

PENERAPAN ALGORITMA GENETIK UNTUK OPTIMASI POLA PENYUSUNAN BARANG DALAM RUANG TIGA DIMENSI

Eddy Triswanto Setyoadi, ST., M.Kom.*

ABSTRAK

Melakukan optimasi dalam pola penyusunan barang di dalam ruang tiga dimensi harus dapat dilakukan untuk menekan biaya seperti biaya pengiriman, biaya sewa gudang dan sebagainya. Algoritma Genetik sebagai metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam untuk mendapatkan sebuah individu dengan susunan gen-gen terbaik, mampu memberikan solusi bagaimana pola susunan barang dioptimalkan melalui proses iterasi sampai beberapa generasi dengan operatornya yaitu *crossover* dan *mutasi*. Dengan menginputkan spesifikasi ruang dan barang-barang beserta nilai parameter Algoritma Genetik, proses optimasi akan menemukan pola susunan barang dengan *fitness* terbaik, yaitu semakin sedikit ruang kosong yang tersisa.

Kata Kunci: Optimasi, Penyusunan Barang, Algoritma Genetik.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, efisiensi pada segala bidang di dalam dunia usaha sangat dibutuhkan. Hal ini biasanya dilakukan dengan cara menekan biaya pengeluaran dengan tujuan untuk meningkatkan laba yang akan didapat oleh suatu perusahaan. Salah satu faktor yang sering menimbulkan besarnya biaya pengeluaran dalam dunia usaha adalah proses pengiriman barang dari suatu tempat ketempat yang lain.

1.1. Latar Belakang

Kasus yang selalu sering terjadi pada suatu proses pengiriman barang adalah penyusunan letak barang dalam sebuah kontainer yang tidak optimal akan membutuhkan biaya yang berlipat karena dibutuhkan kontainer lain untuk mengangkut sisa barang yang seharusnya dapat dimasukkan hanya dalam satu kontainer saja apabila pola penyusunan barang didalamnya dioptimalkan.

Melihat kasus diatas dapat disimpulkan bahwa optimasi pola penyusunan barang pada suatu ruang mempunyai peran yang sangat penting dalam dunia usaha untuk menekan biaya pengeluaran seminimal mungkin. Dan untuk membantu penyelesaian masalah tersebut maka perlu dibangun suatu program aplikasi komputer (*software* komputer) yang ada penerapannya mampu memberikan jawaban atau solusi bagaimana seharusnya pola penyusunan barang pada ruang tiga dimensi, dimana pola penyusunan tersebut akan sulit ditemukan dengan cara manual.

1.2. Perumusan Masalah

Dari apa yang telah diuraikan pada latar belakang masalah maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana agar program aplikasi komputer yang dibuat pada penelitian ini mampu memberikan solusi terbaik tentang bagaimana pola penyusunan barang yang seoptimal mungkin dapat dilakukan pada ruang tiga dimensi.

* Staf Pengajar Program Studi S1-Sistem Informasi IKADO

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan penerapan terhadap metode Algoritma Genetik dalam menangani kasus optimasi pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi.

Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini, agar dapat membantu masyarakat, terutama yang bergerak dalam bidang usaha, supaya dapat memberikan solusi terbaik bagaimana pola penyusunan barang yang optimal pada suatu ruang tiga dimensi.

1.4. Hipotesis

Sebagai metode pencarian solusi yang berpatokan pada seleksi alam, Algoritma Genetik diyakini mampu memberikan solusi terbaik mengenai optimasi pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi.

2. LANDASAN TEORI

Pada penelitian ini teori-teori pendukung yang diperlukan dalam membantu penyelesaian penelitian ini adalah teori dasar mengenai Algoritma Genetik, relevansi Algoritma Genetik dalam optimasi pada pola penyusunan barang, dan penyimpanan data (*database*).

