

**OPTIMASI FORMULASI PAKAN TERNAK
DENGAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA GENETIK**

SKRIPSI

Oleh :

Adib Toriq

0510960003-96



**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adib Toriq
NIM : 0510960003
Jurusan : Matematika
Program Studi : Ilmu Komputer
Penulis Skripsi Berjudul : Optimasi Formulasi Pakan Ternak dengan Menggunakan Algoritma Genetik

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 17 November 2009

Yang menyatakan,

(Adib Toriq)

NIM. 0510960003

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



OPTIMASI FORMULASI PAKAN TERNAK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIK

ABSTRAK

Pakan ternak merupakan faktor penting dalam usaha peternakan. Tidak kurang dari 70% biaya usaha dialokasikan peternak dalam pengadaannya. Hal ini menyebabkan pakan ternak menjadi salah satu faktor penentu utama biaya produksi ternak. Harga ransum komersial yang mahal menyebabkan peternak mulai membuat ransumnya sendiri. Untuk membuat ransum yang memiliki harga murah dan tetap memenuhi batasan-batasan nutrisi dibutuhkan sebuah metode yang dapat mencari kombinasi bahan dengan harga sebagai nilai objektifnya. Karena di dunia nyata ada beberapa bahan yang memiliki diskon, maka permasalahan ini tidak termasuk dalam permasalahan program linier. Dalam penelitian ini digunakan metode algoritma genetik untuk mencari komposisi bahan yang murah dan tetap memenuhi batasan-batasan yang ada.

Dalam Skripsi ini dilakukan pengujian untuk mencari model kromosom yang dapat digunakan dan menemukan peluang *crossover* dan mutasi yang efektif pada kasus formulasi pakan ternak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan rasio perbandingan antara *cost* yang dihasilkan metode brute force dengan *cost* yang dihasilkan metode algoritma genetik. Semakin besar rasio tersebut, semakin bagus pula hasil yang didapatkan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetik dapat digunakan sebagai metode untuk menyelesaikan permasalahan formulasi pakan ternak. Dari beberapa uji coba yang dilakukan diketahui bahwa peluang mutasi yang efektif adalah 0,3 dan peluang *crossover* yang efektif berada pada kisaran 0,1 sampai dengan 0,3.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



OPTIMATION OF FEED FORMULATION USING GENETIC ALGORITHM

ABSTRACT

Livestock feed is an important factor in husbandry business. Approximately, 70% of total production cost is allocated for feeding. Therefore, it becomes the key component to determine the total production cost in husbandry business.

The high price of commercial feed makes stock-farmers compose their own feed from available materials. In order to compose a good and cheap feed that still comply with the nutrition required for the livestock, a method that can find out the best combination of the feed materials and the price as the objective value is needed. In reality, this case does not belong to a linier programming since there are a discount for certain conditions. In this research, genetic algorithm is applied to find out the best feed materials composition that still meets the nutrition requirement.

In this thesis, the experiment is carried out to find out the chromosome model that can be applied and to seek the effective crossover and mutation probability in livestock feed formulation case. It is carried out using comparative ratio between the cost resulted by brute force method and genetic algorithm. If the ratio is bigger, the result is better.

The final result of this experiment shows that this genetic algorithm is an applicable method to solve livestock feed formulation case. From several trials being carried out, the effective mutation probability is 0,3 while the effective crossover probability ranges from 0,1 up to 0,3.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Formulasi Pakan Ternak dengan Menggunakan Algoritma Genetik”.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Fakultas MIPA, Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya Malang. Atas terselsaikannya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih pada :

- Bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si., MT selaku pembimbing utama penulisan skripsi ini, serta Bapak Agus Wahyu Widodo, ST., selaku pembimbing pedamping dalam penulisan skripsi ini.
- Bapak Drs. Marji, MT selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.
- Bapak Agus Suryanto, M.Sc selaku ketua jurusan Matematika, FMIPA Universitas Brawijaya.
- Kepada orang tua dan mertua penulis yang tak pernah berhenti memberikan doa dan dukungannya kepada penulis.
- Istri tercinta, Uswah, yang selalu memberi semangat, membantu, dan mendampingi penulis.
- Segenap Bapak dan Ibu dosen yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi Ilmu Komputer Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.
- Adik penulis, Amni, yang memberikan semangat agar penulisan ini cepat selesai
- Toni Tegar Sahidi, seorang teman, sahabat, dan saudara yang telah cukup sabar mendampingi penulis baik di perkuliahan ataupun di Mysoftory.

