

KONTROL ROBOT MOBIL PENJEJAK GARIS BERWARNA DENGAN MEMANFAATKAN KAMERA SEBAGAI SENSOR

Thiang, Felix Pasila, Agus Widian

Electrical Engineering Department, Petra Christian University
121-131 Siwalankerto, Surabaya – Indonesia
phone: 62-31-8439040 ext. 1354
fax: 62-31-8436418
email: thiang@petra.ac.id, felix@petra.ac.id

Abstrak

Makalah ini akan menjelaskan tentang penggunaan kamera sebagai sensor posisi pada kontrol robot mobil penjejak garis berwarna. Robot mobil didisain untuk dapat mengikuti sebuah garis berwarna dari sekumpulan garis-garis berwarna yang ada. Dalam sistem ini diterapkan metode kontrol ON-OFF untuk mengontrol robot mengikuti garis tersebut. Untuk mendeteksi garis berwarna yang ditentukan dan menghitung posisi dari garis tersebut, sistem menggunakan informasi warna dan beberapa metode seperti operasi sobel dan threshold. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot dapat mengikuti garis berwarna yang telah ditentukan meskipun posisi awal robot tidak di tengah garis.

Kata Kunci : robot mobil, robot penjejak garis, penjejak garis berwarna

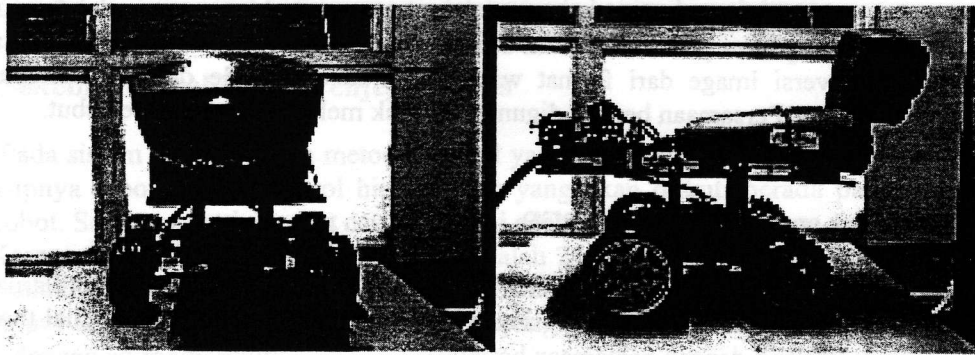
1. Pendahuluan

Sebagian besar robot mobil penjejak garis menggunakan sensor infra merah untuk mengikuti sebuah garis. Ada beberapa kelemahan dari penggunaan sensor infra merah dalam robot mobil penjejak garis terutama garis berwarna. Pertama, sistem tidak semudah itu dapat membedakan dan mendeteksi garis berwarna tertentu dari sekumpulan garis berwarna. Selain itu, sensor infra merah sangat sensitive terhadap pengaruh perubahan cahaya. Karena itu dalam penelitian ini, dikembangkan suatu robot mobil penjejak garis berwarna dengan memanfaatkan kamera sebagai sensor. Sehingga diharapkan robot lebih mudah membedakan dan mendeteksi garis berwarna yang telah ditentukan.

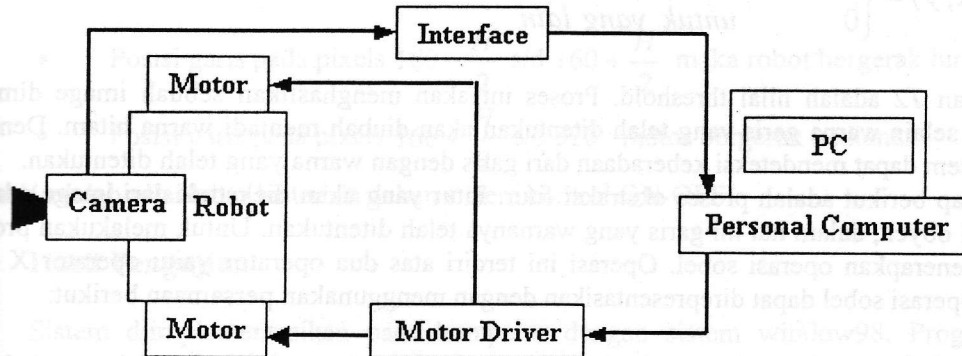
Makalah ini akan menjelaskan tentang robot mobil penjejak garis berwarna dengan menggunakan kamera sebagai sensor. Untuk mendeteksi garis berwarna yang telah ditentukan, sistem yang telah didisain menggunakan beberapa metode dari teknologi pemrosesan image. Hal ini akan dibahas dalam bagian ketiga. Untuk mengontrol robot agar dapat mengikuti garis berwarna, digunakan metode yang sederhana yaitu kontrol ON-OFF dan ini akan dibahas dalam bagian keempat. Bagian kedua akan membahas perancangan perangkat keras dari robot. Dan makalah ini akan ditutup dengan memaparkan hasil pengujian dan beberapa diskusi dan kesimpulan.

