

Kontrol Gerak Robot *Line Tracer* Menggunakan *On-Off Control* Berbasis Mikrokontroler Nuvoton ARM

*Rendyansyah, Junial dan Hepiyani

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia

*Corresponding author, e-mail : rendyansyah@ilkom.unsri.ac.id

Abstrak — Dalam pembelajaran robot sederhana yaitu robot *line tracer*. Robot *line tracer* merupakan robot yang dirancang untuk mengikuti jalur yang ditentukan, umumnya banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Dalam penelitian ini telah dirancang logika gerak untuk robot *line tracer* supaya dapat mengikuti jalur warna hitam. Robot telah dilengkapi dengan enam sensor photodiode yang dapat mendeteksi jalur hitam dan putih, dan menggunakan mikrokontroler Nuvoton ARM NuMicro™ NUC100 Series. Pergerakan robot dikontrol menggunakan *on-off control* berdasarkan informasi dari enam sensor tersebut, sehingga robot mampu mengikuti jalur warna hitam. Percobaan dilakukan sebanyak tiga kali dengan bentuk *track* yang berbeda, dan hasilnya menunjukkan bahwa robot mampu mengikuti jalur yang telah ditentukan dengan cukup baik.

Keywords — *Line tracer; Mikrokontroler; Nuvoton ARM; Sensor Inframerah*

I. PENDAHULUAN

Robotika banyak digunakan dalam berbagai bidang aplikasi seperti industri dan pendidikan. Kebanyakan robot dalam industri dimanfaatkan untuk proses produksi, dan dalam bidang pendidikan yaitu robot dalam skala laboratorium yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang robot supaya mampu merancang robot aplikasi untuk satu tugas atau banyak tugas. Contoh robot aplikasi yang sederhana yaitu robot *line tracer*.

Robot *line tracer* merupakan robot sederhana yang dirancang untuk bergerak sesuai jalur yang ditentukan, misalnya jalur hitam dan putih [1]. Robot *line tracer* sebagai langkah awal dalam pembelajaran robot karena pada dasarnya robot terdiri dari tiga hal utama, yaitu masukan berupa sensor, prosesor atau pemroses data dan aktuator sebagai penggerak robot. Dalam hal ini robot *line tracer* memiliki sensor garis,

pemroses data dan aktuator. Pergerakan robot *line tracer* memerlukan kontrol agar dapat melakukan aksi sesuai keinginan. Secara umum kontrol terbagi menjadi dua yaitu kontrol berbasis kecerdasan buatan dan konvensional. Kontrol dengan kecerdasan buatan disebut kontrol cerdas dengan aturan algoritma tertentu yang menjanjikan keluaran sistem yang bagus [2]. Sedangkan kontrol konvensional seperti kontrol berbasis matematis, contoh PID control (*Proportional Integral Derivative*) sebagai kontrol internal [3].

Dalam beberapa sistem dengan kasus yang sederhana perlu pertimbangan dalam penggunaan sistem kontrol supaya dapat menghemat waktu pengerjaan dan komputasi yang sederhana. Contoh kontrol yang paling dasar yaitu *on-off control*. *On-off control* sebagai kontrol sederhana yang mampu mengontrol sistem untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Implementasi *on-off control* dalam sistem dapat dinyatakan dengan algoritma pemilihan kondisi yaitu “On” atau “Off” [4]. Oleh karena itu *on-off control* dapat diimplementasikan pada robot *line tracer*. Meskipun pemasangan letak sensor, aktuator dan struktur mekanik sangat berpengaruh pada robot, namun semuanya itu seringkali dirancang dengan perkiraan [5][6].

