

RANCANG BANGUN GERAK ROBOT PEMINDAH BARANG BERDASARKAN JALUR GARIS HITAM DENGAN BASIS MIKROKONTROLER AT89S52

H.E. Havitz¹⁾, M.P. Lestari dan A. Sofwan

Jurusan Teknik Elektro
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl.Moh.Kahfi II.Jagakarsa Jakarta 12640
Telp/Fax: (021) 727-0090, 787-4645, 787-4647
Email: halim_elhavitz@yahoo.co.id ¹⁾

Abstrak

Pada paper ini dipaparkan perancangan robot yang berfungsi sebagai mobil otomatis pemindah barang berbasis mikrokontroler AT89S52. Perancangan gerakannya dilengkapi 3 motor DC yang dapat berputar secara differential. Putaran arah motor yang dirancang pada robot menggunakan driver motor DC dengan IC L293D. Untuk gerak maju, belok, ataupun mundur digunakan 2 motor DC di sisi kiri dan kanannya. Sedangkan motor lainnya digunakan sebagai mekanik pendorong barang. Robot ini dilengkapi sensor infra merah dengan menggunakan IC4093. Sensor ini mempunyai 3 fungsi, yakni sebagai pendeteksi jalur lintasan pergerakan, pendeteksi tempat tujuan persediaan barang dan pendeteksi jenis barang yang akan dipindahkan. Robot hanya dapat bergerak pada lintasan acuan berupa garis hitam dengan lebar 1.5cm dan panjang 194.6 cm. Keseluruhan sub sistem yang dibangun pada robot dikendalikan oleh mikrokontroler, sehingga secara operasionalnya robot dapat optimal mendeteksi adanya tempat persediaan barang dan dapat memindahkannya ke tempat yang dituju sesuai dengan program. Instruksi perintah input pada mikrokontroler dihubungkan pada push button dan interface parallel port oleh PC menggunakan aplikasi visual basic. Dengan tegangan 8volt pada penggerak jalan robot didapat kecepatan rata-rata stabil dalam pendeteksian sebesar $4.203995 \pi \text{ cm/s}$. Untuk robot yang berbelok stabil pada jalur lintasan sudut dirancang 0,25 lingkaran dengan radius 10cm. Tingkat keberhasilan robot memindahkan barang sesuai gudang tujuan mencapai 95%.

Kata Kunci : robot, mikrokontroler, sensor infra merah, penggerak differential.

PENDAHULUAN

Kecenderungan teknologi pada masa mendatang adalah penggunaan perangkat keras yang dapat menggantikan fungsi tenaga manusia secara penuh. Hal ini tentunya dapat memudahkan pekerjaan manusia secara efektif dan efisien, baik dalam hal waktu pelaksanaan maupun cara pengoperasian secara mandiri dan bahkan memiliki tantangan dan resiko.

Sehingga timbul gagasan dalam penelitian ini untuk perancangan dan implementasi suatu alat yang dapat memindahkan barang secara otomatis pada suatu sistem keadaan tertentu. Perancangan alat yang bekerja secara otomatis ini sering disebut sebagai robot cerdas [1,7]. Robot cerdas yang digunakan berupa robot mobil yang bergerak dengan menggunakan dua penggerak *differential* yakni dua buah motor DC. Robot ini digunakan untuk memindahkan barang ke tujuan tertentu.

Otomatisasi robot mobil pemindah barang ini menggunakan sistem kendali otomatis yang berbasiskan pada mikrokontroler dengan jenis AT89S52 [2,3]. Selain itu robot ini dirancang pula untuk dapat membedakan jenis barang yang akan dipindahkan, dan juga sekaligus untuk membedakan jenis tempat persediaan barangnya. Untuk menempuh setiap tempat persediaan barang, robot dirancang untuk hanya dapat bergerak melalui lintasan acuan tertentu yaitu berupa garis hitam yang telah dirancang dalam bentuk ukuran tertentu.

Adapun jenis barang sebagai objek yang akan dipindahkan terdiri dari dua jenis barang yang dibedakan dengan dasar pola warna hitam-putih pada sisi sampingnya yakni berupa balok berdimensi $4 \times 4 \times 1,7 \text{ cm}^2$ dengan massa 20 gram. Sedangkan untuk tempat persediaan barang atau dapat berupa gudang barang dibedakan menjadi 3 jenis gudang berdasarkan pola warna hitam-putih. [4,5]

Instruksi segala perintah pengoperasian program pemindahan barang maupun pemilihan jenisnya dapat dilakukan dengan memberikan input yang berasal dari *push button* atau *parallel port* [6].

