

## Optimasi Dimensi Mekanik Menggunakan Metode Algoritma Genetika Dan Sistem Pergerakan Robot iSRo G2

Indra Adji Sulistijono, Son Kuswadi, Itho Aulia Ashar

Jurusan Teknik Mekatronika

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS)

Kampus PENS, Jalan Raya ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia

(Tel: +62-31-594-7280 ext. 4186; Fax: +62-31-594-6114; Email: indra@eepis-its.edu).

### Abstrak

*Robot Autonomous Multiplatform di disain untuk negara yang secara geografis rawan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami, termasuk Indonesia. Disaat terjadi bencana korban yang berjatuh harus segera mungkin mendapat pertolongan dan perawatan untuk menghindari jumlah kematian yang lebih besar. Oleh karena itu robot yang dapat bergerak mencari dan menemukan letak korban dan dapat bermanuver diantara reruntuhan akibat bencana, sangat diperlukan untuk membantu tugas dari Tim SAR. Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah prototipe SAR robot dengan sistem gerak beroda yang dapat diaplikasikan sebagai robot pencari korban bencana alam ataupun korban reruntuhan gedung. Robot yang diberi nama iSRo Generasi 2 atau G2 bertugas untuk mencari letak keberadaan korban di dalam reruntuhan gedung yang sulit untuk dijangkau oleh manusia sehingga dapat memudahkan tim penyelamat untuk mengetahui keberadaan korban. Bentuk robot ini menyerupai tank, dan memiliki delapan roda yang dihubungkan dengan timing belt sistem mekanika robot ini memiliki sepuluh derajat kebebasan yang didesain agar mampu melewati beberapa medan, diantaranya medan reruntuhan yang tidak beraturan, medan anak tangga, medan turunan yang mempunyai kemiringan, medan tanjakan dan juga medan yang bercelah-celah. Perhitungan optimasi dimensi lingkungan dilakukan melalui sebuah metode yang terstruktur Algoritma Genetika. Robot ini memiliki persepsi gerak untuk mencapai titik tujuan sesuai dengan lintasan yang telah direncanakan. Robot ini menggunakan motor dc sebagai aktuatornya, ultrasonic range finder, magnetic compass, CO2 sensor dan thermals sensor sebagai sensor-sensornya. Robot juga dikendalikan dari jarak jauh dengan joystick dan juga dapat bergerak secara autonomus, untuk visualisasinya menggunakan wireless camera yang dikomunikasikan melalui perangkat komputer.*

Keyword : Genetic Algorithm, timing belt, ultrasonic range finder, autonomous robot, USAR robot.

### 1. Pendahuluan

Dalam enam tahun terakhir Indonesia kerap dilanda bencana alam 26 Desember 2004 Gempa bumi dahsyat berkekuatan 9,0 skala Richter mengguncang Aceh dan Sumatera Utara sekaligus menimbulkan gelombang tsunami di samudera Hindia, dan selanjutnya berturut-turut terjadi gempa bumi di Yogyakarta, di Sumatera

barat, di Bengkulu, di Papua, di Tasikmalaya dan terakhir di Sumatera Barat lagi. Yang mana mengakibatkan korban jiwa yang cukup mencengangkan, mulai dari jumlah korban Puluhan hingga Ratusan Ribu jiwa [4]. Oleh karena itu evakuasi korban harus dilakukan secara cepat dan tepat. Namun karena berbagai kendala lingkungan yang sulit dijangkau dan medan yang dapat membahayakan bagi tim penyelamat (SAR) sendiri, maka diperlukan alat bantu yang dapat mendukung kerja tim SAR untuk melewati lingkungan tersebut. Oleh karena itu dalam misi penyelamatannya dapat dilakukan secara cepat, tepat dan aman.

Salah satu alternatif alat bantu tim SAR dapat berupa sebuah robot pencari korban atau disebut dengan nama Urban Search and Rescue (USAR) Robot. USAR Robot yang dimaksud disini adalah robot yang dapat membantu tugas tim SAR dalam pencarian korban yang terletak pada medan-medan yang sulit dijangkau oleh tim SAR. Kemampuan USAR Robot adalah dapat memberitahukan letak korban, dapat dikendalikan dari jarak tertentu atau bergerak secara autonomus, dapat memetakan lokasi kejadian, mengenali korban yang masih hidup, bermanufer di lingkungan yang berbahaya serta sulit dijangkau.