2. Deskripsi Perangkat Keras Robot

Perangkat keras robot menggunakan dua buah motor DC untuk pergerakan robot. Robot juga dilengkapi dengan sebuah kamera. Dengan menggunakan kamera tersebut, robot dapat mendeteksi garis berwarna yang telah ditentukan sehingga robot dapat dikontrol untuk mengikutinya. Rangkaian driver motor dirancang dengan menggunakan IC L293D yang merupakan IC motor driver dengan empat channel H-bridge. Rangkaian ini dihubungkan ke personal computer (PC) melalui interface parallel port. Gambar 1 menunjukkan model dari robot mobil yang telah didisain dan gambar 2 menunjukkan blok diagram perangkat keras robot mobil.



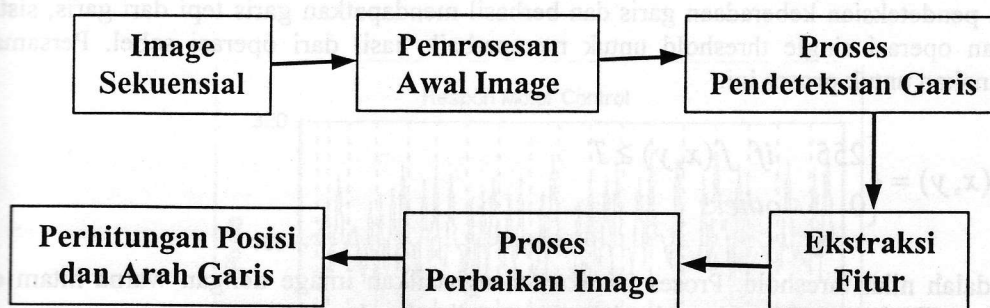
Gambar 1. Model Robot Mobil Penjejak Garis Berwarna



Gambar 2. Blok diagram Perangkat Keras Sistem

Dalam sistem yang telah didisain, kamera digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi posisi garis berwarna yang telah ditentukan. Parameter posisi ini yang akan menjadi input dari sistem kontrol yang diterapkan untuk mengontrol robot supaya posisi garis berwarna tersebut selalu berada di posisi tengah terhadap robot. Kamera ini dihubungkan ke PC melalui serial interface USB. Dalam sistem ini, PC digunakan sebagai kontrolernya. Semua proses image dan kontrol dilakukan oleh PC.

3. Proses Pendeteksian Posisi Garis Berwarna



Gambar 3. Blok Diagram Proses Pendeteksian Posisi Garis Berwarna

Blok diagram pemrosesan image untuk proses pendeteksian posisi garis berwarna dapat dilihat pada gambar 3. Sistem menggunakan informasi warna untuk mendeteksi keberadaan garis berwarna yang telah ditentukan dan menghitung posisi garis tersebut.

Tahap pertama proses pendeteksian ini adalah pemrosesan awal image. Dalam tahap ini, dilakukan proses konversi image dari format warna RGB ke grayscale dengan menggunakan metode gray illumination. Persamaan berikut digunakan untuk melakukan proses tersebut.

$$Gray = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (1)$$

dimana R, G, B adalah warna dalam format RGB.