Ada 2 macam mode pemindahan barang secara otomatis, yakni :

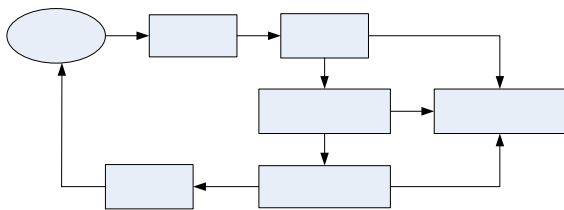
- Mode default
 Mode ini dimaksudkan untuk memindahkan barang secara normal, dimana barang-barang yang berasal dari gudang A dipindahkan ke tempat masing-masing, seperti : barang X dipindahkan ke gudang B sedangkan barang Y dipindahkan ke gudang C.

Mode decision

Mode ini adalah mode pilihan, apakah semua jenis barang dipindahkan ke gudang B saja atau semua jenis barang dipindahkan ke gudang C saja.

SISTEM ROBOTIKA

Sistem secara keseluruhan dari robot ini dapat digambarkan secara blok diagram sebagaimana tertera pada gambar 1 berikut:



Gambar 1: Hubungan Antara Sub Bagian Sistem Robot

Struktur sistem robot tersebut dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

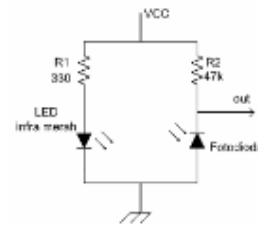
- Lingkungan, yakni suatu ruang keadaan yang nantinya akan dikondisikan oleh robot mobil.
- Sub bagian sensor, berfungsi untuk mengenali dan mendeteksi lingkungan objek yang ditemukan robot. Sensor digunakan untuk mengubah variasi sinar, mekanis, magnetik, panas, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.
- Sub bagian persepsi, merupakan tahap awal sebelum ditentukannya setpoint sebagai inialisasi masukan sistem yang terdeteksi oleh robot. Biasanya data masukan ini masih berupa data analog.
- Sub bagian basis pengetahuan. Sub bagian ini merupakan inialisasi masukan dari sensor yang telah ditentukan *setpoint*-nya kemudian diubah menjadi algoritma-algoritma tertentu sebelum diproses di sistem kendali. *Setpoint* ini disebut sebagai masukan logika “Low Level” ataupun “High Level” pada sistem kendali.
- Sub bagian sistem perencanaan dan kendali, yakni suatu sistem pemrosesan algoritma-algoritma

perencanaan tertentu untuk disesuaikan ke suatu aktuasi. Pengendalian sistem meliputi perencanaan pergerakan, navigasi, *piloting* dan pengendali pekekseskuan perintah.

- Komunikasi, merupakan penghubung antara persepsi, basis pengetahuan, dan sistem perencanaan/ kendali sehingga informasi yang disampaikan antar sistem berfungsi secara efektif dan maksimal.
- Sub bagian aktuasi, merupakan eksekusi perintah akhir. Pada robot mobil berupa mekanik penggeraknya, seperti penggunaan motor DC yang menghasilkan perintah robot maju, berhenti, mundur, belok kiri, belok kanan.

Sensor Infra Merah Reflektif

Pendeteksian objek didasari pada sistem kerja Sensor, yang bentuk rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2: Rangkaian Sensor Infra Merah Reflektif

Sensor deteksi objek dapat diimplementasikan dengan berbagai banyak cara. Cara yang sering digunakan adalah dengan memanfaatkan sifat halangan yang dapat memantulkan gelombang cahaya. Untuk sensor halangan yang menggunakan gelombang cahaya sebagai medianya, cahaya yang digunakan adalah cahaya infra merah. Sensor halangan dengan media sinar infra merah terdiri dari dua bagian yaitu bagian *transmitter* (pemancar) infra merah dan bagian *receiver* (penerima) infra merah. Perangkat yang digunakan untuk menangkap radiasi infra merah adalah sebuah komponen yang disebut sebagai fotodiode [10].