Dilandasi hal tersebut maka penulis mencoba untuk merancang sebuah USAR Robot yang mampu mengatasi masalah dalam pencarian korban bencana. Dengan memfokuskan pada desain mekanika robot yang mampu menjelajahi segala jenis lingkungan. Seperti reruntuhan bangunan, lorong yang sempit, tanjakan, turunan, anak tangga ataupun pada posisi lingkungan yang menjebak. Dan selanjutnya Robot ini kita namakan dengan Robot ISRO-G2 (*intelligent Search ROBot*) Generasi ke-2.

Dalam penelitian ini, robot ISRO-G2 dirancang dengan mekanisme aktuator baru yaitu dengan menggabungkan dua mekanisme aktuator beroda (*mobile robot*) dan berkaki (*leg robot*) dalam satu platform. Robot mampu bergerak dengan mekanisme aktuator beroda (*mobile robot*) dan berkaki (*leg robot*) maupun bergerak dengan mengkombinasikan kedua aktuator tersebut. Robot diharuskan mencari dan mendeteksi adanya korban bencana, lalu memberitahukan kepada tim SAR bahwa ada korban yang harus diselamatkan. Untuk metode control autonomus yang digunakan untuk robot ini adalah menggunakan algoritma *Behaviour Based system*.

Oleh karena itu pembuatan robot dengan desain mekanik yang berdasarkan optimasi desain lingkungan menggunakan metode Algoritma Genetika untuk bisa membantu dalam membuat robot yang sanggup

menghadapi rintangan atau halangan pada lingkungan sekitar.

## 2. ALGORITMA GENETIKA

### 2.1. Teori

Algoritma Genetika atau Genetic Algorithm (GA) sebagai cabang dari Algoritma Evolusi merupakan metode adaptive yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup; yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam atau "siapa yang kuat, dia yang bertahan (survive)". Dengan meniru teori evolusi ini, Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-permasalahan dalam dunia nyata.

Peletak prinsip dasar sekaligus pencipta Algoritma Genetika adalah John Holland. Algoritma Genetika menggunakan analogi secara langsung dari kebiasaan yang alami yaitu seleksi alam. Algoritma ini bekerja dengan sebuah populasi yang terdiri dari individu-individu, yang masing-masing individu mempresentasikan sebuah solusi yang mungkin bagi persoalan yang ada. Dalam kaitan ini, individu dilambangkan dengan sebuah nilai fitness yang akan digunakan untuk mencari solusi terbaik dari persoalan yang ada.

Pertahanan yang tinggi dari individu memberikan kesempatan untuk melakukan reproduksi melalui perkawinan silang dengan individu yang lain dalam populasi tersebut. Individu baru yang dihasilkan dalam hal ini dinamakan keturunan, yang membawa beberapa sifat dari induknya. Sedangkan individu dalam populasi yang tidak terseleksi dalam reproduksi akan mati dengan sendirinya. Dengan jalan ini, beberapa generasi dengan karakteristik yang bagus akan bermunculan dalam populasi tersebut, untuk kemudian dicampur dan ditukar dengan karakter yang lain. Dengan mengawinkan semakin banyak individu, maka akan semakin banyak kemungkinan terbaik yang dapat diperoleh.

Sebelum Algoritma Genetika dapat dijalankan, maka sebuah kode yang sesuai (representatif) untuk persoalan harus dirancang. Untuk ini maka titik solusi dalam ruang permasalahan dikodekan dalam bentuk kromosom/string yang terdiri atas komponen genetik terkecil yaitu gen. Dengan teori evolusi dan teori genetika, di dalam penerapan Algoritma Genetika akan melibatkan beberapa operator, yaitu:

1. Operasi Evolusi yang melibatkan proses seleksi (selection) di dalamnya.
2. Operasi Genetika yang melibatkan operator pindah silang (crossover) dan mutasi (mutation).

Untuk memeriksa hasil optimasi, kita membutuhkan fungsi fitness, yang menandakan gambaran hasil (solusi) yang sudah dikodekan. Selama berjalan, induk harus digunakan untuk reproduksi, pindah silang dan mutasi untuk menciptakan keturunan. Algoritma Genetika menurut

Holland adalah metode pemindahan kromosom dari satu populasi ke populasi yang lain menggunakan seleksi alam dengan operator inspirasi genetik tentang pindah silang, mutasi, dan inversi (Mitchel, 1996). Jika Algoritma Genetika didesain secara baik, populasi akan mengalami konver gensi dan akan didapatkan sebuah solusi yang optimum.