2.1. Teori Dasar Algoritma Genetik

Sebuah solusi yang dibangkitkan dalam Algoritma Genetik disebut sebagai kromosom, sedangkan kumpulan kromosom-kromosom tersebut disebut sebagai populasi. Sebuah kromosom dibentuk dari komponen-komponen penyusun yang disebut sebagai *gen* dan nilainya dapat berupa bilangan numerik, *biner*, simbol ataupun karakter, tergantung dari permasalahan yang ingin diselesaikan. Kromosom-kromosom tersebut akan berevolusi secara berkelanjutan yang disebut generasi. Dalam tiap generasi kromosom-kromosom tersebut dievaluasi tingkat keberhasilan nilai solusinya terhadap masalah yang ingin diselesaikan (fungsi obyektif) menggunakan ukuran yang disebut dengan *fitness*. Untuk memilih kromosom yang tetap dipertahankan untuk generasi selanjutnya dilakukan proses yang disebut dengan seleksi. Proses seleksi kromosom menggunakan konsep aturan evolusi Darwin yang telah disebutkan sebelumnya yaitu kromosom yang mempunyai nilai *fitness* tinggi akan memiliki peluang lebih besar untuk terpilih lagi pada generasi selanjutnya.

Kromosom-kromosom baru yang disebut dengan *offspring*, dibentuk dengan cara melakukan perkawinan antar kromosom-kromosom dalam satu generasi yang disebut sebagai *crossover*. Jumlah kromosom dalam populasi yang mengalami *crossover* ditentukan oleh parameter yang disebut dengan *crossover threshold*. Mekanisme perubahan susunan unsur penyusun makhluk hidup akibat adanya faktor alam yang disebut dengan mutasi direpresentasikan sebagai proses berubahnya satu atau lebih nilai *gen* dalam kromosom dengan suatu nilai acak. Jumlah *gen* dalam populasi yang mengalami mutasi ditentukan oleh parameter yang dinamakan mutasi *threshold*. Setelah beberapa generasi akan dihasilkan kromosom-kromosom yang nilai *gen-gen* – nya konvergen ke suatu nilai tertentu yang merupakan solusi terbaik yang dihasilkan oleh Algoritma Genetik terhadap permasalahan yang ingin diselesaikan.

2.2. Relevansi Algoritma Genetik dalam Optimasi pada Pola Penyusunan Barang

Parameter optimal atau tidak dapat dilihat dari sisi ruang kosong yang masih ada jika terdapat beberapa barang yang tidak muat untuk dimasukkan ke dalam ruang. Semakin sedikit ruang kosong yang ada dengan pola susunan barang tertentu (memperhatikan keseimbangan dan kebutuhan barang) akan menjadi solusi terbaik bagi masalah optimasi pola penyusunan barang. Berikut ini akan dijelaskan istilah Algoritma Genetik untuk:

- *Gen*
Gen merupakan unit dasar pembawa factor genetik yang menyusun sebuah kromosom atau individu. *Gen* mewakili satu barang didalam kromosom.
- *Allele*
Allele adalah nilai yang mungkin dalam sebuah *gen*. *allele* setiap *gen* adalah kode barang.
- *Locus* atau *Loci*
Locus atau *Loci* adalah posisi *gen* dalam suatu kromosom atau individu.
- *Genotip*
Genotip adalah representasi urutan *allele* yang membentuk sebuah individu atau kromosom. *Genotip* digambarkan sebagai rangkaian kode barang dalam kromosom.
- Kromosom
Kromosom adalah sederetan *gen* dalam jumlah tertentu yang merupakan pembawa utama informasi genetik. Kromosom diperlukan untuk memberikan gambaran suatu individu dalam populasi. Terdapat 4 macam representasi kromosom, yaitu: *biner*, *integer*, *floating-point*, dan *path*.
- *Phenotip*
Phenotip adalah representasi fisik hasil *decoding genotip*. *Phenotip* digambarkan sebagai rangkaian kode barang dalam kromosom untuk disusun kedalam ruang.
- Evaluasi
Proses penyusunan barang (*gen*) dalam ruang untuk mendapatkan *fitness* dari setiap individu.
- Populasi
Populasi merupakan kumpulan dari sejumlah individu atau kromosom. Ukuran populasi (jumlah individu) adalah sama untuk setiap generasi.
- Generasi
Generasi merupakan tingkatan keturunan sebuah populasi.
- *Offspring*
Offspring merupakan individu baru hasil adaptasi.
- *Crossover*
Crossover merupakan proses menggabungkan ciri dari dua kromosom *parent* untuk membentuk *offspring* dengan menukar segmen-segmen yang berhubungan pada *parent*-nya.
- Mutasi
Mutasi adalah proses mengubah satu atau lebih *gen* dari kromosom *parent* dimana *gen* dipilih secara random.
- *Fitness*
Fitness adalah nilai atau ukuran dari suatu individu atau kromosom. *Fitness* yang baik maka akan tetap dipertahankan sedangkan yang jelek maka akan disingkirkan.