Dengan menggunakan IC 4093 menurut gambar 2.4 maka dapat ditentukan keluaran logika “low atau high” dari sensor infra merah reflektif. Jika infra merah ditembakkan pada permukaan gelap (hitam), maka cahaya infra merah tersebut akan diserap oleh permukaan yang gelap tersebut, sensor akan berlogika 0 “low”. Dan jika infra merah tersebut dipantulkan pada permukaan yang terang (putih), maka infra merah tersebut akan dipantulkan sesuai sudut datangnya. Pantulan tersebut akan keluaran dari sensor ini akan berlogika 1 “high”.

Penggerak Robot Mobil

Aktuator yang digunakan untuk membentuk sistem penggerak difensial adalah dua buah motor DC.

Motor DC tersebut dipasang di kedua sisi robot yang berfungsi untuk menggerakkan roda-roda robot. Motor DC juga digunakan pada pendorong barang sistem mekanik robot. Pengendalian motor DC tetap dilakukan oleh mikrokontroler serupa yang dihubungkan pada *driver* motor DC dengan menggunakan rangkaian *H-bridge* yang terintegrasi yaitu IC L293D, sehingga arah putar masing-masing motor DC dapat diputar searah atau berlawanan arah jarum jam. Dengan memberikan gelombang pulsa “1” dan “0” pada driver motor DC dengan periode tertentu maka dapat diatur putaran arah dan kecepatan motor DC tersebut.

Untuk mendapatkan kecepatan roda robot dapat diperoleh dari [8,9] :

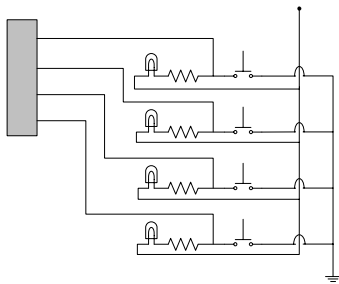
$$V_R = r_R \omega_R \text{ atau } V_R = r_R 2\pi f_R \quad (1)$$

$$V_L = r_L \omega_L \text{ atau } V_L = r_L 2\pi f_L \quad (2)$$

- Dimana :
- V_R = Kecepatan roda kanan robot
 - V_L = Kecepatan roda kiri robot
 - ω_R = Kecepatan sudut roda kanan robot
 - ω_L = Kecepatan sudut roda kiri robot
 - r_R = jari-jari roda kanan robot
 - r_L = jari-jari roda kiri robot
 - f_R = jumlah putaran roda kanan dalam tiap detik
 - f_L = jumlah putaran roda kiri dalam tiap detik

Input Mikrokontroler

Input *push button* berlogika “*low level*” tegangan pada mikrokontroler apabila tombol *push button* ditekan. Adapun bentuk rangkaian inputnya dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3: Rangkaian Input Push Button ke Port Mikrokontroler

Input DB25 atau *parallel port* dapat memberikan logika “*high* atau *low*” level tegangan pada mikrokontroler. Nantinya DB25 dihubungkan ke PC (*Personel Computer*).

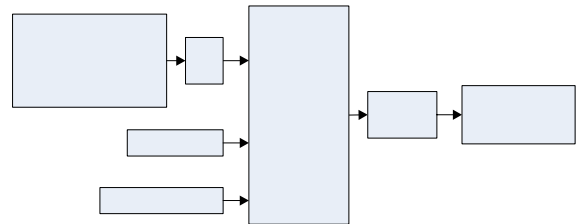
Tabel 1: Pin-Pin Parallel Port DB25

| Pin | Signal | Arah I/O | Register |
|-------|-----------------------------|----------|----------|
| 1 | nStrobe | In/Out | Control |
| 2 | Data 0 | Out | Data |
| 3 | Data 1 | Out | Data |
| 4 | Data 2 | Out | Data |
| 5 | Data 3 | Out | Data |
| 6 | Data 4 | Out | Data |
| 7 | Data 5 | Out | Data |
| 8 | Data 6 | Out | Data |
| 9 | Data 7 | Out | Data |
| 10 | nAck | In | Status |
| 11 | Busy | In | Status |
| 12 | Paper-Out/ Paper-End | In | Status |
| 13 | Select | In | Status |
| 14 | nAuto-Linefeed | In/Out | Control |
| 15 | nError/ nFault | In | Status |
| 16 | nInitialize | In/Out | Control |
| 17 | nSelect-Printer/ nSelect-In | In/Out | Control |
| 18-25 | Ground | Gnd | |

Table 1 tersebut diatas memuat daftar Pin pada parallel port DB25, signalnya dan arah IO serta registernya.

