

ROBOT MOBIL PENCARI RUTE TERPENDEK MENGGUNAKAN METODE STEEPEST ASCENT HILL CLIMBING

Thiang, Ferdi Ninaber

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131 Surabaya 60236

email: thiang@petra.ac.id

ABSTRAK

Makalah ini akan memaparkan aplikasi kecerdasan buatan pada sebuah robot mobil untuk mencari rute terpendek dari map yang telah ditentukan. Metode yang digunakan adalah metode steepest ascent hill climbing yang diimplementasikan pada sebuah mikrokontroler yang mana mikrokontroler ini juga mengontrol gerakan robot mobil. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler keluarga MCS51. Penentuan jarak terpendek dilakukan dengan mengevaluasi nilai jarak lurus dari sebuah posisi awal sampai posisi tujuan. Untuk bergerak menuju tujuan, robot mobil akan bergerak mengikuti garis rute yang telah didapatkan dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing. Dari hasil pengujian yang dilakukan terlihat bahwa robot dapat menentukan rute berdasarkan algoritma steepest ascent hill climbing. Akan tetapi karena map yang digunakan dalam pengujian adalah map yang simetris maka ada banyak solusi untuk rute terpendek. Metode ini hanya dapat menemukan salah satu dari rute tersebut sehingga belum dapat dikatakan sebagai rute terpendek. Dari hasil pengujian juga terlihat bahwa setelah mendapatkan rute terpendek, robot dapat bergerak sesuai dengan rute yang dihasilkan.

Kata Kunci: robot mobil, steepest ascent hill climbing, mikrokontroler

1. PENDAHULUAN

Salah satu fungsi dari robot adalah penjelajahan dan pencarian. Oleh karena itu, robot cerdas dibutuhkan untuk dapat mencapai fungsi robot tersebut. Salah satu cara untuk dapat membuat robot cerdas adalah dengan cara mengimplementasikan metode-metode kecerdasan buatan pada robot tersebut. Akan tetapi, pada umumnya metode-metode kecerdasan buatan diimplementasikan pada sebuah personal komputer sedangkan robot pada umumnya dikontrol dengan menggunakan sebuah kontroler yang dapat berupa mikrokontroler. Karena itu, pada makalah ini dipaparkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu implementasi kecerdasan buatan pada level mikrokontroler.

Pada penelitian tahap awal ini, dua buah robot mobil dirancang dan dilengkapi dengan kecerdasan yaitu dapat mencari rute terpendek dari map yang telah ditentukan terlebih dahulu. Metode kecerdasan buatan yang diterapkan adalah steepest ascent hill climbing. Dengan demikian robot dapat melakukan tugasnya, berusaha memecahkan masalah, dan mengambil keputusan dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Meskipun suatu robot memiliki kecerdasan buatan tetapi pasti memiliki batas kemampuan maksimal dimana ada suatu pekerjaan yang tidak dapat dilakukan hanya oleh satu robot saja. Beberapa robot yang saling berkomunikasi dan bekerja sama dalam menyelesaikan tugas yang diberikan akan dapat menutupi kekurangan masing-masing robot. Dengan suatu pekerjaan yang dikerjakan bersama-sama maka suatu robot diharapkan dapat menyelesaikan tugas dengan lebih baik. Tetapi pada penelitian tahap awal ini, kerja

sama kedua robot baru berupa komunikasi antar kedua robot dalam pengertian, bila salah satu robot telah mencapai target maka robot tersebut akan memberitahu robot yang lain sehingga robot yang lain tidak perlu meneruskan pencarian dan kembali ke tempat asalnya.

Dengan demikian, tujuan utama dari penelitian ini adalah mengimplementasikan kecerdasan buatan yaitu metode steepest ascent hill climbing pada level mikrokontroler. Selain itu, secara khusus, penelitian ini bertujuan menerapkan metode steepest ascent hill climbing pada robot mobil sehingga robot mobil tersebut dapat mencari sendiri secara otomatis rute yang paling dekat dari posisi awal menuju ke posisi tujuan dan juga membangun dasar komunikasi untuk pengembangan sistem multi agen robot.