Untuk memproses logika pada robot *line tracer* umumnya menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler yang paling umum digunakan dalam robot yaitu tipe Atmel atau Arduino. Mikrokontroler tersebut dapat diprogram sesuai logika pengguna. Seiring berkembangnya teknologi prosesor yang semakin canggih menjadikan sistem yang diciptakan semakin handal. Salah satu contoh mikrokontroler yang cukup baru yaitu Nuvoton ARM. Mikrokontroler Nuvoton ARM di-suplai dengan daya rendah. Tirta dkk [7] menggunakan Nuvoton ARM sebagai pemroses data untuk pengontrolan sistem. Nuvoton ARM juga memiliki kapasitas memori yang besar sehingga program yang dirancang bisa lebih kompleks. Oleh

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016

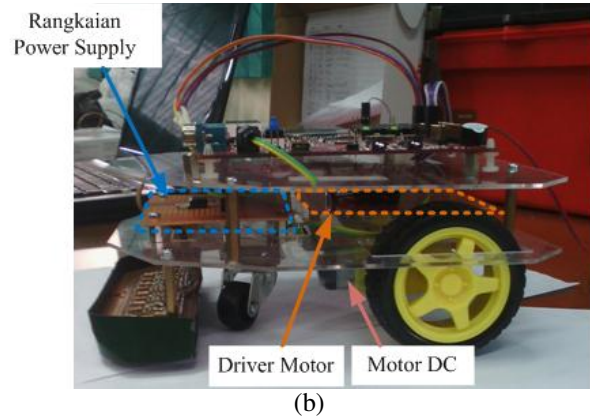
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

karena itu Nuvoton ARM sangat cocok digunakan untuk aplikasi robot yang dilengkapi banyak sensor.

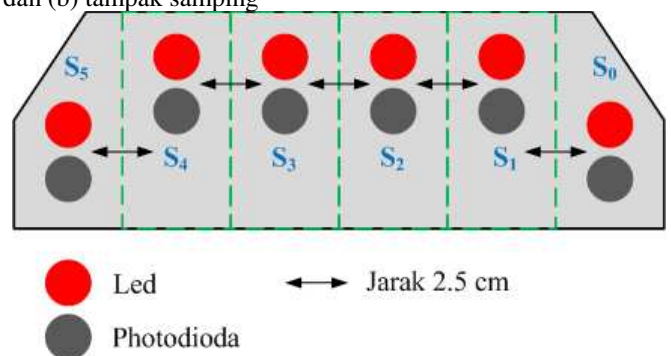
Pada penelitian ini logika *on-off control di-embedd* dalam mikro Nuvoton yang bertujuan untuk mengendalikan “On” dan “Off” pada roda kiri dan kanan robot *line tracer* sesuai persepsi dari sensor.