PERANCANGAN ROBOT BARANG

Robot barang ini dapat dirancang sesuai dengan blok diagram pada gambar 4, berikut:



Gambar 4. Diagram Blok Rancangan Robot Pemindah Barang

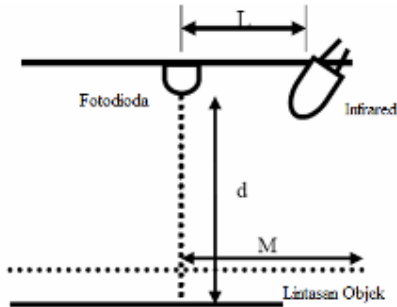
Robot Pengikut Garis

Rancangan dasar robot pemindah barang melalui jalur satu garis ini adalah dengan pembuatan robot pengikut garis (*line follower robot*). Untuk pendeteksian jalur robot mempunyai 2 pasang sensor infra merah yang keaktifan pendeteksian objeknya ditentukan oleh output IC 4093. Ketika sensor mendeteksi objek berwarna hitam, output dari sensor infra merah menjadi *low logic*, karena sebagian sinar dari infra merah diserap oleh bahan berwarna hitam tersebut. Sedangkan ketika sensor mendeteksi objek berwarna putih output dari sensor menjadi *high logic*.

Output sebagai eksekusi perintah akhir atas algoritma program yang terlaksana dikirim ke aktuator motor DC. Sebelum instruksi penggerak aktuator masuk ke motor DC, terlebih dahulu mikrokontroler menghubungkan output algoritma tertentu ke L293D sebagai inputannya. IC L293D digunakan sebagai motor *driver* untuk mengendalikan arah putaran dan kecepatan dari motor DC. Pemasangan fotodiode dan

Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008
Bidang Teknik Elektro

sensor Infra Red sebagai Line follower, yang mengikuti lintasan objek baik secara horizontal maupun secara vertikal. Hal ini dipaparkan dalam uji coba yang pada gambar 5 dibawah ini.



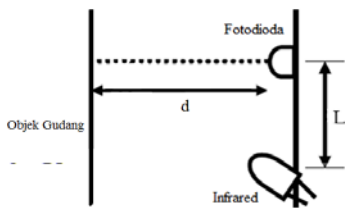
Gambar 5: Pemasangan Sensor IR sebagai Line Follower

Sedangkan pergerakan gerak robot dalam mengikuti garis tertentu atau Line Follower dapat dilihat dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2: Pergerakan Robot Line Follower

| Sensor Infrared sisi kiri | Sensor Infrared sisi kanan | Pergerakan Robot |
|---------------------------|----------------------------|------------------|
| Berlogika "high" | Berlogika "high" | Maju |
| Berlogika "high" | Berlogika "low" | Belok Kanan |
| Berlogika "low" | Berlogika "high" | Belok Kiri |
| Berlogika "low" | Berlogika "low" | Maju Perlahan |

Robot sebagai Pendeteksi Jenis Gudang atau Barang dan dilengkapi dengan pemasangan sensor IR berikut [Gambar 6]:



Gambar 6: Pemasangan Sensor IR sebagai Pendeteksi

Pendeteksi Jenis Barang Dan Pendorong Barang

Robot ini dirancang memiliki pendeteksi jenis barang menggunakan sensor infra merah reflektif, yakni hanya dibatasi oleh 2 jenis barang tertentu saja. Selain itu pendeteksi jenis barang ini dihubungkan dengan mekanik pendorong barang.

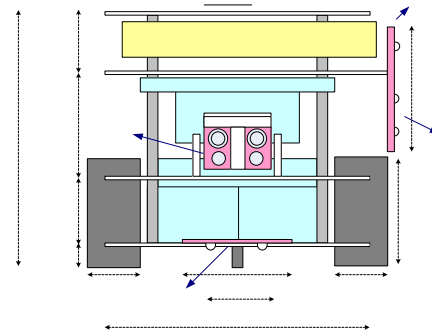
Tabel 3: Jenis Barang-Barang yang Dipindahkan

| Jenis Barang | Bentuk Fisik |
|--------------|--------------|
| Barang X | |
| Barang Y | |