Tahap kedua dari proses pendeteksian adalah pendeteksian keberadaan garis berwarna yang telah ditentukan. Untuk melakukan proses ini, sistem menggunakan metode operasi dual threshold yang dapat direpresentasikan dengan persamaan berikut:

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y) & \text{jika } T1 \leq f(x, y) \leq T2 \\ 0 & \text{untuk yang lain} \end{cases} \quad (2)$$

dimana $T1$ dan $T2$ adalah nilai threshold. Proses ini akan menghasilkan sebuah image dimana semua warna selain warna garis yang telah ditentukan akan diubah menjadi warna hitam. Dengan demikian, sistem dapat mendeteksi keberadaan dari garis dengan warna yang telah ditentukan.

Tahap berikut adalah proses ekstraksi fitur. Fitur yang akan diekstrak dari image adalah garis tepi dari obyek, dalam hal ini garis yang warnanya telah ditentukan. Untuk melakukan proses ini, sistem menerapkan operasi sobel. Operasi ini terdiri atas dua operator yaitu operator X dan operator Y. Operasi sobel dapat direpresentasikan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$g_{x,y} = h_{x,y} * f_{x,y} \quad (3)$$

dimana $h_{x,y}$ adalah is operator sobel. Berikut ini adalah operator sobel yang dimaksud:

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Horizontal mask

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Vertikal mask

Setelah pendeteksian keberadaan garis dan berhasil mendapatkan garis tepi dari garis, sistem menggunakan operasi single threshold untuk memperbaiki hasil dari operasi sobel. Persamaan berikut digunakan untuk proses ini.

$$g(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{if } f(x, y) \geq T \\ 0 & \text{others} \end{cases} \quad (4)$$

dimana T adalah nilai threshold. Proses ini akan menghasilkan image dengan warna hitam dan putih. Warna putih akan menunjukkan obyek garis yang dimaksud.

Proses terakhir adalah perhitungan posisi dari garis yang telah terdeteksi. Posisi garis tersebut ditentukan dengan menghitung titik tengah dari garis tersebut. Proses ini dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{\min\{X_k\} + \max\{X_k\}}{2} \quad (5)$$

dimana X_k adalah posisi pixekl garis yang terdeteksi pada bagian bawah image.

4. Sistem Kontrol Robot Penjejak Garis

Pada sistem ini diterapkan metode kontrol yang sederhana yaitu sistem kontrol ON-OFF. Pada prinsipnya robot akan dikontrol hingga garis yang akan diikuti berada pada posisi tengah terhadap robot. Sehingga setting point dari sistem ini adalah titik tengah image yang ditangkap dari kamera. Karena dimensi image yang digunakan adalah 240 x 320 pixel maka setting point untuk sistem ini selalu pada pixel 160.

Input dari sistem ini adalah posisi garis yang telah ditentukan. Dari posisi ini diambil keputusan dengan aturan berikut:

- Posisi garis pada pixels 0 s/d $160 - \frac{H}{2}$ maka robot bergerak ke kiri
- Posisi garis pada pixels $160 - \frac{H}{2}$ s/d $160 + \frac{H}{2}$ maka robot bergerak lurus
- Posisi garis pada pixels $160 + \frac{H}{2}$ s/d 320 : motor bergerak ke kanan

Dimana H adalah nilai lebar histerisis dalam sistem kontrol ON-OFF.

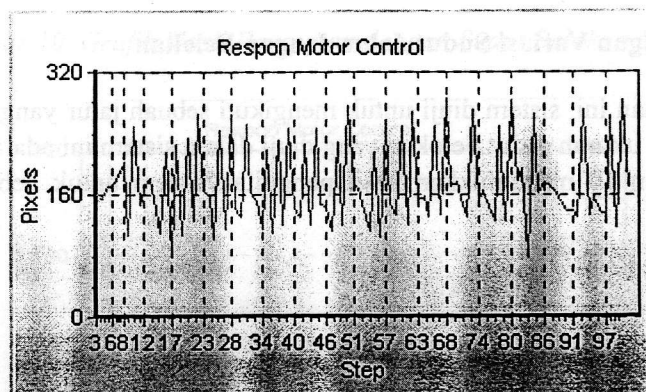
5. Hasil Pengujian

Sistem diimplementasikan pada komputer dengan sistem window98. Program untuk pendeteksian posisi garis dan kontrol gerakan robot didisain dengan menggunakan bahasa program Delphi 5.0.