Menurut Randy L Haupt dan Sue Ellen Haupt (2004) Algoritma Genetika adalah suatu teknik optimasi yang didasarkan pada prinsi genetik dan seleksi alam. Dalam Algoritma Genetika populasi terbentuk dari banyak individu yang berkembang sesuai aturan seleksi spesifik dengan memaksimalkan fitness. Beberapa keuntungan dari Algoritma Genetika antara lain :

- a. Bisa digunakan untuk variabel diskret dan kontinu
- b. Pencarian dari sampling yang luas secara serentak
- c. Bisa digunakan untuk jumlah variabel yang besar
- d. Hasil akhir berupa beberapa variabel yang optimum, tidak hanya satu penyelesaian saja
- e. Optimasi dilakukan dengan mengkodekan variabel
- f. Dapat digunakan pada data numerik, data eksperimental, atau fungsi analitik

Keuntungan di atas akan memberikan hasil yang memuaskan ketika pendekatan optimasi secara tradisional tidak bisa dilakukan.

Kemunculan Algoritma Genetika diinspirasi dari teori-teori dalam ilmu Biologi, sehingga banyak istilah dan konsep Biologi yang digunakan dalam Algoritma Genetika (Suyanto, 2005). Konsep yang paling penting adalah hereditas, yaitu sebuah ide yang menyatakan bahwa sifat-sifat individu dapat dikodekan dengan cara tertentu sehingga sifa-sifat tersebut dapat diturunkan pada generasi berikutnya.

Beberapa hal yang harus dilakukan dalam Algoritma Genetika adalah:

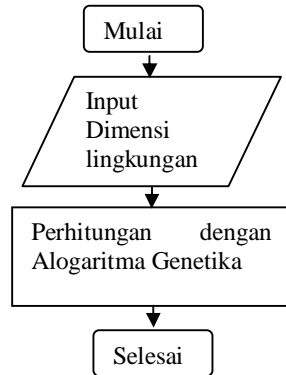
- Mendefinisikan *individu* dimana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
- Mendefinisikan *nilai fitness* yang merupakan ukuran baik-tidaknya sebuah individu atau baik-tidaknya solusi yang didapatkan.
- Menentukan proses *pembangkitan populasi awal*. Hal ini biasanya dilakukan dengan pembangkitan acak seperti random-walk.
- Menentukan proses *seleksi* yang akan digunakan.
- Menentukan proses *perkawinan silang (cross over) dan mutasi gen* yang akan digunakan.

Dengan mengambil input dari *rintangan yang kita inginkan*, maka dapat diketahui dimensi lebar arena, panjang arena, ukuran tangga, sudut kemiringan tangga, dan tinggi halangan yang akan dilewati. Maka data tersebut akan dijadikan sebagai data individu awal untuk proses Algoritma Genetika. Kemudian data tersebut diolah dan diproses dengan menggunakan metode genetika alogaritma melalui software di komputer, maka diharapkan ukuran dimensi robot iSRO-G2 seperti lebar body, panjang body, panjang flipper, dan tinggi robot secara keseluruhan bisa optimal, sehingga penggunaan

mobile robot platform untuk aplikasi medan yang tidak beraturan bisa terlaksana dan tercapai.

## 2.2. Penerapan Algoritma Genetika

Pada proses perhitungan menggunakan metode *Algoritma Genetika* ini meliputi 5 tahap antara lain, Mendefinisikan individu, mendefinisikan nilai fitness, menentukan proses pembangkitan populasi awal, menentukan proses seleksi yang akan digunakan, menentukan proses perkawinan silang (cross over) dan mutasi gen yang akan digunakan. Gambar 1 menunjukkan flowchart tahap pengerjaan metode.



**Gambar 1.** Flowchart tahap pengerjaan metode

Dengan perhitungan dimensi lingkungan menggunakan GA, maka robot yang akan dihasilkan bisa sanggup melewati medan lingkungan yang berbahaya.