2. STEEPEST ASCENT HILL CLIMBING

Steepest ascent hill climbing merupakan metode algoritma yang banyak digunakan untuk permasalahan optimasi. Salah satu penerapannya adalah untuk mencari rute yang terpendek dengan cara memaksimalkan atau meminimumkan nilai dari fungsi optimasi yang ada. Secara harafiah steepest berarti paling tinggi, sedangkan ascent berarti kenaikan. Dengan demikian steepest ascent berarti kenaikan paling tinggi. Jadi prinsip dasar dari metode ini adalah mencari kenaikan paling tinggi dari keadaan sekitar untuk mencapai nilai yang paling optimal.

Metode steepest ascent hill climbing ini merupakan pengembangan dari metode simple hill climbing. Bedanya adalah simple hill climbing

menentukan next state dengan membandingkan current state dengan satu successor dan successor pertama yang lebih baik akan dipilih menjadi next state. Sedangkan steepest ascent akan membandingkan current state dengan semua succesors yang ada didekatnya sehingga dalam steepest ascent hill climbing, next statenya merupakan successor yang paling baik atau paling mendekati tujuan.

Berikut adalah perbandingan algoritma steepest ascent hill climbing dengan hill climbing:

Algoritma simple hill climbing

- a. Evaluasi state awal, jika state awal sama dengan tujuan, maka proses berhenti. Jika tidak sama dengan tujuan maka lanjutkan proses dengan membuat state awal sebagai state sekarang.
- b. Kerjakan langkah berikut sampai solusi ditemukan atau sampai tidak ada lagi operator baru yang dapat digunakan dalam state sekarang:
 - i. Cari sebuah operator yang belum pernah digunakan dalam state sekarang dan gunakan operator tersebut untuk membentuk state baru.
 - ii. Evaluasi state baru.
 - Jika state baru adalah tujuan, maka proses berhenti
 - Jika state baru tersebut bukan tujuan tetapi state baru lebih baik daripada state sekarang, maka buat state baru menjadi state sekarang.
 - Jika state baru tidak lebih baik daripada state sekarang, maka lanjutkan ke langkah 2.

Algoritma steepest ascent hill climbing

- a. Evaluasi keadaan awal (Initial State). Jika keadaan awal sama dengan tujuan (Goal state) maka kembali pada initial state dan berhenti berproses. Jika tidak maka initial state tersebut dijadikan sebagai current state.
- b. Mulai dengan current state = initial state.
- c. Dapatkan semua pewaris (successor) yang dapat dijadikan next state pada current statenya dan evaluasi successor tersebut dengan fungsi evaluasi dan beri nilai pada setiap successor tersebut. Jika salah satu dari successor tersebut mempunyai nilai yang lebih baik dari current state maka jadikan successor dengan nilai yang paling baik tersebut sebagai new current state. Lakukan operasi ini terus menerus hingga tercapai current state = goal state atau tidak ada perubahan pada current statenya.

Dalam penerapannya, metode simple hill climbing dan steepest ascent hill climbing mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Berikut tabel perbandingan kelebihan dan kekurangan dari kedua metode tersebut

Tabel 1. Perbandingan simple hill climbing dan steepest ascent hill climbing

	Simple hill Climbing	Steepest Ascent Hill Climbing
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efisien dari segi memori 2. Bisa digabungkan dengan metode pencarian lain 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kemungkinan untuk mendapatkan penyelesaian lebih besar 2. Bisa digabungkan dengan metode pencarian lain
Kekurangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. tidak dijamin ditemukan jalan penyelesaian 2. tidak mungkin kembali ke state semula 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memori yang dipakai lebih banyak 2. tidak mungkin kembali ke state semula