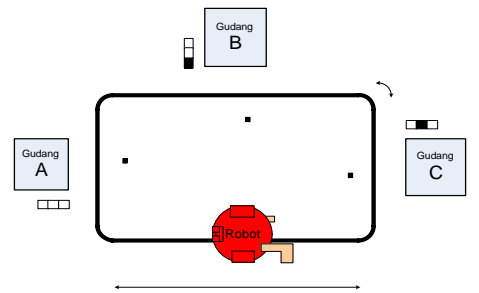
Tabel 4: Jenis-Jenis Gudang

| Jenis Gudang | Bentuk Fisik |
|--------------|--------------|
| Gudang A | |
| Gudang B | |
| Gudang C | |

Barang yang akan dipindahkan dibagi menjadi 2 jenis yaitu X dan Y dengan bentuk fisiknya dapat dilihat pada tabel3. Sedangkan table 4 merupakan 3 jenis gudang sebagai tempat yang dituju. Sedangkan Gambar 7 menampilkan platform robot yang dilihat dari sisi depan beserta dimensi ukurannya.



Gambar 7: Platform Robot Tampak Depan



Gambar 8: Lingkungan yang Dilintasi Robot

Gambar 8 menunjukkan adanya lingkungan yang dilintasi oleh robot beserta dimensi lintasannya dan 3 jenis gudangnya, sedangkan table 5 memuat beberapa fungsi input push button pada robot.

Tabel 5: Fungsi Input Push Button pada Robot

| Input Push Button | Status Aktivasi | Keterangan |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| SW_1 SW_2 SW_3 SW_4 | Low High High High | Mode default akan aktif |
| SW_1 SW_2 SW_3 SW_4 | High Low High High | Mode decision1 akan aktif |
| SW_1 SW_2 SW_3 SW_4 | High High Low High | Mode decision2 akan aktif |
| SW_1 SW_2 SW_3 SW_4 | High High High Low | Mode akan direset |

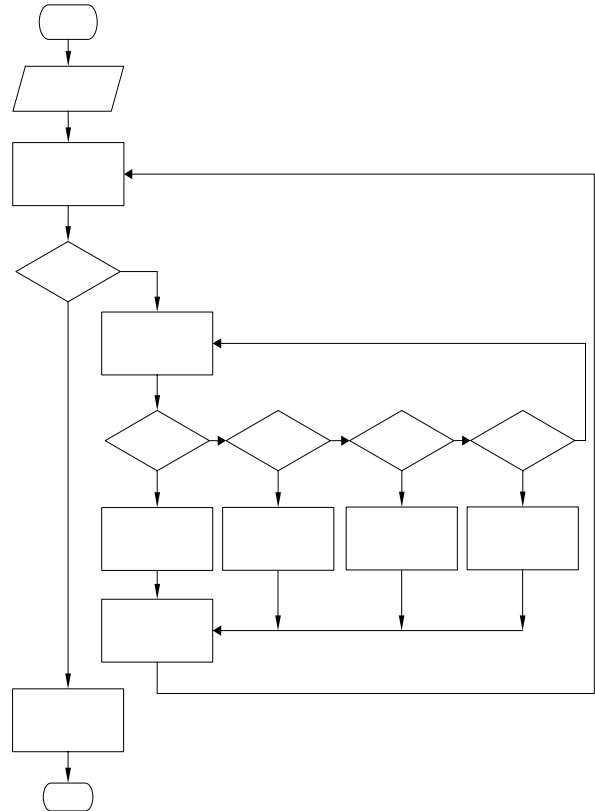
Pengguna sistem robot ini dapat memberikan instruksi perintah pada robot dengan menggunakan tombol keyboard pada robot dengan menggunakan tombol keyboard dengan ASCII CODE (*American Standard Code for Information Interchange*) atau menekan mouse. Program software PC yang digunakan adalah *software visual basic 6.0* untuk design penampilan[13].