II. ROBOT LINE TRACER

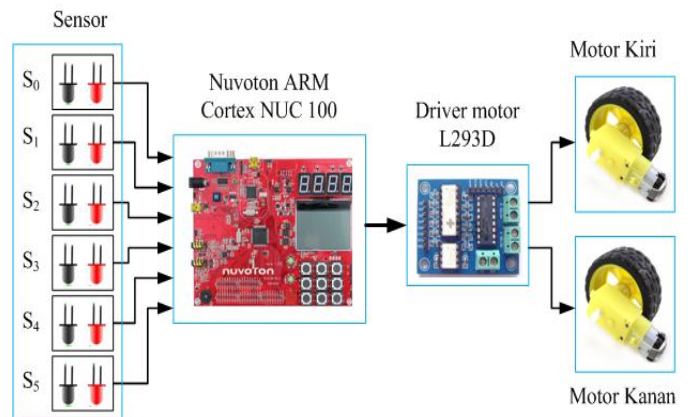
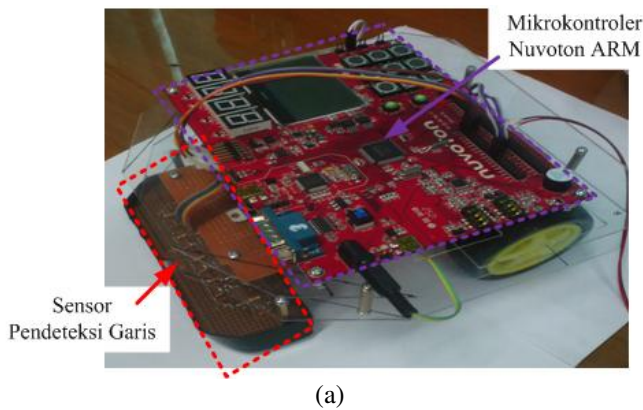
Robot *line tracer* berarti robot mengikuti jalur tertentu, umumnya warna hitam. Dalam penelitian ini robot berbentuk persegi dan dua tingkat dengan ukuran panjang 25 cm, lebar 20 cm dan tinggi 10 cm. Adapun bentuk fisik robot *line tracer* seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Robot dilengkapi dengan enam sensor deteksi garis yang dipasang di bagian bawah depan, mikrokontroler nuvoton ARM untuk pemroses data dan penggerak motor DC dan roda dengan *driver motor* dan satu roda bebas. Adapun pemasangan tata letak enam sensor pendeteksi garis seperti pada Gambar 2. Sensor pendeteksi garis terdiri dari led pemancar cahaya dan photodioda sebagai penerima cahaya. Pemasangan tiap sensor tersebut berjarak 2.5 cm, hal ini menyesuaikan lebar jalur warna hitam yaitu 4.5 cm. Keluaran sinyal dari sensor deteksi garis berupa tegangan analog. Sinyal tegangan tersebut dikonversi menjadi data digital dengan memanfaatkan ADC (*Analog to Digital Converter*) yang ada di dalam Mikro Nuvoton ARM. Adapun resolusi ADC dalam Nuvoton ARM yaitu 10 bit atau 12 bit. Pada penelitian ini dipilih resolusi ADC 12 bit.



Gambar 1. Bentuk fisik robot *line tracer*, (a) tampak atas, dan (b) tampak samping



Gambar 2. Tata letak sensor pendeteksi garis (tampak bawah).



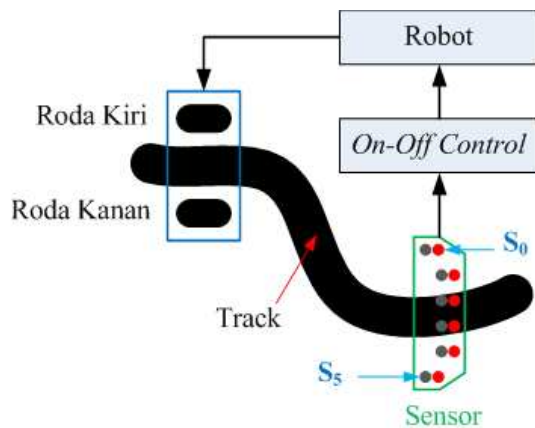
Gambar 3. Skematik *hardware* pada robot *line tracer*.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

III. KONTROL GERAK MENGGUNAKAN ON-OFF CONTROL

Logika gerak robot *line tracer* dirancang berdasarkan pola masukan yang diterima oleh sensor. Berdasarkan Gambar 2, bahwa sensor disusun berurut dengan penamaan mulai dari S_0 sampai S_5 dimana logikanya dibuat mirip seperti binary. Untuk mendapatkan logika seperti biner maka keluaran sinyal sensor dikonversi ke data digital (ADC), kemudian data ADC tersebut melewati ambang batas yang ditentukan yaitu $BB8_{(h)}$. Jika data ADC lebih besar dari ambang batas maka keluaran sensor berlogika “1” yang artinya sensor mendeteksi garis warna hitam, namun sebaliknya jika dibawah ambang batas maka berlogika “0” yaitu sensor mendeteksi lantai warna putih. Adapun PIN ADC yang digunakan yaitu GPIOA channel 0 sampai 5.