- Seleksi
Seleksi adalah proses pemilihan individu atau kromosom terbaik (dengan nilai *fitness* terbaik) yang nantinya digunakan sebagai *parent*.

2.3. Database

Database merupakan kumpulan dari data yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tersimpan diperangkat keras komputer dan digunakan perangkat lunak untuk memanipulasinya. *Database* menjadi komponen utama dalam membangun sebuah sistem yang menyangkut pendokumentasian data.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, perihal yang perlu diperhatikan dalam mencapai keberhasilan terhadap penelitian yang dilakukan adalah dengan meneliti bagaimana cara penyusunan barang dalam sebuah ruang tiga dimensi dan bagaimana cara perhitungan nilai *fitness* sebagai nilai yang akan diolah oleh algoritma genetik.

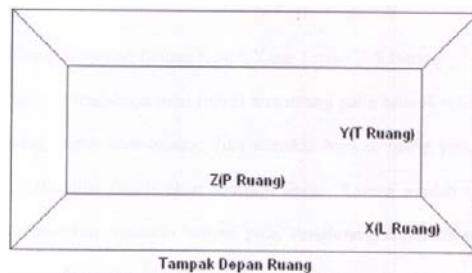
3.1. Penyusunan Barang dalam Ruang

Penerapan *Algoritma Genetik* dalam proses penyusunan barang yaitu dengan meletakkan secara alami barang-barang yang diwakili oleh kode barang pada *gen-gen* dalam satu kromosom mulai *gen* pertama sampai *gen* terakhir. Peletakan secara alami diartikan bahwa proses peletakan barang hanya memperhatikan bisa tidaknya suatu barang pada *gen* masuk ke dalam ruang dengan *space* tertentu. Jika *space* tertentu tidak dapat memenuhi panjang, lebar dan tinggi barang maka akan dicari koordinat lain dalam ruang sampai barang tersebut bisa masuk sepenuhnya kedalam ruang kecuali koordinat telah mencapai panjang, lebar dan tinggi maksimal dari ruang. Apabila sudah tidak ada *space* kosong untuk menampung suatu barang maka barang tersebut akan disimpan dalam tabel sisa barang.

Proses penyusunan barang ini dilakukan berulang-ulang sebanyak kromosom yang ada pada setiap generasi. Mulai dari *gen* pertama sampai *gen* terakhir dalam variabel kromosom dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pencarian Tempat Kosong

Pada intinya proses ini bekerja untuk mencari koordinat kosong dalam ruang (koordinat x,y,z) yang diwakili oleh variabel posisi. Saat ditemukan satu koordinat kosong dalam variabel posisi (misalnya posisi[1,1,1]="") maka akan dipanggil procedure tempat_kosong untuk mencari tempat kosong lainnya sejauh panjang, lebar dan tinggi barang. Jika terpenuhi, maka variabel masuk (*boolean*) diisi true yang artinya proses dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya. Prioritas penempatan barang dalam ruang yang didahulukan adalah pertama sejajar sumbu X (lebar ruang), kemudian sejajar sumbu Y (tinggi ruang), kemudian ketiga sejajar sumbu Z (panjang ruang).



Gambar Ruang 3 Dimensi

2. Pengisian Koordinat Ruang

Jika pencarian tempat kosong menghasilkan nilai variabel masuk=true, maka pengisian koordinat ruang akan dilakukan dengan cara menandai koordinat ruang sejauh panjang, lebar, tinggi suatu barang dengan kode barang tersebut. Dan apabila sudah terisi maka barang lain tidak boleh menempati koordinat tersebut.

3. Pengecekan Beban Maksimal Ruang

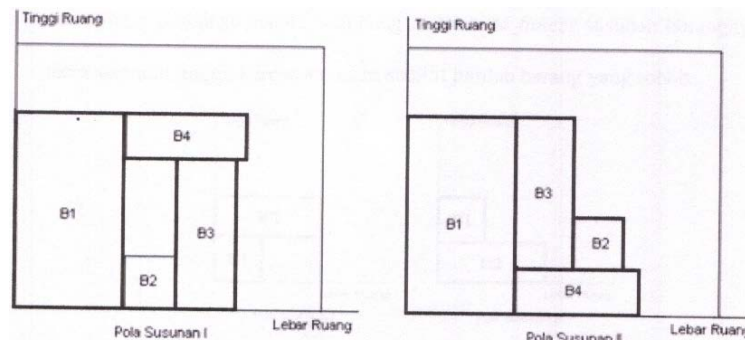
Pengecekan ini dilakukan untuk memastikan apakah berat seluruh barang yang telah disusun kedalam suatu ruang beratnya mampu untuk ditampung oleh beban maksimal ruang tersebut.