3. PERANCANGAN SISTEM

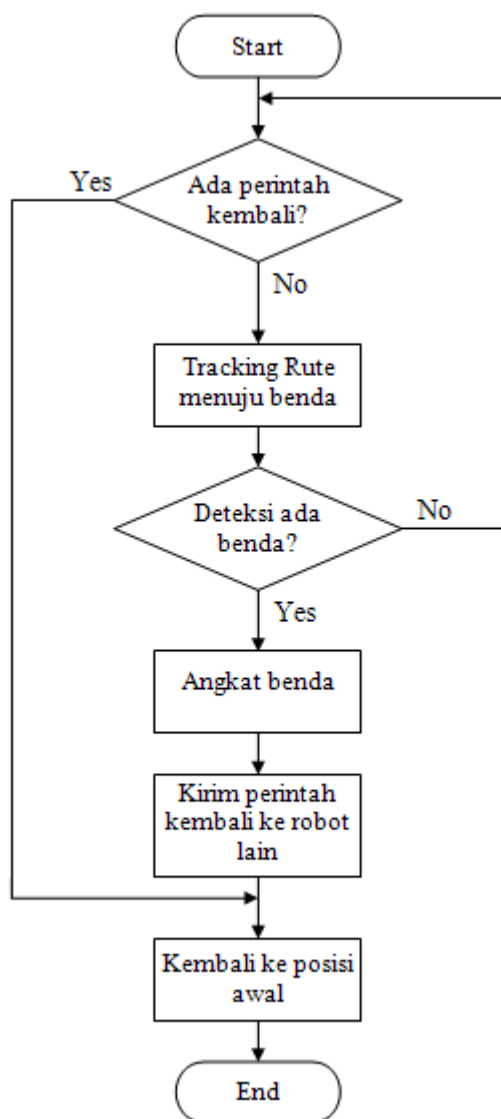
Dalam sistem ini, dirancang dua buah robot mobil yang bertugas untuk mengangkat sebuah benda yang telah diketahui posisinya. Kedua robot mobil dalam penelitian ini mempunyai tiga fitur dasar yaitu:

- Pemetaan
- Pemilihan rute yang terpendek
- Komunikasi antar robot.

Pemetaan dibutuhkan untuk mengetahui gambaran area yang akan dilalui sehingga dengan adanya pemetaan ini robot dapat mengetahui rute-rute yang dapat diambil. Rute yang terpendek menuju tujuan yang diinginkan ditentukan dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing. Komunikasi data antar kedua robot menggunakan modul RF TLP 434 dan RLP 434 yang bekerja pada frekuensi 434 Mhz.

Kedua robot berada pada posisi awal yang berbeda. Dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing, kedua robot mobil secara terpisah akan mencari rute terpendek untuk menuju benda tersebut. Setelah menemukan rute terpendek, kedua robot akan mulai bergerak menuju posisi tujuan sesuai dengan rute yang telah ditemukan. Bila salah satu robot telah mencapai benda tersebut, maka robot ini akan memberi tahu robot yang lain sehingga robot yang lain tersebut tidak perlu meneruskan perjalanannya dan kembali ke tempat

awalnya. Gambar 1 menunjukkan flowchart cara kerja sistem.



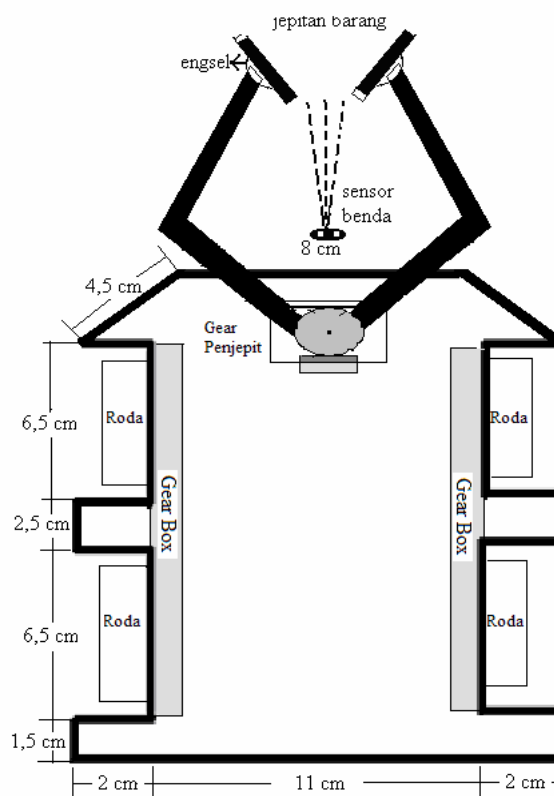
Gambar 1. Flowchart cara kerja sistem

3.1 Perancangan Mekanik Robot

Bentuk dasar robot ini terbuat dari acrylic dengan ketebalan 5 mm. Untuk penggerak digunakan 4 buah roda. Dua buah roda disebelah kanan disatukan oleh rangkaian gear box. Dengan adanya gear box ini, roda disebelah kanan akan berputar pada arah sama. Begitu pula dengan dua buah roda yang berada disebelah kiri, digerakan dengan sebuah rangkaian gearbox. Sebuah motor DC dipasang pada masing-masing gear box sebelah kiri dan kanan. Pada motor DC ini terdapat sebuah gear kecil yang berfungsi menghubungkan gear atas dan gear bawah pada masing-masing sisi gear box. Dimensi robot mobil yang dirancang dapat dilihat pada gambar 2.