Supaya lebih memudahkan dalam perancangan logika gerak perlu dibuat skematik *hardware* pada robot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Logika gerak bertujuan untuk mengatur motor kiri dan kanan secara “On” atau “Off” dengan menggunakan *on-off control*. Pada penelitian ini dirancang skema *on-off control* untuk pergerakan robot seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Skema kontrol tersebut untuk mendapatkan alur logika gerak dengan mengilustrasikan pembacaan tiap sensor. Adapun logika gerak untuk robot *line tracer* termuat dalam Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 terdapat 11 aturan logika untuk gerak robot yang dapat diprogram dengan menggunakan “Jika- Maka” atau “Switch - Case”.



Gambar 4. Skema logika *on-off control* pada robot *line tracer*. (tampak atas).

TABEL 1. LOGIKA GERAK ROBOT LINE TRACER

Sensor Garis						Logika Gerak (Motor DC)		
S0	S1	S2	S3	S4	S5	Kiri	Kanan	Keterangan
1	0	0	0	0	0	0	1	Belok kiri
1	1	0	0	0	0	0	1	Belok kiri
0	1	0	0	0	0	0	1	Belok kiri

0	1	1	0	0	0	0	1	Belok kiri
0	0	1	0	0	0	1	1	Maju
0	0	1	1	0	0	1	1	Maju
0	0	0	1	0	0	1	1	Maju
0	0	0	1	1	0	1	0	Belok kanan
0	0	0	0	1	0	1	0	Belok kanan
0	0	0	0	1	1	1	0	Belok kanan
0	0	0	0	0	1	1	0	Belok kanan

Logika *on-off control* diimplementasikan dalam bentuk notasi algoritma seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

```

Deklarasi :
S0, S1, S2, S3, S4, S5 : Integer
M_kiri, M_kanan : Integer
Data : Integer

Deskripsi :
Read (S0, S1, S2, S3, S4, S5)
Data = (S0 x 2^0) + (S1 x 2^1) + (S2 x 2^2)
      + (S3 x 2^3) + (S4 x 2^4) + (S5 x 2^5)

Switch Data
Case 1 : M_kiri = 0; M_kanan = 1; break; // Belok Kiri
Case 3 : M_kiri = 0; M_kanan = 1; break; // Belok Kiri
Case 2 : M_kiri = 0; M_kanan = 1; break; // Belok Kiri
Case 6 : M_kiri = 0; M_kanan = 1; break; // Belok Kiri
Case 4 : M_kiri = 1; M_kanan = 1; break; // Maju
Case 12 : M_kiri = 1; M_kanan = 1; break; // Maju
Case 8 : M_kiri = 1; M_kanan = 1; break; // Maju
Case 24 : M_kiri = 1; M_kanan = 0; break; // Belok Kanan
Case 16 : M_kiri = 1; M_kanan = 0; break; // Belok Kanan
Case 48 : M_kiri = 1; M_kanan = 0; break; // Belok Kanan
Case 32 : M_kiri = 1; M_kanan = 0; break; // Belok Kanan
End Switch
    
```

Gambar 5. Algoritma *on-off control* pada robot *line tracer*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian robot dilakukan pada tiga arena yang berbeda dengan bentuk melingkar. Robot diuji sebanyak dua kali putaran pada masing-masing arena. Kecepatan robot di-setting konstan dimana tegangan yang diberikan ke motor DC sebesar 5 volt. Adapun pengujian robot *line tracer* dalam arena 1 ditunjukkan pada Gambar 6. Pada pengujian di arena 1, robot pertama kali diletakkan di posisi 1 kemudian berjalan mengikuti garis hitam sampai posisi 2 dan posisi 3, dan seterusnya sampai dua kali putaran. Dalam pengujian pertama ini robot mampu berjalan mengikuti jalur hitam. Selanjutnya robot diuji dalam arena 2, sama seperti pada pengujian arena 1 dimana robot juga mampu mengikuti jalur yang ditentukan dalam arena 2. Gambar 7 menunjukkan pengujian robot dalam

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

arena 2. Dalam arena 3 terdapat banyak belokan, dan pengujian robot dalam arena 3 ini juga mampu berjalan mengikuti jalur hitam. Pengujian robot dalam arena 3 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. Pengujian robot pada arena 1.