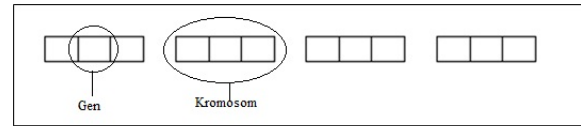
### 2.2.1. Mendefinisikan Individu

Dalam perhitungan dengan metode GA, maka proses pertama yang akan dilaksanakan adalah *mendefinisikan individu* dimana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat. Definisi individu yang diterapkan disini meliputi tinggi suatu obstacle, lebar tikungan suatu ruang, lebar pintu, dan tinggi suatu ruangan. Untuk tinggi lubang suatu obstacle, penerapannya adalah pada panjang flipper, dimana struktur dimensi panjang suatu flipper tersebut diharapkan mampu menjangkau tinggi suatu obstacle tersebut. Sedangkan lebar tikungan suatu ruang penerapannya untuk dimensi panjang robot yang diharapkan robot tersebut sanggup berbelok pada tikungan tersebut. Untuk lebar pintu penerapannya adalah pada lebar dimensi robot. Dan yang terakhir adalah tinggi lubang suatu obstacle, dimana diharapkan robot tersebut mampu melewati dan menerobos lubang tersebut.

Dari studi pembelajaran mengenai struktur lingkungan bencana, maka dapat diketahui perkiraan ukuran yang diterapkan pada desain robot meliputi :

- Panjang flipper
- Panjang bodi
- Lebar bodi
- Tinggi robot

Dalam hal ini saya mendefinisikan setiap individu atau gen dengan nilai 3 bit, dari empat individu yang ada maka saya harus menggunakan 4 kromosom. seperti yang tertera dalam Gambar 2.



**Gambar 2.** Individu

### Mendefinisikan nilai Fitness

Proses kedua dalam perhitungan GA adalah Mendefinisikan nilai fitness yang merupakan ukuran baik-tidaknya. Untuk ukuran terbaiknya meliputi range:

- Panjang flipper 17- 25 cm.
  - Panjang bodi 80 – 100 cm.
  - Lebar bodi 50 – 80 cm.
  - Tinggi robot 13 – 20 cm.
- Untuk mendefinisikannya sebagai berikut:
- Panjang flipper:  
Apabila nilai biner 000 = 17 cm dan 111 = 25 cm
  - Panjang bodi:  
Apabila nilai biner 000 = 80 cm dan 111 = 100 cm
  - Lebar bodi:  
Apabila nilai biner 000 = 50 cm dan 111 = 80 cm
  - Tinggi robot:  
Apabila nilai biner 000 = 13 cm dan 111 = 20 cm

### 2.2.2 Proses Pembangkitan Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah individu secara acak melalui prosedur tertentu. Cara yang dilakukan adalah dengan merandom nilai gen sesuai dengan representasi kromosom yang digunakan

### 2.2.3 Proses Seleksi

Seleksi digunakan untuk memilih individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk proses kawin silang dan mutasi. Seleksi digunakan untuk mendapatkan calon induk yang baik. “Induk yang baik akan menghasilkan keturunan yang baik”. Semakin tinggi nilai fitness suatu individu semakin besar kemungkinannya untuk terpilih.

Langkah pertama yang dilakukan dalam seleksi ini adalah pencarian nilai fitness. Nilai fitness ini yang nantinya akan digunakan pada tahap-tahap seleksi berikutnya. Masing-masing individu dalam wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai obyektif dirinya sendiri terhadap nilai obyektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut.

### 2.2.4 Proses Perkawinan Silang dan Mutasi Gen

Crossover ini dilakukan dengan menentukan nilai  $r$  sebagai bilangan random lebih 0 dan kurang dari 1. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan jumlah kromosom yang cukup untuk membentuk

generasi baru dimana generasi baru ini merupakan representasi dari solusi baru.