Robot mobil dirancang sedemikian rupa sehingga saat mencapai tujuan, robot menjepit benda

yang ada pada posisi tujuan dan membawanya kembali ke posisi awal. Karena itu, robot mobil yang dirancang, dilengkapi dengan penjepit benda. Dalam desain mekanik penjepit benda, proses penjepitan dan proses pengangkatan dilakukan hanya dengan menggunakan satu penggerak saja berupa sebuah motor DC. Sebuah sensor infra merah digunakan untuk mendeteksi apakah ada benda didepan robot.



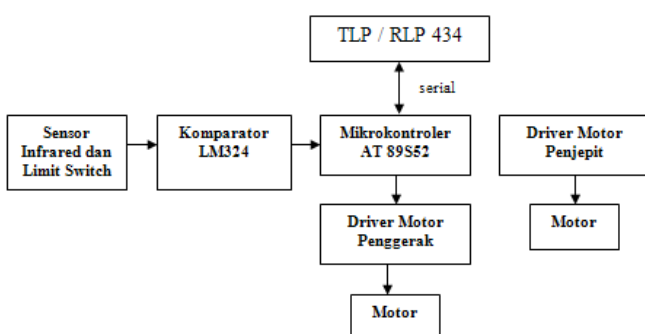
Gambar 2. Gambar mekanik robot

3.2 Perancangan Perangkat Keras Robot

Blok diagram perangkat keras dari kedua robot mobil dapat dilihat pada gambar 3. Mikrokontroler merupakan otak dari sistem yang ada karena semua output akan diatur oleh mikrokontroler berdasarkan input yang ada. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AT89S52. Mikrokontroler ini dirancang dengan mode single chip, tanpa memori eksternal. Sehingga memori yang dapat digunakan hanya internal memori yang berjumlah 256 byte. Dengan demikian, rangkaian mikrokontroler yang dirancang sangat minimal dan tentunya memberikan efek rangkaian menjadi lebih kecil. Mikrokontroler ini bertugas untuk melakukan algoritma steepest ascent hill climbing kemudian menggerakkan robot mobil untuk berjalan mengikuti garis sampai tujuan sesuai dengan hasil dari proses steepest ascent hill climbing.

Dua buah sensor limit switch dipasang pada lengan penjepit untuk menandai posisi dimana lengan penjepit robot harus berhenti. Posisi pertama

adalah posisi saat lengan penjepit terbuka dan berada di bawah yang berarti robot siap untuk menjepit. Posisi kedua adalah lengan penjepit tertutup dan berada di atas. Ada 4 sensor infra merah yang digunakan dalam sistem ini yaitu dua sensor untuk tracking garis, satu sensor samping untuk mendeteksi perempatan, dan satu sensor benda untuk mendeteksi adanya benda. Photodiode digunakan sebagai penerima pada sensor infra merah. Rangkaian komparator digunakan untuk menyesuaikan tegangan output sensor yang masih analog masuk ke dalam range tegangan digital. Hal ini dilakukan dengan membandingkan tegangan output analog dari sensor dengan sebuah tegangan referensi. Dengan demikian status output sensor dapat dibaca oleh mikrokontroler.



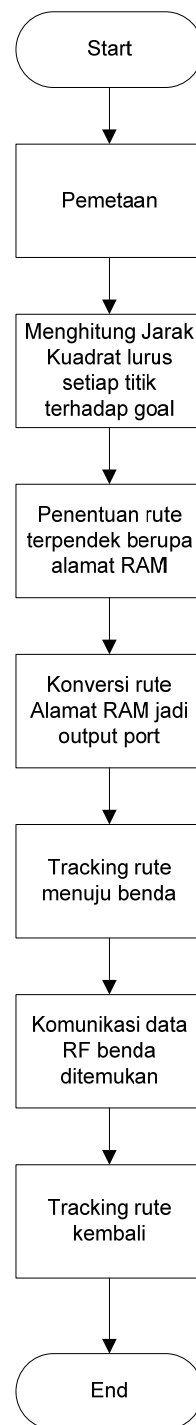
Gambar 3. Blok diagram perangkat keras robot mobil

Rangkaian driver penggerak motor dirancang dengan menggunakan model rangkaian H-Bridge yang terdiri atas 4 buah transistor. Input rangkaian driver penggerak motor ini dilengkapi dengan optocoupler sebagai pengaman sehingga noise tidak dapat mengganggu sistem.