Tabel 6: Input Parallel Port sbg Mode Pemindah Barang

| Input Parallel Port | Keterangan |
|---------------------|---------------------------------------|
| 0 0 0 0 0 0 0 | perintah dari PC ke robot tidak aktif |
| 1 0 0 0 0 0 0 | perintah PC robot otomatis akan aktif |
| 1 0 0 0 0 0 1 | mode default akan aktif |
| 1 0 0 0 0 1 0 | mode decision1 akan aktif |
| 1 0 0 0 1 0 0 | mode decision2 akan aktif |

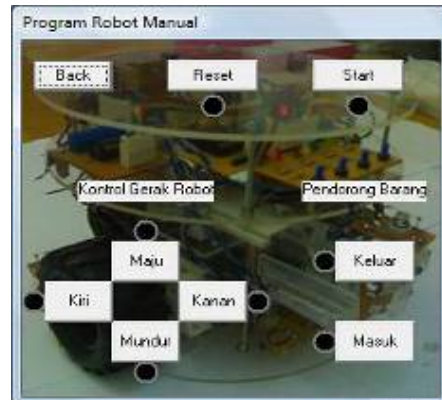
Tabel 7: Input Tombol Keyboard sebagai Mode Pemindah Barang Manual

| Tombol Keyboard | Dec | Input Parallel Port | Keterangan |
|-----------------|-----|---------------------|-------------------|
| Simbol "w" | 119 | 0 1 0 0 0 0 1 | Robot maju |
| Simbol "s" | 115 | 0 1 0 0 0 1 0 | Robot mundur |
| Simbol "a" | 97 | 0 1 0 0 1 0 0 | Robot putar kiri |
| Simbol "d" | 100 | 0 1 0 0 1 0 0 | Robot putar kanan |
| Simbol "_" | 61 | 0 1 0 1 0 0 0 | Pendorong keluar |
| Simbol "=" | 45 | 0 1 1 0 0 0 0 | Pendorong masuk |



Gambar 9: Flowchart Sub Bagian Sistem Kerja Robot - Line Follower

Kerja robot secara keseluruhan sebagai Line Follower dapat diwujudkan secara sederhana dan praktis pada gambar 9 sebagai paparan flowchart seperti diatas. Sedangkan gambar 10 memperlihatkan tampilan bentuk dan kerja program robot secara manual dan decision dengan bantuan Visual Basic[13].



Gambar 10: Tampilan Program Robot Manual dan Decision Menggunakan Software Visual Basic 6.0

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengukuran Photodiode Sebagai Penerima IR

Dalam pengujian yang dilakukan terhadap sensor infra merah (IR) sering terjadi gangguan akibat terkena cahaya matahari langsung, sehingga menyebabkan sensor tidak dapat bekerja secara optimal sesuai dengan program yang dibuat. Hal ini dikarenakan sensor infra merah terkena interferensi dari cahaya matahari. Adapun Pengujian jarak sensor terhadap objek ditampilkan pada tabel 8 sebagai hasil pengamatan sensor IR. Identifikasi dinyatakan dengan nyala ataupun matinya LED.

Tabel 8: Hasil Pengamatan Sensor IR Reflektif

| No | Jarak Sensor pada Objek | Keadaan Led | Output |
|----|-------------------------|-------------|----------|
| 1 | Jarak 1 cm | Nyala | high (1) |
| 2 | Jarak 2 cm | Nyala | high (1) |
| 3 | Jarak 3 cm | Nyala | high (1) |
| 4 | Jarak 3,2 cm | Mati | low (0) |

Pengujian Mekanik Penggerak Robot

Hasil pengujian gerakan system penggerak robot mobil ini adalah berupa beberapa gerakan dengan 16 variasi dari 4 gerakan utama yaitu: diam, mundur, putar dan maju disimbolkan pada table 9 dibawah.

Tabel 9: Hasil Pengujian Sistem Penggerak Robot

| No | P1.4 P1.5 P1.6 P1.7 | Gerakan robot mobil |
|----|---------------------|------------------------|
| 1 | 0000 | Diam |
| 2 | 0001 | Mundur Belok Kanan |
| 3 | 0010 | Maju Belok Kanan |
| 4 | 0011 | Diam |
| 5 | 0100 | Mundur Belok Kiri |
| 6 | 0101 | Maju Belok Kanan |
| 7 | 0110 | Putar searah jarum jam |
| 8 | 0111 | Mundur Belok Kiri |
| 9 | 1000 | Maju Belok Kiri |
| 10 | 1001 | Putar lawan arah jam |
| 11 | 1010 | Maju |
| 12 | 1011 | Maju Belok Kiri |
| 13 | 1100 | Diam |
| 14 | 1101 | Mundur Belok Kanan |
| 15 | 1110 | Maju Belok Kanan |
| 16 | 1111 | Diam |