3.2. Penghitungan *Fitness*

Setelah proses penyusunan barang kedalam ruang selesai dilakukan maka proses selanjutnya adalah menghitung nilai *fitness* dari setiap pola susunan tersebut. Ada tiga teknik dalam menghitung nilai *fitness* dari setiap pola susunan barang yaitu:

1. Perhitungan Jumlah Satuan Ruang Yang Terisi Oleh Barang

Tingginya rendahnya nilai *fitness* tergantung pada banyak tidaknya satuan ruang yang terisi oleh barang. Jika semakin banyak ruang yang terisi oleh barang maka nilai *fitness* akan semakin tinggi. Karena jumlah barang yang dapat dimasukkan semakin banyak pula. Penghitungan jumlah satuan ruang yang terisi oleh barang dibagi menjadi empat tahap yaitu : $\frac{1}{4}$ tinggi ruang, $\frac{1}{2}$ tinggi ruang, $\frac{3}{4}$ tinggi ruang, dan seluruh ruang. Penghitungan *fitness* dalam $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, dan $\frac{3}{4}$ tinggi ruang dimaksudkan untuk mengantisipasi apabila terdapat *fitness* yang sama besar dari dua kromosom atau lebih. Untuk lebih memperjelas perhatikan contoh kasus dibawah ini :

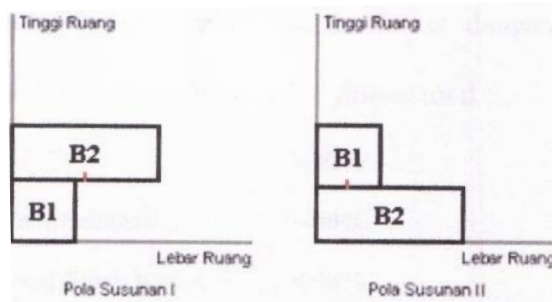


Gambar Contoh Hasil *Fitness* Yang Sama Besar

Pada gambar 3.5. dapat dilihat bahwa *fitness* yang didapat pada pola susunan I dan pola susunan II adalah sama besar jika dipakai teknik menghitung jumlah satuan ruang yang terisi oleh barang, karena seluruh barang dapat dimasukkan ke dalam ruang. Tetapi jika dilihat secara tampilan tiga dimensi, maka pola susunan II lebih baik dibanding pola susunan I karena pada pola susunan I terdapat rongga kosong diantara tumpukan barang. Oleh karena diperlukan penghitungan *fitness* dalam $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, dan $\frac{3}{4}$ tinggi ruang yang memberi satuan terkecil tidak terisi oleh barang untuk dijadikan pola susunan dengan *fitness* terbaik.

2. Perhitungan Jumlah Barang Yang Seimbang Di Dalam Ruang

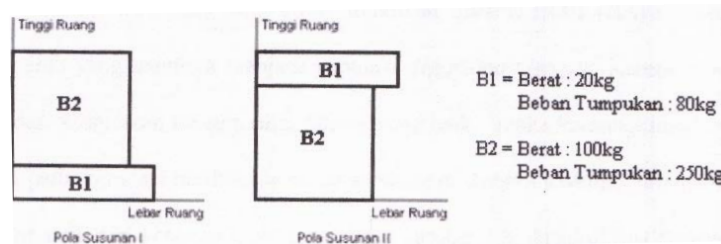
Penghitungan *fitness* dilakukan dengan cara menghitung jumlah barang yang menempati posisinya secara seimbang (titik berat barang berada diatas barang lain, kecuali barang dilantai ruang), jika semakin banyak barang yang menempati posisinya secara seimbang maka nilai *fitness* susunan barangnya akan semakin tinggi, karena semakin sedikit jumlah barang yang roboh.



Gambar Pola Susunan I (tidak seimbang), Pola Susunan II (seimbang)

3. Perhitungan Jumlah Barang Yang Tidak Rusak Didalam Ruang

Cara memperoleh nilai *fitness* yaitu menghitung banyaknya barang yang tidak hancur dalam tumpukan. Tidak hancurnya suatu barang diketahui dengan cara menghitung jumlah berat barang lain yang berada diatas barang tersebut apabila berat barang-barang diatasnya mampu ditampung oleh beban tumpukan barang tersebut maka barang tersebut tidak hancur. Dan semakin banyak barang yang tidak hancur maka nilai *fitness* akan semakin tinggi.



