan, memandu arah gerak dan untuk kembali ke tempat asal robot diberangkatkan.

Diharapkan dengan proses penelitian di atas dapat membuat robot otomatis untuk menyelesaikan beberapa tugas yang diambil dari tema Kontes Robot Cerdas Indonesia 2007, yaitu "Robot Cerdas Pemadam Api".

**Kata kunci:** Robot Beroda, Sensor, Motor DC

### 1. PENDAHULUAN

Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) setiap tahunnya diadakan oleh Direktorat Pendidikan Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan mutu pendidikan. Acara tahunan ini dijadikan sebagai media untuk menyalurkan minat dan bakat mahasiswa dibidang teknologi robotika. Diajang ini robot yang ikut serta dalam nya dituntut untuk dapat menjelajahi arena yang merupakan simulasi sebuah rumah, kemudian mencari dimana sumber api berada kemudian memadamkannya. Setelah semua arena telah dijelajahi dan api telah dipadamkan robot harus dapat kembali keposisi awal dimana robot diberangkatkan.

Untuk dapat menjelajahi arena, dan robot tidak membentur halangan maupun dinding disekitarnya robot menggunakan sensor ultrasonic untuk mengambil jarak robot dengan segala sesuatu yang ada disekitarnya, yang nantinya jarak yang didapat akan digunakan untuk menentukan gerakan robot seperti belok kanan, belok kiri maupun lurus. Sedangkan untuk mendeteksi adanya sumber api robot menggunakan Flame Detector.

Secara garis besar proses kerja dari robot adalah mencari jarak dinding dengan cara mengubah pulsa keluaran sensor kedalam bentuk satuan jarak, mengubah besaran keluaran Flame Detektor untuk menentukan posisi lilin dan yang terakhir mengambil posisi robot untuk dipergunakan pada saat kembali keposisi robot diberangkatkan setelah arena dijelajahi dan api berhasil dipadamkan.

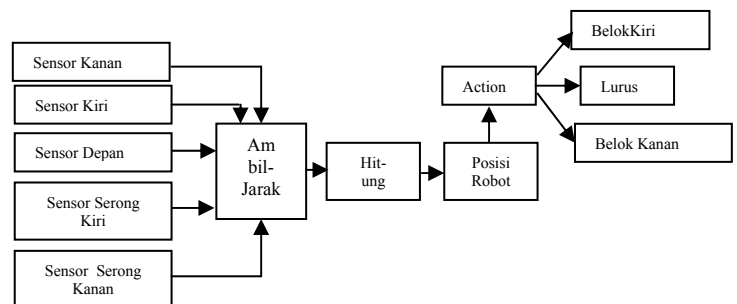
Berawal dari hal tersebut maka dalam penelitian ini akan mencoba menyelesaikan masalah di atas yaitu khususnya pada sistem navigasi, kendali motor DC pada roda dan cara pengenalan dan pencarian posisi api.

### 2. DESAIN SISTEM

Secara garis besar sistem kontrol robot adalah sebagai berikut:

#### a. Sistem Navigasi Robot

Navigasi robot sangatlah penting untuk menentukan arah pergerakan robot. Sistem navigasi robot yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Navigasi Robot

Arah garak robot didapat setelah jarak kesetiap sudut robot terhadap sekelilingnya. Adapun metoda perhitungan jarak berdasarkan keluaran pulsa dari sensor ultrasonic adalah sebagai berikut:

$$s = \frac{v \times t}{2}$$

Keterangan:

$s$  = Jarak hasil pengukuran

$v$  = Kecepatan gelombang suara di udara

$t$  = Waktu antara gelombang dikirim dan diterima

Dengan konstanta kecepatan gelombang ultrasonik diudara sebesar 33100m/s maka akan dihasilkan hasil pengolahan jarak dengan rumus yang lebih sederhana lagi yaitu:

$$s = \frac{t}{60}$$

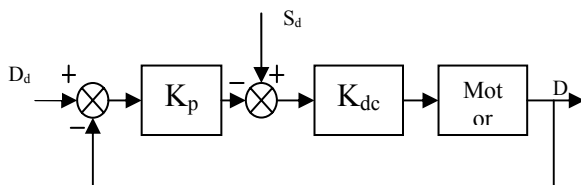
dengan  $t$  dalam satuan microsecond.