### 3. ANALISA GA DAN SISTEM PERGERAKAN ROBOT ISRO G2

#### 3.1 Analisa GA

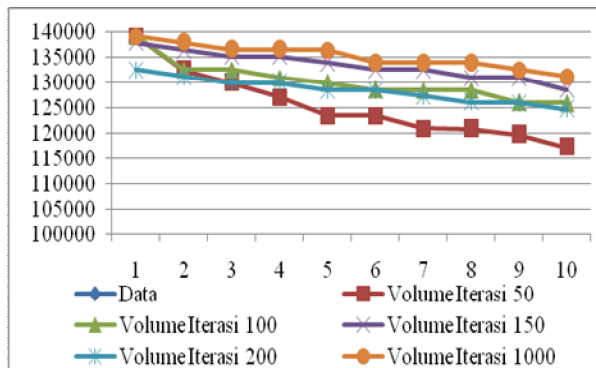
Dari hasil percobaan, saya mengambil 5 data dari 5 kali iterasi, untuk membandingkan data pada iterasi berapa yang terbaik, nilai data yang pertama dengan 50 kali iterasi, nilai data yang kedua dengan 100 kali iterasi, nilai data yang ketiga dengan 150 kali, nilai data yang keempat dengan 200 kali iterasi, dan nilai data yang terakhir dengan 1000 kali iterasi. Dimana data terbaik dari iterasi tersebut harus dilihat dari hasil tiap iterasi yang dimasukkan.

Tabel 1 menunjukkan hasil analisa perbandingan dari 5 kali data dari iterasi tersebut.

Tabel 1. Hasil Proses GA

Data	Volume Iterasi 50	Volume Iterasi 100	Volume Iterasi 150	Volume Iterasi 200	Volume Iterasi 1000
1	139200.00	139200.00	137874.28	132571.42	139200.00
2	132440.81	132558.36	136457.14	131245.72	137874.28
3	129919.99	132558.36	135222.86	129959.18	136548.56
4	127165.06	130980.57	135157.55	129919.99	136548.56
5	123526.53	129920.01	133897.14	128476.74	136457.14
6	123461.23	128594.28	132571.44	128461.71	133897.14
7	120979.59	128476.74	132571.44	127346.95	133897.14
8	120901.22	128461.71	130980.57	126073.48	133897.14
9	119757.39	126073.47	130971.43	125982.04	132571.44
10	117288.16	125942.86	128620.41	124734.70	131258.78

Dari hasil pengujian software C++, maka didapat hasil data seperti pada tabel 4.1, kemudian dari hasil tersebut dimasukkan pada program excel untuk didapatkan grafik perubahan data terhadap berbagai iterasi yang diinginkan. Berikut gambar 3 yang menunjukkan grafik pada excel tersebut.



Gambar 3. Grafik hasil proses GA

Dari hasil pada gambar 3 tersebut perbedaan hasil data yang terbaik sangat tipis, dan susah jika hanya dilihat dengan memandang data tersebut, oleh karena itu perlu proses pengolahan data dengan cara Kruskal-Wallis, berikut gambar 4 adalah hasil dari pengolahan data tersebut.

Kruskal-Wallis Test: volume versus faktor				
Kruskal-Wallis Test on volume				
faktor	N	Median	Ave Rank	Z
1	10	123494	13.2	-3.00
2	10	129257	22.5	-0.74
3	10	133234	34.4	2.16
4	10	128469	17.4	-1.98
5	10	135177	40.2	3.55
Overall	50		25.5	
H = 24.57 DF = 4 P = 0.000				
H = 24.60 DF = 4 P = 0.000 (adjusted for ties)				

Gambar 4. Hasil proses perhitungan Kruskal-Wallis

Berdasarkan uji kruskal wallis, diperoleh nilai z yang paling maksimum sebesar 3,55 pada banyaknya iterasi 1000. selain itu, nilai peringkat rata-rata yang dimiliki banyaknya iterasi 1000 juga memiliki nilai yang paling maksimum. Sehingga dapat disimpulkan bahwa banyaknya iterasi 1000 memiliki nilai rata-rata sama dibandingkan banyaknya iterasi 50, 100, 150, dan 200.

Jika yang terbaik adalah data dengan nilai terasi 1000, maka data yang terbaik dari nilai iterasi 1000 adalah

- Lebar bodi : 58 cm
- Panjang bodi : 78 cm
- Panjang flipper : 42 cm
- Tinggi bodi : 20 cm
- Volume : 139.200 cm

Dari hasil tersebut seharusnya diimplementasikan pada dimensi nyata robot iSRo G2, tetapi dikarenakan beberapa faktor, hasil tersebut tidak bisa 100 % diaplikasikan, dikarenakan beberapa part komponen seperti belt yang tidak tersedia dengan ukuran tersebut, tetapi untuk hasil nyatanya diusahakan dengan komponen yang tersedia dipasaran untuk memenuhi ukuran robot tersebut. Berikut hasil ukuran dimensi robot iSRo G2 setelah mengalami proses pembuatan.