Gambar 7. Pengujian robot pada arena 2.



Gambar 8. Pengujian robot pada arena 3.

Pada pengujian robot di tiga arena tersebut masing-masing diperoleh lama waktu tempuh. Tabel 2 menunjukkan waktu yang ditempuh oleh robot selama dua putaran. Adapun indikator keberhasilan dalam penelitian ini yaitu kemampuan robot dalam mengikuti referensi jalur hitam yang ditentukan. Pergerakan robot yang dikontrol dengan *on-off control* tidak halus karena sesuai kondisi gerak “On” atau “Off” pada roda kanan dan kiri dalam mengikuti *track*, namun *on-off control*

dapat mengendalikan pergerakan robot dengan respon waktu yang cepat.

TABEL 2. WAKTU TEMPUH ROBOT SELAMA DUA PUTARAN

Percobaan	Waktu selama dua putaran
Arena 1	0.25 detik
Arena 2	0.23 detik
Arena 3	0.25 detik

V. KESIMPULAN

Robot *line tracer* sebagai landasan dasar dalam pembelajaran dan perancangan robotik. Dalam penelitian ini telah dibuat robot *line tracer* yang dilengkapi dengan enam sensor deteksi garis warna hitam, mikrokontroler Nuvoton ARM, driver motor, dan motor DC serta roda. Pengujian telah dilakukan dalam tiga arena dengan bentuk yang berbeda-beda, dan hasilnya menunjukkan robot mampu mengikuti *track*. Hal ini menunjukkan bahwa *on-off control* dapat mengontrol pergerakan pada robot *line tracer* walaupun gerakannya belum halus. Dalam kasus tertentu, sistem tidak mesti diselesaikan dengan metode kontrol yang canggih, jika *on-off control* sudah mampu menyelesaikan masalah dari sistem sederhana maka hal itu dapat dipandang cukup. Penelitian ini sebagai dasar dalam pengembangan aplikasi robot. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya akan diimplementasikan pada aplikasi robot patroli di dalam gedung dengan penambahan sensor vision atau sensor lingkungan dengan metode kontrol cerdas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.S. Romadhon dan M. Fuad, “Perancangan Sistem Kontrol Gerakan Robot pada Robot *Line Tracer*”, Jurnal Ilmiah Mikrotek, vol. 1, pp. 53-58, Agustus 2013.
- [2] F. Khammar dan N.E. Debbache, “Application of Artificial Intelligence Techniques for the Control of the Asynchronous Machine”, Journal of Electrical and Computer Engineering, 2016.
- [3] Y.N. Kumar, P.E. Rao, P.V. Varma, V.V.R. Vikas dan P.K. Naidu, “Speed Control of Blde Motor Drive By Using PID Controller”, International Journal of Engineering Research and Applications, vol. 4, pp. 37-41, April 2014.
- [4] G.R.M. Nur dan S.A. Widyanto, “Rancang Bangun Sistem Pengendali Irigasi Berbasis Analisis Evapotranspirasi dengan Kontroler On/Off”, Jurnal Teknik Mesin S-1, vol. 3, no. 2, 2015.
- [5] D.A.N. Janis, D. Pang dan J.O. Wuwung, “Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan *Line Follower*”, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol. 3, no. 1, 2014.
- [6] E. Pitowarno, Robotika; Disain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan, Buku Teks, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 2006.
- [7] B. Tirta, Raymond dan H.P. Uranus, “Kontrol Pemanas dengan Pengendali Mikro ARM Cortex™ M0”, Seminar Nasional : Sains, Rekayasa & Teknologi, 2015.