### b. Sistem Pengendalian Motor DC pada Roda

Pengendalian motor DC bertujuan untuk menentukan seberapa cepat robot akan berjalan, bagaimana teknik pengaturan ketika belok kanan, belok kiri, memutar dan sebagainya. Yang terpenting dalam pengendalian motor DC disini adalah bagaimana caranya robot tidak menabrak dinding ataupun halangan yang ada disekitarnya cara yang dapat digunakan agar robot tidak menabrak dinding kiri atau kanan yaitu dengan tetap menjaga jarak antara robot dengan dinding kiri atau kanan pada nilai tertentu. Pada metoda ini robot menggunakan sensor jarak kiri untuk mendeteksi jarak robot ke dinding kiri dan sensor jarak kanan untuk mendeteksi jarak robot ke dinding kanan. Metoda yang dapat digunakan yaitu *left wall following* (*mengikuti dinding kiri*) dan *Right wall following* (*Mengikuti dinding Kanan*).

#### - *Left Wall Following*

Diagram pengontrolan motor kanan pada metoda *left wall following* ditunjukkan pada gambar.2. Diagram pengontrolan untuk motor kiri adalah sama dengan gambar 2 kecuali bahwa output  $K_{pw}$  dijumlahkan dengan  $S_d$ .



Ket:

$S_d$  : Kecepatan yang diinginkan

$D_d$  : Jarak yang diinginkan antara robot dengan dinding kiri

$K_{pw}$  : Konstanta proporsional yang menyatakan seberapa cepat sistem menanggapi error jarak

$D$  : Jarak antara robot dengan dinding kiri

$K_{dc}$  : Konstanta duty cycle

**Gambar 2.** Diagram blok pengendalian motor kanan pada Metode *left wall following*

Dari gambar 2 diperoleh persamaan untuk duty cycle yang diberikan ke motor kanan ( $DC_R$ ) dan motor kiri ( $DC_L$ ) sebagai berikut:

$$DC_R = S_d \cdot K_{dc} - (D_d - D) \cdot K_{pw} \cdot K_{dc}$$

$$DC_L = S_d \cdot K_{dc} + (D_d - D) \cdot K_{pw} \cdot K_{dc}$$

Dari persamaan tersebut, pada saat  $D < D_d$  maka motor kiri akan dipercepat dan motor kanan diperlambat sehingga motor akan menjauhi dinding kiri sedangkan apabila  $D > D_d$  maka motor kiri akan diperlambat dan motor kanan dipercepat sehingga robot berjalan mendekati dinding kiri. Setelah  $D = D_d$  maka robot akan berjalan konstan dengan kecepatan  $S_d$ .

#### - *Right Wall Following*

Diagram pengontrolan motor kanan dan kiri dan kiri pada metoda ini sama dengan diagram pengontrolan pada metoda *left wall following*. Yang membedakan adalah nilai  $D$ , disini  $D$  merupakan jarak robot terhadap dinding kanan.

Dari gambar tersebut diperoleh persamaan untuk mencari *duty cycle* untuk motor kanan ( $DC_R$ ) dan motor kiri ( $DC_L$ ):

$$DC_R = S_d \cdot K_{dc} + (D_d - D) \cdot K_{pw} \cdot K_{dc}$$

$$DC_L = S_d \cdot K_{dc} - (D_d - D) \cdot K_{pw} \cdot K_{dc}$$

Dari persamaan di atas terlihat apabila jarak robot terlalu ke kanan ( $D < D_d$ ) maka motor kanan akan dipercepat sedangkan motor kiri diperlambat sehingga robot akan berjalan menjauhi dinding kanan dan sebaliknya jika  $D > D_d$  maka motor kanan akan diperlambat sedangkan motor kiri dipercepat sehingga robot akan berjalan mendekati dinding. Setelah  $D = D_d$  maka robot akan berjalan lurus konstan dengan kecepatan  $S_d$ .

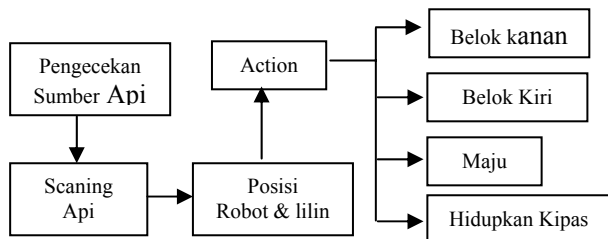
Sedangkan pengontrolan Motor DC terhadap dinding yang ada di depannya dilakukan dengan cara mengecek jarak robot terhadap dinding depannya. selama jarak robot dengan dinding depan masih dalam posisi aman maka kontrol motor menggunakan metoda *left wall following* (*mengikuti dinding kiri*) dan *Right wall following* (*Mengikuti dinding Kanan*). Dan apabila jarak berada pada jarak minimum maka robot akan mengurangi besarnya *Dutycycle* yang diberikan pada motor atau melakukan tindakan lain seperti berhenti, belok kanan atau kiri.