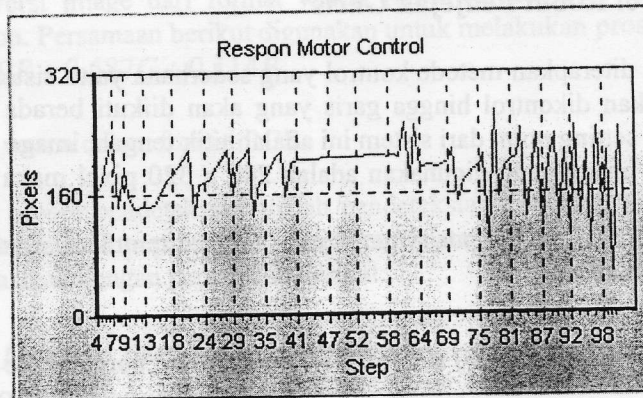
Beberapa pengujian telah dilakukan untuk menguji performan sistem antara lain pengujian dengan variasi nilai histerisis (nilai range untuk robot bergerak lurus), pengujian sistem mengikuti jalur belokan. Dari hasil percobaan, terlihat bahwa robot dapat bergerak mengikuti garis lurus dengan warna yang telah ditentukan dan juga dapat mengikuti garis yang membentuk jalur belokan. Maksimum sudut belokan yang dapat diikuti oleh robot 60° .

5.1. Pengujian dengan Variasi Nilai Histerisis

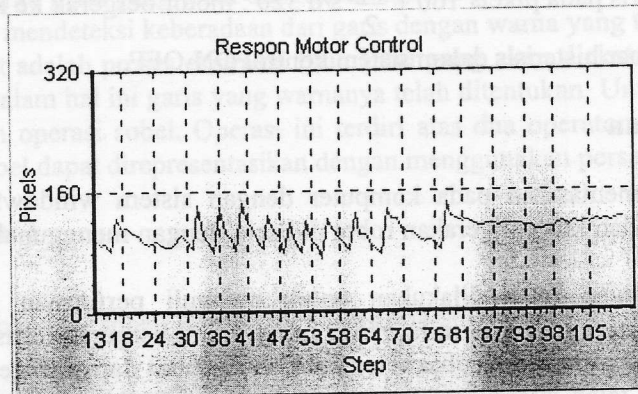
Dalam percobaan ini, sistem diuji dengan variasi nilai lebar histerisis dari sitem kontrol ON-OFF. Berikut dalam gambar 4, 5, 6 menunjukkan hasil pengujian dengan nilai histerisis 50, 100 dan 150 pixel.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian dengan Nilai Histerisis 50 Pixel



Gambar 5. Grafik Hasil pengujian dengan Nilai Histerisis 100 Pixel

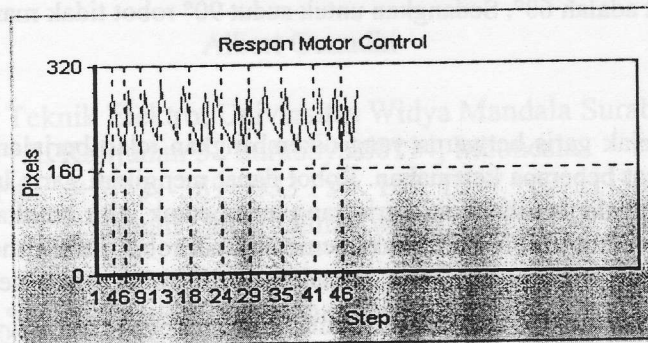


Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian dengan Nilai Histerisis 150 Pixel

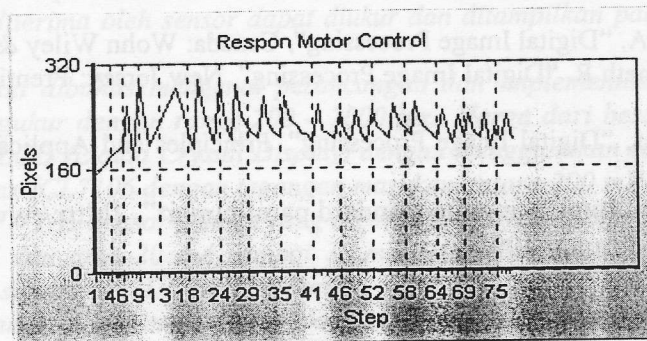
Gambar 4 memperlihatkan sistem osilasi dengan histerisis yang cukup besar. Hal ini menunjukkan robot bergerak ke kiri kemudian ke kanan terus menerus berulang-ulang dengan nilai histerisis yang cukup besar. Namun demikian kalau dilihat secara keseluruhan maka terlihat robot masih dapat mengikuti garis. Dari ketiga percobaan ini, terlihat bahwa yang terbaik adalah sistem dengan histerisis 150 pixel. Dari gambar 6 terlihat robot dapat berjalan lebih lurus dari pada dengan histerisis 50 dan 100 pixel. Tetapi posisi garis tidak pada posisi tengah terhadap robot.