- Ginanjar,Adam, Annora Kila, serta semua Rekan-rekan di Program Studi Ilmu Komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak memberikan bantuannya demi kelancaran pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
- Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak kekurangan, untuk itu saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan selanjutnya sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR PERSAMAAN	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Formulasi Ransum.....	5
2.2 Algoritma Genetika.....	6
2.2.1 Evolusi Algoritma Genetik	7
2.2.2 Algoritma Genetik dan Solusi yang Ditawarkan.....	7
2.2.3 Struktur Umum Algoritma Genetik.....	7
2.2.4 Terminologi Dalam Algoritma Genetik.....	9

BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN

3.1 Deskripsi Masalah.....	12
3.1.1 Contoh Masalah	12
3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perhitungan	19
3.3 Model Genetika.....	20
3.3.1 Bentuk Kromosom	20
3.3.2 Inisiasi Kromoson.....	22
3.3.3 Bentuk <i>Crossover</i>	22
3.3.4 Bentuk Mutasi	27
3.3.5 Evaluasi dan Perhitungan Nilai <i>Fitness</i>	29

3.3.6 Seleksi.....	30
3.3.7 Contoh Perhitungan	31
3.4 Rancangan Uji Coba.....	35
3.4.1 Skenario Uji Coba	35

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi.....	39
4.1.1 Deskripsi Program	39
4.1.1.1 Kelas Bahan	37
4.1.1.2 Kelas Binary	42
4.1.1.3 Kelas FileType.....	43
4.1.1.4 Kelas GaCore.....	42
4.2 Simulasi.....	57
4.2.1 Pengamatan waktu eksekusi dan perbandingan cost untuk metode dan jumlah bahan berbeda.....	57
4.2.2 Pengamatan <i>Fitness</i> untuk jumlah iterasi yang berbeda	65
4.2.3 Pengamatan <i>Fitness</i> untuk peluang mutasi yang berbeda	71
4.2.4 Pengamata <i>Fitness</i> untuk peluang <i>crossover</i> yang berbeda	72
4.2.4 Pengamata <i>Fitness</i> untuk panjang k0rmosom yang berbeda	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA	80
-----------------------------	----

LAMPIRAN	81
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Representasi genotip dan fenotip	9
Gambar	3.1	Contoh <i>Crossover</i>	19
Gambar	3.2	Contoh Proses Mutasi.....	27
Gambar	4.1	Grafik jumlah bahan dengan waktu perhitungan untuk metode <i>brute force</i> pada percobaan 1.....	61
Gambar	4.2	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dengan jumlah bahan pada Algen	62
Gambar	4.3	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 3.....	65
Gambar	4.4	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 4.....	65
Gambar	4.5	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 5.....	66
Gambar	4.6	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 6.....	66
Gambar	4.8	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dan peluang mutasi pada Algen dengan jumlah bahan = 5.....	67
Gambar	4.9	Grafik Hubungan Tingkat Kebugaran dan peluang mutasi pada Algen dengan jumlah bahan = 6.....	68
Gambar	4.10	Grafik Hubungan rasio perbandingan cost brutefore/algen dengan peluang <i>crossover</i> pada jumlah bahan = 5.....	71
Gambar	4.11	Grafik Hubungan rasio perbandingan cost brutefore/algen dengan peluang <i>crossover</i> pada jumlah bahan = 6.....	71
Gambar	4.12	Grafik Hubungan antara waktu dengan peluang <i>crossover</i>	72