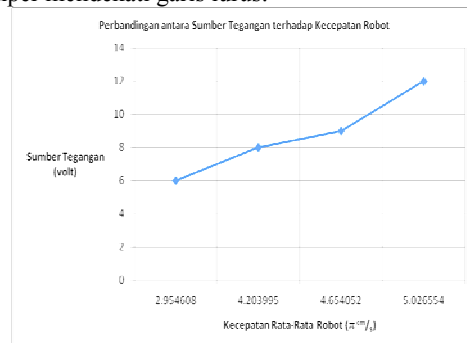
Aktivasi level tegangan dari mikrokontroler untuk menggerakkan motor DC pada robot berupa “High” dan “Low” level tegangan. Untuk level tegangan “High” atau ”1” yang diberikan pada driver motor DC yakni sebesar 4,6 V. Sedangkan untuk level tegangan

“Low” atau ”0” yang diberikan pada driver motor DC yakni sebesar 0 V. Kecepatan motor DC dipengaruhi oleh pemberian tegangan referensi yang dihubungkan pada driver motor DC. Untuk mendapatkan kecepatan putar dari roda robot maksimal dan stabil terhadap pendeteksian sensor infra merah maka perlu adanya pengujian pemberian tegangan pada motor DC. Pemberian tegangan referensi pada motor DC diuji cobakan dengan sumber tegangan bervariasi, mulai 6volt, 8volt, 9volt, dan 10volt. Tabel berikut ini merupakan tabel percobaan kecepatan roda robot terhadap sumber tegangan referensi yang diberikan.

Tabel 10: Hasil Kecepatan terhadap Sumber Tegangan

| No | Sumber Tegangan (volt) | Kecepatan Rata-Rata Robot(π cm/s) | Banyaknya Sensor IR Berhasil Mendeteksi Objek (dalam 10 kali) | Persentase Keberhasilan |
|----|------------------------|--|--|-------------------------|
| 1 | 6 | 2.954608 | 10 | 100 % |
| 2 | 8 | 4.203995 | 10 | 100 % |
| 3 | 9 | 4.654052 | 9 | 90 % |
| 4 | 12 | 5.026554 | 8 | 80 % |

Dapat digambarkan bahwa kecepatan robot hampir berbanding lurus dengan sumber tegangan yang diberikan pada motor DC, sebagaimana terlihat pada gambar 11. Pada table dapat dilihat bahwa kurva hamper mendekati garis lurus.



Gambar 11. Grafik Hubungan antara Sumber Tegangan Dengan Kecepatan Motor DC

Uji Keberhasilan Robot Secara Keseluruhan

Pengujian tingkat keberhasilan robot secara keseluruhan dapat dipaparkan pada hasil pengujian keberhasilan robot (lihat tabel 11)

Tabel 11. Hasil Pengujian Robot pada Jalur Tikungan

| No. | Radius Belokan (cm) | Keberhasilan (kali) | % Keberhasilan | Keterangan |
|-----|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 6 | 15 | 75% | Tidak Berhasil |
| 2 | 7 | 18 | 90% | Kurang berhasil |
| 3 | 8 | 20 | 100% | Berhasil |
| 4 | 9 | 20 | 100% | Berhasil |
| 5 | 10 | 20 | 100% | Berhasil |
| 6 | 11 | 20 | 100% | Berhasil |

Didapat range kestabilan radius belokan jalur lintasan robot pada jarak lebih dari 8 cm. Apabila radius belokan pada sudut jalur lintasan kecil dari 8 cm maka akan menyebabkan robot sering keluar jalur lintasan acuan.

Tabel 12 Hasil Pengujian Mode Default

| No. Percobaan | Jenis Barang | Status | Waktu Tempuh ke Gudang Tujuan (s) | Waktu Tempuh kembali ke Gudang A (s) |
|---------------|--------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Barang X | Berhasil | 10.23 | 32.32 |
| 2 | Barang Y | Berhasil | 14.53 | 31.53 |
| 3 | Barang X | Berhasil | 10.21 | 32.51 |
| 4 | Barang Y | Berhasil | 14.92 | 31.08 |
| 5 | Barang X | Berhasil | 9.60 | 30.90 |
| 6 | Barang Y | Berhasil | 15.12 | 32.31 |
| 7 | Barang X | Berhasil | 9.25 | 31.27 |
| 8 | Barang Y | Berhasil | 15.40 | 31.02 |
| 9 | Barang X | Tidak hasil | 9.67 | - |
| 10 | Barang Y | Berhasil | 15.8 | 32.09 |