- Lebar bodi : 56,5 cm
- Panjang bodi : 75 cm
- Panjang flipper : 37,5 cm
- Tinggi bodi : 20 cm
- Volume : 127.125 cm

Dari hasil perbandingan nilai ukuran dimensi nyata robot iSRo G2 dengan hasil perhitungan GA melalui software didapat nilai error. Berikut hasil nilai error di tiap dimensi ukurannya.

$$\% \text{ Error} = \frac{| \text{Nilai Software} - \text{Nilai Real} |}{\text{Nilai Software}} \quad (1)$$

Dari rumus perhitungan error tersebut (1), maka didapat nilai error dari tiap perhitungan nilai lebar bodi,

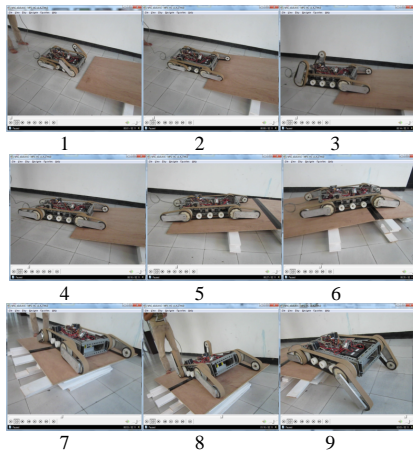
panjang bodi, panjang flipper dan tinggi bodi sebagai berikut.

- Lebar bodi : 2,5 %
- Panjang bodi : 2,5 %
- Panjang flipper : 10,7 %
- Tinggi bodi : 0 %
- Volume : 8,8 %

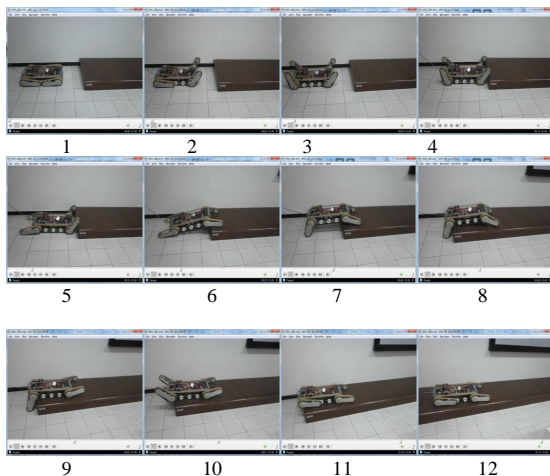
Nilai error tertinggi adalah pada perhitungan tersebut terletak pada panjang flipper yang mencapai nilai 10,7 % error dari nilai software, dan nilai error terendah ada pada lebar bodi dan panjang flipper yang memiliki nilai error sebesar 2,5 % dan untuk nilai total error sebesar 8,8 % .

### 3.2 Sistem Pergerakan Robot iSRo G2

Ada beberapa variasi model pergerakan platform robot, berikut akan dijelaskan bagaimana pergerakan robot iSRo G2 ketika melewati *obstacle*. Pergerakan yang pertama adalah ketika robot melewati tanjakan dengan medan datar. Berikut gambar penjelasannya.



Gambar 5. Pergerakan Platform Robot Beroda

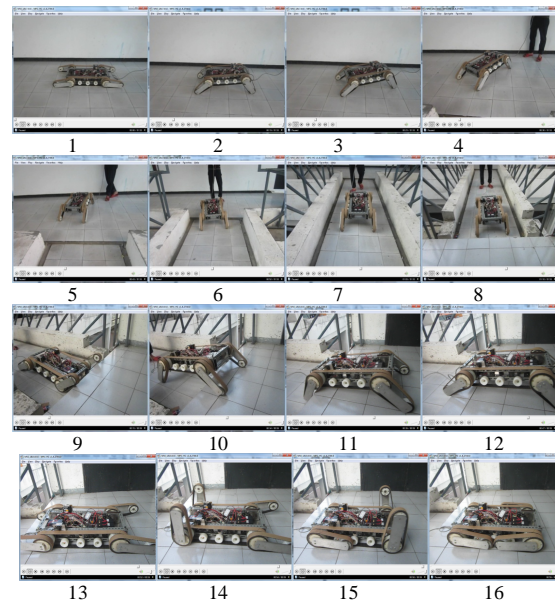


Gambar 6. Pergerakan Platform Robot Berkaki

Dari gambar pergerakan platform robot beroda tersebut terlihat bahwa robot iSRo G2 melewati tanjakan dengan medan datar, robot tersebut mampu melewati dengan lancar tanpa ada kendala berarti. Adapun model