### c. Mendeteksi Sumber Api/lilin dan Mendapatkan Posisi Lilin

Untuk mendeteksi apakah di suatu ruangan ada sumber api atau tidak digunakan sebuah sensor UVtron yang dapat mendeteksi cahaya Ultraviolet

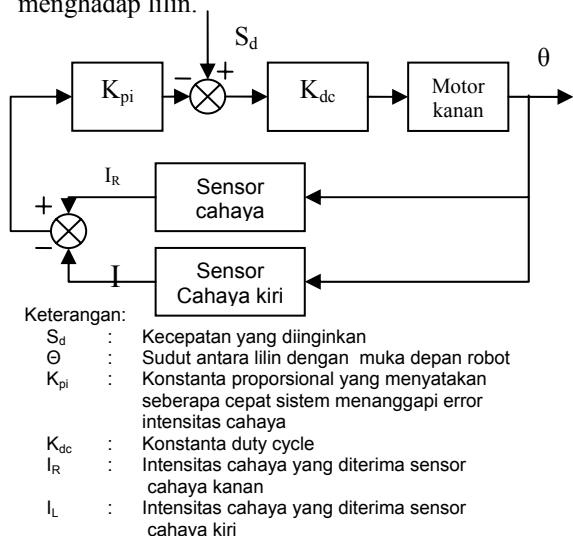
yang dipancarkan oleh api. Apabila di suatu ruangan terdeteksi adanya sumber api maka robot akan scanning ruangan untuk mendapatkan dimana tepatnya posisi lilin berada.

Secara garis besar sistem pendeteksian api lilin dan pencarian posisi lilin adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.** Blok Diagram Sistem Pendeteksian Sumber Api dan Posisi Api

Proses scanning posisi lilin dilakukan dengan menggunakan bantuan 2 buah sensor Infrared yang dipasang disebelah kanan dan kiri robot. Nantinya intensitas cahaya infrared yang didapatkan oleh kedua sensor inilah yang akan dibandingkan. Apabila intensitas yang didapat oleh kedua sensor sama berarti sumber api telah berada tepat di depan robot. Setelah itu robot bergerak mendekati lilin dengan tetap menjaga supaya robot tetap tepat menghadap lilin.



**Gambar 4.** Diagram blok pengendalian motor kanan pada metode Mendekati lilin

Sistem pengendalian motor kanan pada metode ini ditunjukkan pada gambar 4. Sedangkan Pengendalian untuk motor kiri adalah sama dengan gambar 4 kecuali output dari sistem  $K_{pi}$  adalah dijumlahkan dengan  $S_d$ . Pada gambar 4,  $\theta$  menyatakan sudut antara muka depan robot dengan lilin. Jika lilin lebih berada pada arah sisi kiri robot maka  $\theta$  negatif dan jika lilin berada lebih pada arah sisi kanan robot maka  $\theta$  positif.  $\theta$  negatif akan mengakibatkan  $I_R < I_L$  sehingga sistem kontrol akan mempercepat perputaran motor kanan dan memperlambat motor kiri dan sebaliknya jika  $\theta$  positif maka  $I_R > I_L$  sehingga sistem kontrol akan

memperlambat perputaran motor kanan dan mempercepat perputaran motor kiri. Jika  $I_R = I_L$  maka robot akan berjalan dengan kecepatan konstan sebesar  $S_d$ . Sesuai dengan gambar 4 maka *duty cycle* yang diberikan untuk masing-masing motor adalah:

$$DC_R = S_d \cdot K_{dc} - (I_R - I_L) \cdot K_{pi}$$

$$DC_L = S_d \cdot K_{dc} + (I_R - I_L) \cdot K_{pi}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penelitian dan pembuatan robot cerdas pemadam api ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Digital di Perguruan Tinggi TEKNOKRAT Lampung.