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Istilah Biologi Pada Algoritma Genetik.....	8
Tabel 3.1	Batasan Bahan.....	11
Tabel 3.2	Batasan Nutrisi	12
Tabel 3.3	Spesifikasi Daun Lamtoro.....	12
Tabel 3.4	Spesifikasi Daun Turi	13
Tabel 3.5	Spesifikasi Daun Ubi Kayu.....	13
Tabel 3.6	Spesifikasi Daun Jalar.....	14
Tabel 3.7	Spesifikasi Tungkul Jagung	14
Tabel 3.8	Spesifikasi Dedak Ayam.....	15
Tabel 3.9	Contoh Penyelesaian.....	17
Tabel 3.10	Contoh Kromosom 1	20
Tabel 3.11	Contoh Kromosom	30
Tabel 3.12	Penyelesaian.....	32
Tabel 3.13	Contoh Hasil Percobaan Brute Force	36
Tabel 3.14	Contoh Hasil Percobaan Algen 10.000 iterasi.....	36
Tabel 3.15	Contoh Hasil Percobaan Algen (Pm bervariasi) .	36
Tabel 3.16	Contoh Hasil Percobaan Algen (Pc bervariasi)	36
Tabel 4.1	Kelas Bahan	37
Tabel 4.2	Kelas GaCore	42
Tabel 4.3	Hasil Percobaan Brute Force.....	56
Tabel 4.4	Hasil Percobaan Algen dengan 10.000 Iterasi.....	60
Tabel 4.5	Hasil Percobaan Algen dengan Iterasi Berbeda ..	63
Tabel 4.6	Tabel Percobaan Algen dengan Pc berbeda untuk jumlah bahan = 5	69
Tabel 4.7	Tabel Percobaan Algen dengan Pc berbeda untuk jumlah bahan = 6	70

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan	3.1	Kandungan Bahan	18
Persamaan	3.2	Biaya Tiap Bahan	18
Persamaan	3.3	Presentasi Tiap Bahan.....	21
Persamaan	3.4	Penalti	27
Persamaan	3.5	Biaya Bahan	28
Persamaan	3.6	Biaya Total Tiap Bahan	28
Persamaan	3.7	Fitness	28



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR SOURCE CODE

Source Code 4.1 Kelas BahanGA	40
Source Code 4.2 Kelas MyBinary	42
Source Code 4.3 Fungsi gaBegin	44
Source Code 4.4 Fungsi crossOver2D	46
Source Code 4.5 Fungsi Mutasi.....	49
Source Code 4.6 Fungsi Hitung Fitness	50



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pakan ternak merupakan faktor penting dalam usaha peternakan. Tidak kurang dari 70% biaya usaha dialokasikan peternak dalam pengadaannya. Hal ini menyebabkan pakan ternak menjadi salah satu faktor penentu utama biaya produksi ternak.

Namun demikian, harga pakan komersial sangat fluktuatif dan cenderung mahal. Fluktuasi kenaikan harga pakan komersial diakibatkan oleh perubahan harga bahan baku impor di pasar internasional seperti jagung, bungkil kedelai, CGM (*corn gluten meal*) dan MBM (*meat and bone meal*). Untuk menyiasati masalah ini, para peternak banyak yang beralih menggunakan pakan buatan sendiri.

Peternak berskala menengah dan besar membentuk model peternakan berbasis *self-mix*. Model peternakan berbasis *self-mix* adalah peternakan yang dilengkapi dengan *mini feed mill* untuk memproduksi pakan bagi peternakannya sendiri. Hal ini dilakukan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi biaya usaha.

Dalam membuat pakan sendiri, ada banyak hal yang wajib diperhatikan oleh pemilik peternakan. Salah satunya adalah formulasi pakan. Parakkasi (1995) menyebutkan bahwa formulasi pakan memiliki kegunaan untuk menuangkan pengetahuan tentang zat/beberapa zat makanan, bahan/beberapa bahan pakan menjadi suatu pakan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Hal ini senada dengan yang disebutkan oleh Kaushik (1999) bahwa kegiatan formulasi pakan adalah menerjemahkan kebutuhan nutrisi dan energi suatu spesies ternak menjadi pakan yang bisa diterima melalui campuran bahan- bahan pakan yang seimbang dan memiliki sustainability nilai ekonomi. Dengan kata lain, formulasi pakan ini dibutuhkan bukan hanya sebagai penentu komposisi bahan dan nutrisi, tetapi

juga sebagai media pengendali efektifitas harga bahan sehingga pakan yang baik dan optimal bisa dihasilkan.