Gambar Pola Susunan I (B1 rusak) Pola Susunan II (B1 tidak rusak)

Setelah semua teknik pencarian *fitness* dilakukan maka nilai-nilai *fitness* tersebut digabungkan menjadi satu untuk mendapatkan nilai *fitness* akhir dari susunan barang dimana *fitness* terbaik adalah *fitness* dengan nilai tertinggi. Berikut ini adalah contoh cara menghitung nilai *fitness* total :

$$\begin{aligned}
 \text{Fitness Total Ruang terisi} &= 92\% \\
 \text{Fitness Jumlah Barang Yang Seimbang} &= 80\% \\
 \text{Fitness Jumlah Barang Yang Tidak Rusak} &= 98\% \\
 \text{Fitness Total} &= (92+80+98)/3=90
 \end{aligned}$$

$$\text{Fitness total} = (\text{Fitness ruang_terisi} + \text{fitness barang seimbang} + \text{fitness barang_utuh}) / 3$$

Rumus Menghitung *Fitness* Total

4. UJI COBA

Hasil dari penelitian yang dilakukan telah diuji cobakan melalui *software* yang dibuat dengan tujuan untuk memudahkan dalam melakukan eksperimen, sebagai salah satu contoh diberikan kasus dengan data-data sebagai berikut:

- Data Ruang

Tabel Inputan Data Ruang

Panjang	Lebar	Tinggi	Volume	Beban Max
5m	3m	3m	45m ³	10.000kg

- Data Barang

Tabel Inputan Data Barang

Kode	P(cm)	L(cm)	T(cm)	Berat(kg)	Beban(kg)	Jumlah
B1	200	100	70	30	100	10
B2	100	60	50	20	100	20
B3	80	50	40	10	50	20
B4	120	90	60	30	90	20
B5	50	40	30	5	20	30

- Data Parameter Algoritma Genetik

Tabel Inputan Data Parameter Algoritma Genetik

Generasi Max	Jumlah Kromosom	Mutasi Threshold	Crossover Threshold
100	20	0.3	0,4

Contoh kasus dengan data yang telah dijabarkan sebelumnya, dengan memanfaatkan metode Algoritma Genetik akan menghasilkan beberapa informasi yang diperlukan, berikut informasi-informasi yang dihasilkan dari contoh kasus tersebut:

Tabel *Fitness* Pola Susunan Barang

Informasi	Nilai
<i>Fitness</i> Ruang Terisi	91%
<i>Fitness</i> Barang Seimbang	97%
<i>Fitness</i> Barang Utuh	90%
<i>Fitness</i> Total	92,667%
Sisa Barang	B2(3)

Tabel *Output* Data Pola Susunan Barang

Kode Barang	X	Y	Z	Kode Barang	X	Y	Z	Kode Barang	X	Y	Z
B4	0	0	0	B5	0	240	60	B3	200	0	260
B4	60	0	0	B1	0	140	180	B3	240	0	260
B4	120	0	0	B5	50	240	60	B1	0	140	280
B4	180	0	0	B5	100	240	60	B3	200	50	260
B4	240	0	0	B5	150	240	60	B3	240	50	260
B4	0	120	0	B5	200	240	60	B3	200	100	260
B4	60	120	0	B5	250	240	60	B3	240	100	260
B4	120	120	0	B5	0	240	90	B3	200	150	260

Tabel Output Data Pola Susunan Barang (Lanjutan)