#### a. Pengujian Sistem Navigasi Robot

Pada pengujian sistem navigasi robot data diambil berdasarkan kondisi ruang arena robot. Setiap kondisi yang ada di ruangan datanya diambil dan data inilah nantinya akan dijadikan sebagai referensi bagi robot untuk menentukan arah gerakan robot. Untuk menentukan belok atau tidak robot mengambil acuan dari jarak yang didapat dari sensor jarak kiri, kanan, serong kiri, serong kanan, dan sensor jarak depan. Setelah semua keadaan ini didapatkan robot akan membandingkannya dengan referensi yang telah didapatkan sebelumnya. Setelah perbandingan dilakukan barulah robot melakukan keputusan apakah hendak belok kiri, belok kanan, atau berjalan lurus.

#### b. Pengujian Sistem Pengendalian Motor DC pada Roda

Pada pengujian sistem pengendalian motor DC pada roda robot data diambil pada arena yang digunakan robot. Baik itu menggunakan metoda *Left Wall Following* maupun *Right Wall Following* pada dasarnya sama yaitu menggunakan referensi jarak robot terhadap dinding, bedanya hanya pada *Left Wall Following* menggunakan referensi dinding kiri dan *Right Wall Following* menggunakan referensi dinding kanan. Berdasarkan kondisi ruangan diambil jarak dinding terhadap robot untuk dijadikan referensi batas minimal dan batas maksimal jarak yang diperbolehkan antara robot dengan dinding kiri dan kanan.

Hasil dari pengujian didapatkan ada tiga kondisi jarak robot terhadap dinding yaitu :

- o Jarak robot > Batas maksimal
- o Jarak robot berada pada range yang ditentukan
- o Jarak robot < Batas minimal

Dari tiga keadaan itu pengendalian motor pada roda adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kecepatan motor DC pada metoda *right wall Following*

No	Jarak Robot Dengan Dinding	Kecepatan Roda
1	> batas maksimal	Kiri cepat kanan lambat
2	Berada pada jarak aman	Kecepatan Kiri dan kanan sama
3	< batas minimal	Kanan cepat kiri lambat

**Tabel 2.** Kecepatan motor DC pada metoda *Left Wall Following*

No	Jarak Robot Dengan Dinding	Kecepatan Roda
1	> batas maksimal	Kanan cepat kiri lambat
2	Berada pada jarak aman	Kecepatan Kiri dan kanan sama
3	< batas minimal	Kiri cepat kanan lambat

Pada saat menelusuri arena selain menggunakan metoda *Left* maupun *Right Wall Following* robot sesekali mengecek posisi robot terhadap dinding depan untuk menentukan berapa kecepatan robot dalam melaju. Berikut data kecepatan robot dalam melaju:

**Tabel 3.** Kecepatan motor DC pada terhadap dinding depan

No	Jarak Robot Dengan Dinding	Kecepatan Roda
1	> batas aman	Kecepatan Maksimal
2	Berada pada jarak aman	Kecepatan sedang
3	< batas aman	berhenti

### c. Pengujian Mendeteksi Sumber Api/lilin Serta Mendapatkan Posisi Lilin

Berdasarkan output dari sensor UVTron, apabila di suatu ruangan terdapat sumber api maka robot akan melakukan scanning untuk mendapatkan posisi lilin. Pada saat scanning bila intensitas infra merah yang didapatkan kedua sensor infra merah telah sama berarti robot telah menghadap persis di depan lilin. Setelah didapatkan posisi lilin maka robot baru akan bergerak mendekati lilin dengan navigasi dari 2 buah sensor infra merah.

Berikut data penentuan kecepatan motor berdasarkan kuatnya intensitas cahaya infra merah yang didapat pada saat mendekati lilin:

**Tabel 4.** Kecepatan motor DC pada saat mendekati sumber api/lilin

No	Intensitas Infra Merah	Kecepatan Roda
1	$I_R > I_L$	Kiri cepat kanan lambat
2	$I_R = I_L$	Kecepatan kiri dan kanan sama
3	$I_R < I_L$	Kanan cepat kiri lambat

## 4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penilitan diatas penulis dapat menyimpulkan:

- o Tingkat kecerdasan suatu robot tergantung pada sistem kontrol yang digunakan.
- o Penggunaan sensor dan motor yang tepat akan meningkatkan kinerja robot.
- o Untuk mempermudah kendali robot sebaiknya menggunakan kamera supaya data yang diperoleh lebih akurat dan menghemat penggunaan sensor lain yang dapat digantikan oleh kamera.

## PUSTAKA

- [1] <http://www.alldatasheet.com>
- [2] Pitowarno, Endra., *Robotika Desain Kontrol dan K Kecerdasan Buatan*, Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [3] Budiharto, widodo., *Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas*, Elex Media Komputindo, Jakarta, 2006.