Pokok permasalahan dalam penyusunan formulasi pakan ini adalah sebuah komposisi pakan ternak yang kompleks akan melibatkan banyak bahan. Masing-masing bahan memiliki komposisi nutrisi yang berbeda dengan harga yang berbeda-beda pula. Untuk menghasilkan jumlah nutrisi yang sama, sedikit perbedaan komposisi bahan dapat mengakibatkan selisih harga yang besar. Sebagai contoh kasus, jika ada enam macam bahan pakan yang memiliki komposisi nutrisi yang berbeda dan tiap bahan memiliki kemungkinan persentase antara 1-100%, persentase merupakan bilangan bulat, maka akan didapatkan 100^6 kombinasi bahan pakan yang mungkin. Dengan begitu banyaknya variasi kemungkinan maka dibutuhkan sebuah *tool* untuk mendapatkan komposisi yang optimal.

Permasalahan pemilihan kombinasi untuk mendapat hasil yang optimal dalam contoh kasus ini masuk dalam ruang lingkup kombinatorik. Salah satu metode populer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kombinatorik adalah *Linier Programming*. Namun pada kondisi di lapangan, terdapat beberapa kasus dimana formulasi pakan ternak tidak dapat diselesaikan dengan *linier programming*. Contohnya, jika membeli bahan X lebih dari 20 ton, maka mendapatkan potongan sebesar 30%, jika membeli bahan Y lebih dari 12 kg akan mendapatkan potongan 10%; permasalahan ini tidak bisa diselesaikan dengan *linier programming*.

Sebagai alternatif, algoritma genetika bisa diterapkan sebagai metode yang tepat untuk *tool* penyusunan pakan ini. Algoritma genetik adalah teknik yang paling populer dalam *Evolutionary computation* (Sivanandam, S.N., 2008). Algoritma genetika adalah algoritma pencarian *heuristic* yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Berbeda dengan *linier programming*, algoritma genetik dapat menyelesaikan masalah non linier, seperti masalah ordo dua dan di atasnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dijadikan objek penelitian pada skripsi ini, yaitu :

- menentukan bentuk kromosom yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi formulasi pakan ternak sehingga diperoleh hasil yang mendekati optimal.
- Menentukan peluang *crossover* dan peluang mutasi yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi formulasi pakan ternak.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

- 1) untuk membuat *software* formulasi pakan ternak menggunakan algoritma genetik,
- 2) menentukan bentuk kromosom yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi formulasi pakan ternak sehingga diperoleh hasil yang mendekati optimal,
- 3) menentukan peluang *crossover* dan peluang mutasi yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi formulasi pakan ternak,
- 4) membandingkan hasil dan waktu yang didapatkan dalam menyelesaikan masalah formulasi pakan ternak dengan menggunakan algoritma genetik dan dengan menggunakan metode *brute force*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah:

1. hanya membahas perancangan dan implementasi *software* formulasi pakan ternak dengan menggunakan algoritma genetik,
2. menganalisa algoritma genetik yang efektif dalam menyelesaikan formulasi pakan ternak

1.5 Manfaat

Manfaat yang bisa diambil dari penulisan skripsi ini adalah:

- tercipta sebuah *software* yang dapat membantu para nutrisisionis pakan dalam membuat formulasi pakan ternak,
- dengan menggunakan algoritma genetik akan dihasilkan sebuah formulasi yang lebih fleksibel dalam memberikan batasan dan memiliki beberapa solusi yang mendekati optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Formulasi Pakan

Menurut Parakkasi (1995) formulasi pakan memiliki kegunaan untuk menuangkan pengetahuan tentang zat/beberapa zat makanan, bahan/beberapa bahan pakan menjadi suatu pakan yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Sedangkan menurut Kaushik (1999) kegiatan formulasi pakan adalah menerjemahkan kebutuhan nutrisi dan energi suatu spesies ternak menjadi pakan yang bisa diterima melalui campuran bahan-bahan pakan yang seimbang dan memiliki sustainability nilai ekonomi.