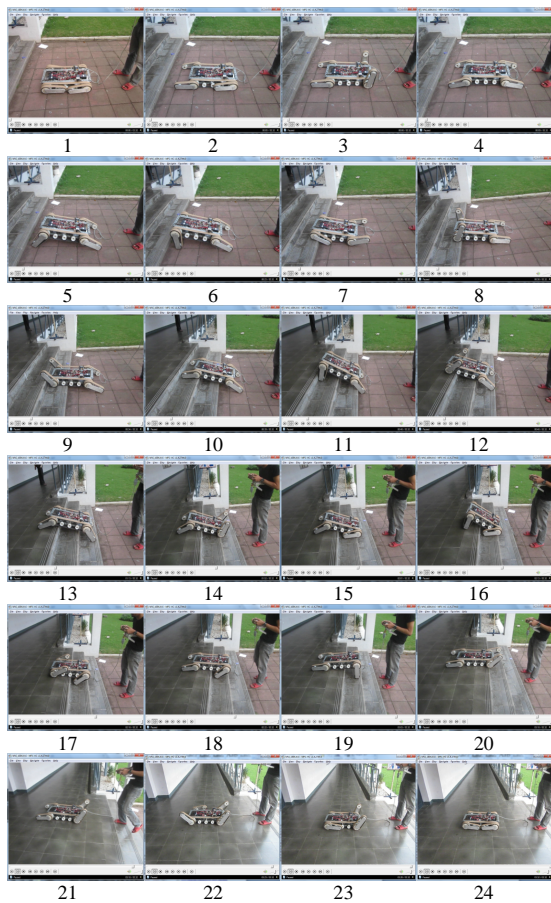
pergerakan kedua, ketika melewati balok kayu seperti pada gambar 6.

Dari gambar pergerakan platform robot berkaki tersebut dapat dilihat pergerakan robot iSRo G2 ketika melewati medan balok kayu, dengan bantuan lengan 2 lengan flipper depan dan 2 lengan flipper belakang robot tersebut mampu melewati balok kayu ini dengan baik. Torsi pada motor DC Power Window sanggup mengangkat lengan robot. Kemudian kombinasi pergerakan 2 lengan flipper depan dan 2 lengan flipper belakang tersebut cukup membantu pergerakan robot, terutama dalam melewati medan tidak datar atau dalam kasus ini melewati balok kayu. Adapun pergerakan ketiga yaitu kombinasi berbelok, sedikit turun dan naik, lebih jelasnya kombinasi pergerakan robot tersebut dapat dilihat seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Pergerakan Platform Robot Hybrid 1

Dari gambar pergerakan platform robot hybrid 1 tersebut dapat dilihat pergerakan robot iSRo G2 ketika berbelok, pertama robot tersebut karus dalam posisi berdiri, hal ini dikarenakan apabila dalam posisi datar, robot mengalami kesusahan dalam berbelok, dikarenakan disain roda *ackerman* apabila tidak berbentuk persegi akan susah dalam berbelok, karena pada robot iSRo G2 ini berbentuk persegi panjang. Setelah robot sanggup berbelok dengan posisi berdiri, robot berjalan turun dengan sedikit turunan dan sanggup dilalui dengan mudah. Setelah itu robot berjalan lurus, dan berhadapan dengan halangan dengan tanjakan balok, disini pergerakan robot tersebut sama seperti pada pergerakan sebelumnya, yaitu dengan kombinasi pergerakan 2 lengan flipper depan dan 2 lengan flipper belakang. Setelah melakukan berbagai kombinasi pergerakan tersebut, robot pada akhirnya sukses melewati *obstacle* tersebut dengan lancar tanpa mengalami kesulitan yang cukup berarti. Adapun pergerakan keempat yaitu dengan model *obstacle* melewati tiga buah anak tangga. lebih jelasnya kombinasi pergerakan robot tersebut dapat dilihat seperti pada gambar 7.