Satu pasang modul TLP dan RLP 434 digunakan sebagai sarana untuk komunikasi tanpa kabel antar kedua robot. Modul ini bekerja pada frekuensi 434 mhz dengan metode ASK. Modul TLP 434 digunakan untuk pengiriman data secara serial sedangkan modul RLP 434 digunakan untuk penerimaan data secara serial. Kedua modul komunikasi tanpa kabel ini terhubung ke serial port dari mikrokontroler.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak Robot

Perancangan perangkat lunak merupakan bagian paling penting dalam robot mobil. Program mikrokontroler dirancang untuk melakukan proses algoritma steepest ascent hill climbing dan mengontrol gerakan robot mobil. Pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa assembly dari mikrokontroler MCS51 sedangkan compiler yang digunakan adalah compiler easy assembler. Gambar 4 menunjukkan alur program yang telah dibuat secara keseluruhan.

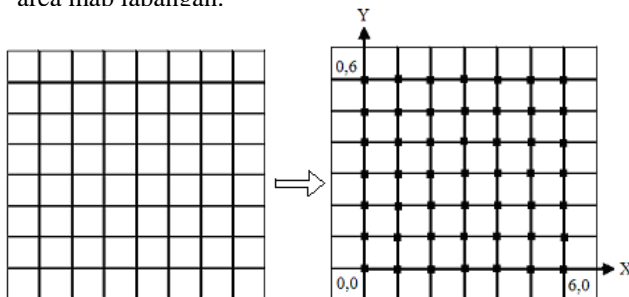


Gambar 4. Alur program robot mobil

Pemetaan merupakan hal yang penting yang pertama kali dilakukan dalam alur program. Berhasil atau tidaknya pencarian benda ataupun penentuan jalur terpendek tidak lepas dari pemetaan ini. Dengan pemetaan ini maka seluruh area yang ada akan digambarkan. Hasil yang didapat dari pemetaan tersebut akan dijadikan acuan untuk menghitung kuadrat jarak lurus setiap titik yang ada pada area terhadap titik tujuan. Nilai hasil perhitungan jarak yang didapat tersebut akan disimpan di dalam alamat RAM microcontoller. Nilai tersebut kemudian akan

dianalisa dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing. Dengan metode ini maka akan didapatkan rute yang terpendek menuju titik tujuan. Namun, rute ini masih berupa alamat RAM bukan nilai output port yang sesungguhnya. Oleh karena itu perlu diubah menjadi output port. Barulah robot tersebut dapat menelusuri jalur yang telah didapat. Jalur tersebut merupakan jalur terpendek menuju tujuan yang diinginkan. Setelah mencapai titik tujuan yang diinginkan maka akan dilakukan pengangkatan benda. Disini robot akan memberikan informasi data kepada robot yang lain bahwa benda telah ditemukan. Pengiriman data tersebut berupa data FOh yang dikirim sebanyak 255 kali. Robot yang lain akan menerima data tersebut dan membandingkan data itu sebanyak 7 kali. Pembandingan sebanyak 7 kali itu untuk memastikan bahwa data yang diterima merupakan data informasi benda ditemukan. Robot pengirim setelah selesai mengirimkan data akan kembali ke posisi awal dengan data jalur yang telah tersimpan.

Rancangan area map terlihat pada gambar 5. Pada area map inilah, robot mobil akan mencari rute terpendek dan kemudian bergerak mengikuti rute yang telah didapatkan. Dari gambar lapangan tersebut, terlihat ada 49 titik yang dapat menjadi posisi awal atau posisi tujuan. Perancangan lapangan seperti ini dilakukan karena keterbatasan jumlah memori yang tersedia. Tabel 2 menunjukkan lokasi memori RAM tempat penyimpanan hasil pemetaan area map lapangan.