5.2. Pengujian dengan Variasi Sudut Jalur dengan Belokan

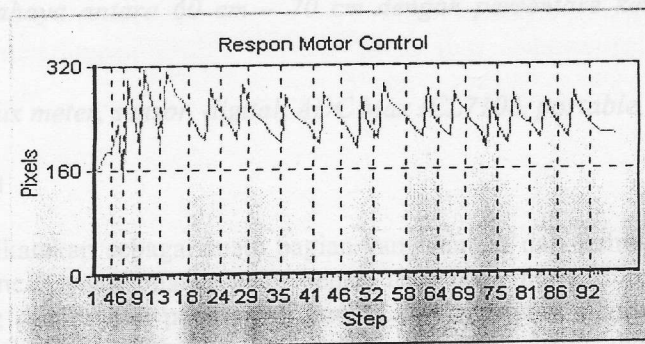
Dalam percobaan ini, sistem diuji untuk mengikuti sebuah jalur yang mempunyai variasi sudut belokan. Beberapa ukuran sudut belokan yang diuji dalam sistem ini adalah 30°, 45°, 60° dan 90°. Gambar 7, 8, 9 dan 10 menunjukkan hasil pengujian sistem untuk beberapa variasi sudut belokan.



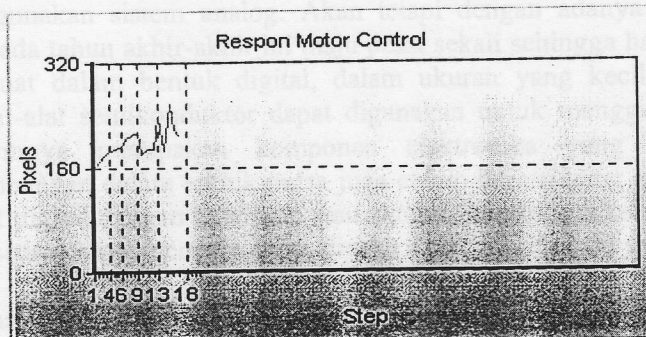
Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian dengan Sudut Belokan 30°



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian dengan Sudut Belokan 45°



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian dengan Sudut Belokan 60°



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian dengan Sudut Belokan 90°

Dari grafik hasil pengujian terlihat bahwa besar sudut belokan maksimal yang masih dapat diikuti oleh robot adalah 60° . Sedangkan untuk sudut 90° robot tidak mampu mengikutinya.

6. Kesimpulan

Robot mobil penjejak garis berwarna yang dikembangkan telah berjalan dengan cukup baik walaupun masih terdapat beberapa kelemahan. Robot dapat mengikuti garis lurus berwarna yang telah ditentukan dan juga dapat mengikuti garis yang membentuk jalur belokan. Dalam sistem ini, semakin besar histerisis kontrol ON-OFF maka semakin baik robot dalam mengikuti garis, tetapi posisi garis akan timbul error posisi garis terhadap posisi robot yang semakin besar. Sudut maksimum yang masih dapat diikuti oleh robot untuk jalur belokan adalah 60° .

7. Daftar Pustaka

- [1] Baxes, Gregory A. "Digital Image Processing", Canada: Wonn Wiley & Sons Inc., 1994
- [2] Castleman, Kenneth R. "Digital Image Processing", New Jersey: Prentice Hall International, Inc., 1996
- [3] Gregory A. Baxes, "Digital Image Processing", Principles and Applications. John Wiley & Sons, Inc., 1994
- [4] Craig Peacock, "Interfacing the standard parallel port", {<http://www.senet.com.au/~cpeacockP>}, February 1998