**Gambar 8.** Pergerakan Platform Robot Hybrid 2

Dari gambar 8 pergerakan platform robot hybrid 2 tersebut dapat dilihat pergerakan robot iSRo G2 ketika melewati 3 buah anak tangga, yaitu tetap sama seperti pada pergerakan-pergerakan sebelumnya dengan bantuan 2 lengan flipper depan dan 2 lengan flipper belakang. Pergerakan tersebut seperti menyerupai orang berenang, lengan keseluruhan berputar untuk mengangkat beban robot. Tidak pada 2 lengan flipper depan dan 2 lengan flipper belakang saja yang ikut berputar, tetapi belt pada 2 lengan flipper depan dan 2 belt pada lengan flipper belakang ikut berputar pula guna mendorong robot tersebut. Kombinasi pergerakan *hybrid* tersebut sukses terlaksana.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada pembahasan yang telah dilakukan dengan perhitungan *Genetic Algorithm* dan analisa mekanik maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Dalam analisa proses *Genetic Algorithm*, semakin banyak iterasi, maka data yang didapat semakin baik, diambil data iterasi yang ke 1000.
2. Dari hasil perhitungan *Genetic Algorithm*, tidak bisa 100% terpenuhi, maka didapat hasil yang seminimal mungkin dari hasil perhitungan yaitu meliputi ukuran dimensi lebar bodi sebesar 56,5 cm dengan nilai error sebesar 2.5%, panjang bodi 75 cm dengan nilai error sebesar 2.5%, panjang flipper 37,5cm dengan nilai error sebesar 10.7%, tinggi bodi 20 cm

dengan nilai error sebesar 0 % dan volume 127.125 cm dengan nilai error sebesar 8.8%.

3. Algoritma Genetika dapat digunakan untuk mendesain dimensi robot yang optimum disesuaikan dengan kebutuhan peralatan dan bahan yang ada di pasaran.
4. Sistem multiplatform pada robot iSRo G2 mampu melewati berbagai hambatan pada medan (fields).

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional sesuai surat perjanjian pelaksanaan Penelitian Hibah Strategis Nasional Nomor: 1446/D3/PL/2010 tanggal 12 Juli 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Randy L. Haupt . 2004. "Practical Genetic Algorithms". A John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Mitchel, M. 1996. *An Introduction to Genetic Algorithms*. England : Massachusetts Institute of Technology.
- [3] Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika Dalam Matlab*. Yogyakarta : Andi offset.
- [4] Gempa bumi - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas (diakses tanggal 3 Juli 2010): [http://id.wikipedia.org/wiki/Gempa\\_bumi](http://id.wikipedia.org/wiki/Gempa_bumi).
- [5] Son Kuswadi, Indra Adji Sulistijono, Rachman Ardyansyah, Ahmad Zulkarnain, Tiyo Avianto, Ilmi Rizki Imaduddin, Achmad Luthfi, Moh. Syaifulloh, Achmad Jazidie, Mitsuji Sampei, The Mobility Performances of New Wheeled and Legged Hybrid Mechanism System Robot iSRo, ICROS-SICE International Joint Conference 2009, Proceeding (CD ROM) of the IEEE Society of Instrument and Control Engineers (SICE) and The Institute of Control, Robotics and Systems (ICROS) (ICCAS-SICE 2009), Fukuoka, Japan, Aug 18-22, 2009, pp.2949-2954.
- [6] I Made Santo Gitakarma, Son Kuswadi, Indra Adji Sulistijono, Sistem Navigasi Robot Otonom Multiplatform iSRo II Dengan Compact Dynamic Fuzzy Q-Learning, Proceeding of Industrial Electronics Seminar 2010 (IES2010), Surabaya, Indonesia, Nov 3, 2010
- [7] Handy Wicaksono, Khairul Anam, Prihastono, Indra Adji Sulistijono, Son Kuswadi, Compact Fuzzy Q Learning for Autonomous Mobile Robot Navigation, Proceedings (CD ROM) of the IASTED International Conference Robotics (Robo 2010), Phuket, Thailand, Nov 24 - 26, 2010, pp.148-155.