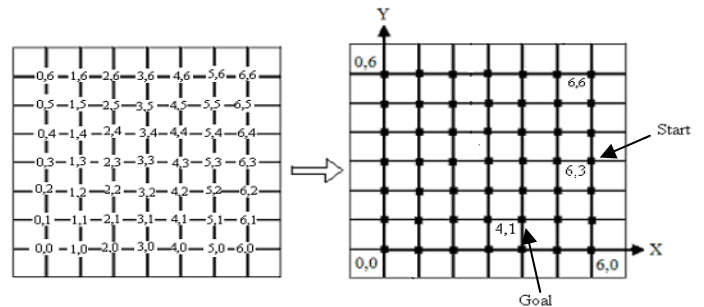
Gambar 5. Gambar area map lapangan

Tabel 2. Posisi penyimpanan hasil pemetaan pada internal RAM mikrokontroler

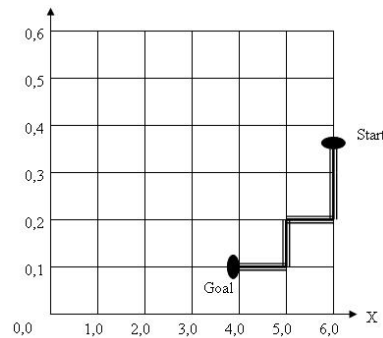
Y \ X	0	1	2	3	4	5	6
0	30h	31h	32h	33h	34h	35h	36h
1	38h	39h	3Ah	3Bh	3Ch	3Dh	3Eh
2	40h	41h	42h	43h	44h	45h	46h
3	48h	49h	4Ah	4Bh	4Dh	4Eh	4Fh
4	50h	51h	52h	53h	54h	55h	56h
5	58h	59h	5Ah	5Bh	5Ch	5Dh	5Eh
6	60h	61h	62h	63h	64h	65h	66h

4. HASIL PENGUJIAN

Skema pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengujian dengan berbagai posisi awal dan posisi tujuan. Pengujian ini telah dilakukan berulang-ulang untuk melihat performans dari sistem yang telah dibuat. Berikut adalah salah satu hasil pengujian yang dilakukan yaitu robot mobil akan bergerak dari posisi awal pada koordinat (6,3) menuju koordinat (4,1) seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Sedangkan Rute yang didapatkan dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 6. Map posisi awal robot mobil di (6,3) dengan tujuan (4,1)