Kode Barang	X	Y	Z	Kode Barang	X	Y	Z	Kode Barang	X	Y	Z
B4	180	120	0	B5	50	240	90	B3	240	150	260
B4	240	120	0	B5	100	240	90	B2	200	200	260
B4	0	0	90	B1	0	210	180	B2	200	250	260
B4	60	0	90	B5	150	240	90	B1	0	210	280
B4	120	0	90	B5	200	240	90	B2	200	0	340
B4	180	0	90	B5	250	240	90	B2	200	50	340
B4	240	0	90	B5	0	240	120	B2	200	100	340
B4	0	120	90	B5	50	240	120	B2	200	150	340
B4	60	120	90	B5	100	240	120	B2	200	200	360
B4	120	120	90	B5	150	240	120	B2	200	250	360
B1	0	0	180	B5	200	240	120	B2	0	0	380
B4	180	120	90	B1	0	0	280	B1	0	50	380
B4	240	120	90	B5	250	240	120	B2	60	0	380
B5	0	240	0	B3	200	0	180	B2	120	0	280
B5	50	240	0	B3	240	0	180	B2	0	120	380
B5	100	240	0	B3	200	50	180	B2	60	120	380
B5	150	240	0	B3	240	50	180	B2	120	120	380
B5	200	240	0	B3	200	100	180	B2	0	170	280
B1	0	70	180	B3	240	100	180	B2	60	170	380
B5	250	240	0	B1	0	70	280	B2	120	170	380
B5	0	240	30	B3	200	150	180	B1	0	220	380
B5	50	240	30	B3	240	150	180				
B5	100	240	30	B3	200	200	180				
B5	150	240	30	B3	240	200	180				
B5	200	240	30	B3	200	250	180				
B5	250	240	30	B3	240	250	180				

Pada pengujian diatas inputan data parameter Algoritma Genetik (populasi dan jumlah individu atau kromosom) menggunakan jumlah yang besar bertujuan untuk membuka peluang untuk menciptakan suatu kromosom yang memiliki susunan *gen* dengan nilai *fitness* yang terbaik. Berikut ini beberapa hasil uji coba dengan data-data yang sama dengan data-data pada pengujian sebelumnya, akan tetapi berbeda dalam jumlah kromosom dan jumlah generasi:

1. Dengan jumlah generasi = 50, jumlah kromosom = 10. Maka hasil terbaik *fitness* yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel *Fitness* Pola Susunan Barang (2)

Informasi	Nilai
<i>Fitness</i> Ruang Terisi	69%
<i>Fitness</i> Barang Seimbang	72%
<i>Fitness</i> Barang Utuh	66%
<i>Fitness</i> Total	69%
Sisa Barang	B1(10), B2(2), B3(5), B4(6)

2. Dengan jumlah generasi = 50, jumlah kromosom = 20. Maka hasil terbaik *fitness* yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel *Fitness* Pola Susunan Barang (3)

Informasi	Nilai
<i>Fitness</i> Ruang Terisi	91%
<i>Fitness</i> Barang Seimbang	97%
<i>Fitness</i> Barang Utuh	90%
<i>Fitness</i> Total	92,667%
Sisa Barang	B2(3), B3(3), B4(4)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada akhir dari penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran yang dapat dilakukan dalam rangka mengembangkan hasil penelitian ini di kelak kemudian hari.

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dalam melakukan penerapan Algoritma Genetik untuk optimasi pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan Algoritma Genetik dalam mencari pola penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi dianggap mampu memberikan solusi penyusunan barang yang optimal.
2. *Crossover* dan mutasi adalah operator Algoritma Genetik yang sangat berguna dalam menghasilkan individu-individu baru dengan nilai *fitness* yang semakin baik dalam setiap generasi.
3. Semakin banyak jumlah individu pada suatu populasi dan didukung oleh banyaknya generasi maka semakin memperbesar probabilitas kemungkinan lahirnya individu dengan nilai *fitness* terbaik.
4. Dalam penelitian ini, proses penyusunan barang dalam ruang tiga dimensi memperhatikan beban maksimal yang dapat ditampung oleh ruang, beban tumpukan maksimal yang dapat ditampung oleh barang serta keseimbangan susunan barang agar tidak roboh.
5. Pencarian *fitness* diperoleh dari gabungan nilai *fitness* berikut ini:
 - Prosentase jumlah satuan ruang yang terisi.
 - Prosentase jumlah barang yang seimbang.
 - Prosentase jumlah barang yang tidak rusak akibat tidak mampu menahan beban tumpukan.

5.2. Saran

Penelitian yang telah dilakukan ini memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut seperti menambahkan suatu fungsi untuk merotasi barang serta menambahkan bentuk barang tiga dimensi lainnya yang memungkinkan untuk dapat dicari pola susunannya didalam suatu ruang tiga dimensi.

6. DAFTAR PUSTAKA

Gunawan. *Handout Matakuliah Fuzzy Genetic Algorithms, Institut Informatika Indonesia*. 2007

Nugroho, Bunafit. *Database Relational Dengan MySql, Andi, Yogyakarta*. 2005.