Tabel 13: Hasil Pengujian Mode Decision 1

| No. Uji | Status | Waktu Tempuh ke Gudang B (s) | Waktu Tempuh kembali ke Gudang A (s) |
|---------|----------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Berhasil | 9.44 | 32.09 |
| 2 | Berhasil | 9.56 | 31.55 |
| 3 | Berhasil | 9.23 | 31.65 |
| 4 | Berhasil | 9.33 | 31.69 |
| 5 | Berhasil | 9.90 | 30.78 |

Waktu rata-rata didapat sebesar 9.492 detik

Tabel 14: Hasil Pengujian Instruksi Mode Decision 2

| No. Percobaan | Status | Waktu Tempuh ke Gudang C (s) | Waktu Tempuh kembali ke Gudang A (s) |
|---------------|----------|------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Berhasil | 15.58 | 31.57 |
| 2 | Berhasil | 15.22 | 30.68 |
| 3 | Berhasil | 15.00 | 31.35 |
| 4 | Berhasil | 15.21 | 31.21 |
| 5 | Berhasil | 15.71 | 30.97 |

Waktu rata-rata didapat sebesar 15.344 detik

Jadi, perhitungan keberhasilan robot dalam pengoperasian mode pemindahan barang otomatis selama 20 kali percobaan didapat :

$$A = \frac{\sum \text{banyaknya keberhasilan pengujian}}{\text{banyaknya pengujian}}$$

$$A = \frac{9+5+5}{20} = \frac{19}{20} = 0.95$$

$$A \times 100\% = 0.95 \times 100\% = 95\%$$

Sehingga diperoleh persentase keberhasilan robot dalam mode pemindahan barang otomatis sebesar 95%.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan mengenai rancang bangun sistem robot mobil pemindah barang ditarik beberapa simpulan sbb:

- Hasil pengujian dari mekanik penggerak jalan robot, pemberian tegangan sebesar 8 volt terhadap motor DC akan menghasilkan kecepatan rata-rata tercepat dan stabil sebesar $4.203995 \pi \text{ cm/s}$ dalam hal pendeteksian sensor infra merah terhadap lingkungan robot.
- Agar robot dapat tetap bergerak pada jalur lintasan acuan lingkungannya, maka pada jalur lintasan belokan, setiap sudutnya dirancang $\frac{1}{4}$ lingkaran dengan batas radius kestabilan minimum sebesar 8cm.
- Pada pengoperasian mode pemindahan barang otomatis didapat tingkat keberhasilan memindahkan barang sesuai gudang tujuan adalah 95% dalam 20 kali percobaan. Sistem ini teruji stabil, saat robot memindahkan barang dari gudang A ke gudang tujuan dengan waktu tempuh yang konstan atau mendekati waktu tempuh rata-rata. Diperoleh pengukuran waktu tempuh rata-rata pemindahan barang dari gudang A ke gudang B selama 9.492s. Untuk waktu tempuh rata-rata pemindahan barang dari gudang A ke gudang C selama 15.344 s.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharto, Widodo. *Membuat Robot Cerdas*. 2006. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta
- [2] Budiharto, Widodo. *Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. 2005. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta
- [3] Malik, Moh. Ibnu & Anistardi. *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*. 1997. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta
- [4] Budiharto, Widodo & Rizal, Gamayel. *12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*. 2007. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta
- [5] Wahyudin, Didin. *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa Basic menggunakan BASCOM-8051*. 2007. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- [6] Tim. Lab Mikroprosesor BLPT Surabaya. *Pemrograman Mikrokontroler AT89S51 dengan C/C++ dan Assembler*. 2007. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- [7] The City College of New York. *Mobile Robot*
- [8] Rahman, Achmad. *Keterampilan Elektronika 2*. 1997. Penerbit Ganeça Exact Bandung. Bandung
- [9] Rahman dan Suhendi. *Keterampilan Elektronika 3*. 1997. Penerbit Ganeça Exact Bandung. Bandung
- [10] Team Batara. *CD Panduan Penggunaan Latih-51P*. 2004. Batara Elektrindo
- [11] Team Batara. *Mikrokontroler Dasar*. Batara Elektrindo
- [12] LP2M ARAY. *Modul Microcontroller*
- [13] Ramadhan, Arief. *Visual Basic 6.0*. 2004. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta