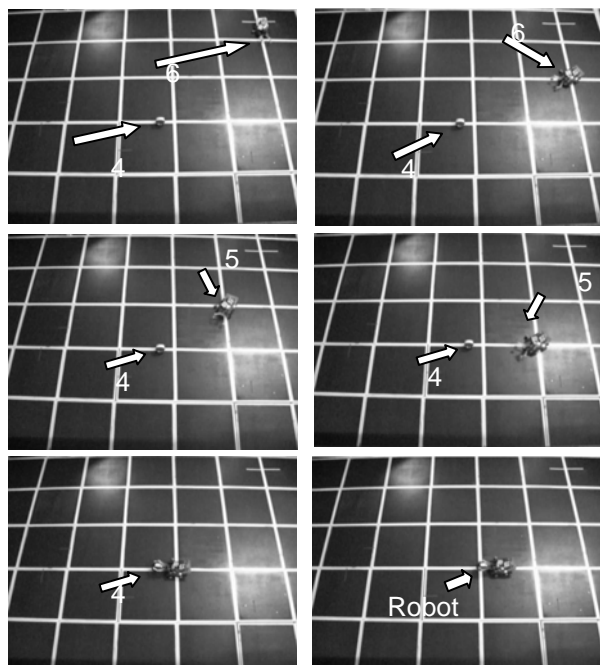


Gambar 7. Rute hasil steepest ascent hill climbing

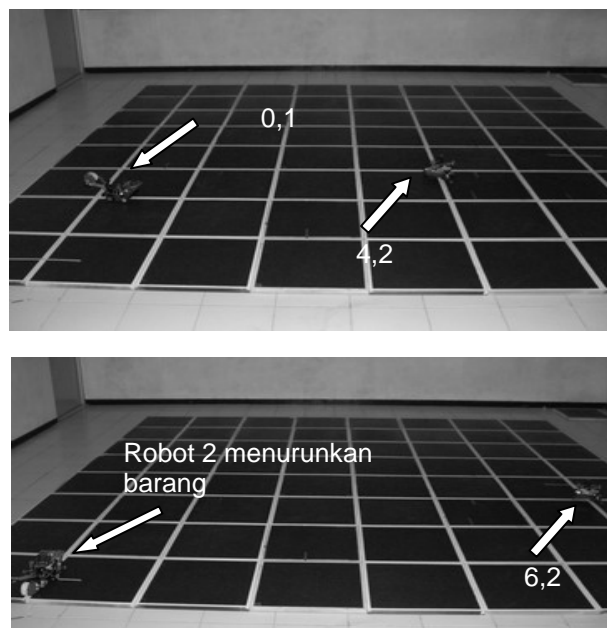
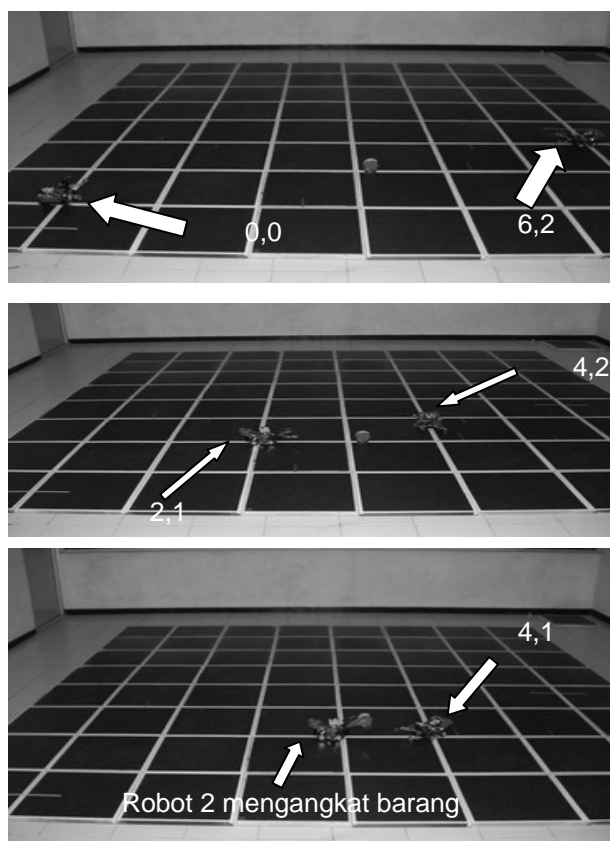
Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mobil dapat mencari rute sendiri dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing dan robot dapat berjalan dengan baik mencapai posisi goal atau tujuan mengikuti rute yang telah didapatkan. Berikut gambar 8 menunjukkan gambar pergerakan robot mobil yang diambil dari video hasil rekaman saat pengujian dilakukan.

Pengujian berikut adalah pengujian sistem secara keseluruhan. Robot pertama mulai bergerak dari posisi awal dengan koordinat (6,2) dan robot kedua bergerak dari posisi awal dengan koordinat (0,0). Target diletakkan pada koordinat (3,1). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua robot dapat mencari rute masing-masing dan dapat bergerak menuju target sesuai dengan rute yang telah didapatkan. Saat robot kedua telah berhasil mengangkat benda, robot pertama tidak meneruskan

perjalanannya dan kembali ke posisi awal. Gambar 9 menunjukkan beberapa gambar yang memperlihatkan pergerakan kedua robot mobil yang diambil dari rekaman video hasil pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 8. Pergerakan robot mobil dari posisi (6,3) menuju (4,1)



Gambar 9. Pergerakan kedua robot mobil hasil pengujian keseluruhan

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa metode steepest ascent hill climbing telah berhasil diimplementasi pada mikrokontroler AT89S52 untuk mencari rute terpendek. Kedua robot dapat bergerak sesuai dengan rute yang telah didapat dengan menggunakan metode steepest ascent hill climbing dan juga kedua robot dapat bekerja sama dan berkomunikasi dengan baik. Tetapi karena area yang dirancang untuk pengujian berbentuk simetris, maka seharusnya terdapat lebih dari satu solusi berupa rute terpendek. Pada kasus ini, metode steepest ascent hill climbing hanya dapat menemukan satu solusi saja. Metode steepest ascent hill climbing tidak dapat digunakan untuk menentukan rute yang terpendek bila titik yang dievaluasi mempunyai jarak yang sama. Untuk pengembangan selanjutnya, sebaiknya area untuk pengujian, jangan dibuat simetris sehingga bisa terlihat jelas keberhasilan metode hill climbing dalam pencarian rute terpendek.

DAFTAR PUSTAKA

- Boylestad, Robert. 1992. *Electronic Devices and Circuit Theory*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Microcontroller Databook*. 1995. San Jose: Atmel Corporation.
- Nist Sematech, 2007. *e-Handbook of Statistical Methods: Single Response Case*. <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section5/pri531.htm>>
- Rich, Elaine. 1991. *Artificial Intelligence*. New York: McGraw-Hill