Menurut Parakkasi (1995) dalam melakukan formulasi pakan harus memperhatikan beberapa faktor penting antara lain kebutuhan nutrisi ternak, bahan pakan yang tersedia, tipe pakan yang akan dibuat dan pengetahuan tingkat konsumsi ternak terhadap pakan. Parakkasi (1995) menambahkan bahwa dalam melakukan formulasi ada lima jenis metode yang bisa digunakan yaitu *person's square method*, *trial and error*, *weighted averages*, *algebra*, dan *linier programming*. Menurut Perry (2004) industri makanan ternak dan perusahaan peternakan sangat tertarik terhadap metode formulasi pakan berbasis komputer yang memperhitungkan rasio harga pakan terendah (*least cost ration*). Manfaat utama yang hanya bisa didapat dengan metode formulasi ini adalah formulator mampu melakukan penghitungan formula pakan yang hampir mustahil dilakukan dengan cara konvensional.

Menurut Perry (2004) terdapat beberapa kebutuhan pokok agar dapat melakukan formulasi pakan dengan komputer, antara lain fasilitas komputer yang memadai, sumberdaya manusia yang terlatih, informasi kebutuhan nutrisi ternak, informasi jenis bahan pakan yang tepat, informasi komposisi bahan pakan dan informasi harga bahan pakan yang tersedia.

Ada beberapa aplikasi yang beredar di pasaran yang dapat digunakan untuk mencari komposisi formulasi pakan yang

optimal. Beberapa diantaranya adalah Winfeed, dan Feedsoft. Ada beberapa karakteristik dalam aplikasi-aplikasi tersebut

- Data yang dimasukkan adalah nama bahan, komposisi nutrisi bahan, dan harga masing-masing bahan
- Dapat menggunakan batasan minimum atau maksimum jumlah bahan .
- Dapat menggunakan batasan minimum atau maksimum kandungan nutrisi

Kekurangan aplikasi yang tersebut diatas adalah tidak tersedianya fitur diskon.

2.2 Algoritma Genetik

Algoritma Genetika adalah tehnik yang paling populer dalam *Evolutionary computation* (Sivanandam,S.N., 2008). Algoritma genetika adalah algoritma pencarian *heuristic* yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Algoritma genetik pertama kali dikembangkan oleh John Holland bersama rekan kerja dan murid-muridnya pada tahun 1975 di Universitas Michigan. Konsep dasar yang mengilhami timbulnya algoritma genetik adalah teori evolusi alam yang dikemukakan oleh Charles Darwin. Dalam teori tersebut dijelaskan bahwa pada proses evolusi alami, setiap spesies harus melakukan adaptasi terhadap lingkungan di sekitarnya untuk dapat bertahan hidup (Setiawan, 2003).

Algoritma Genetik diterapkan dalam simulasi komputer dimana sebuah populasi representasi abstrak (kromosom) dari solusi-solusi calon (individual) pada sebuah masalah optimisasi akan berkembang menjadi solusi-solusi yang lebih baik. Secara tradisional, solusi-solusi dilambangkan dalam biner sebagai string '0' dan '1', atau juga bisa menggunakan penyandian (*encoding*) yang berbeda. Evolusi dimulai dari sebuah populasi individual acak yang lengkap dan terjadi dalam generasi-generasi. Dalam tiap generasi, kemampuan keseluruhan populasi dievaluasi, kemudian *multiple individuals* dipilih dari populasi sekarang (*current*) tersebut secara *stochastic* (berdasarkan kemampuan mereka), lalu dimodifikasi (melalui mutasi atau rekombinasi) menjadi bentuk populasi baru yang menjadi

populasi sekarang (*current*) pada iterasi berikutnya dari algoritma (Setiawan, 2003).

2.2.1 Evolusi Algoritma Genetik

Evolusi Algoritma Genetik dimulai oleh Nils Aall Barricelli pada awal 1954, dengan menggunakan komputer di Insitut for Advanced Study di Princeton, New Jersey. Kemudian pada awal 1957, seorang ahli genetis terkemuka Australia yang bernama Alex Fraser menerbitkan serangkaian karya tulis tentang simulasi seleksi alam buatan

2.2.2 Algoritma Genetik dan Solusi yang Ditawarkan

Salah satu permasalahan yang dapat diselesaikan dengan algoritma genetik adalah optimasi sebuah sistem. Dalam kehidupan nyata kita seringkali menghadapi masalah seperti distribusi gas, sistem pemipaan, sistem lampu lalu lintas, penjadwalan, dan lain-lain. Sistem sistem tersebut biasanya bergantung pada beberapa parameter keputusan yang telah ditentukan oleh beberapa operator (kemungkinan dengan batasan tertentu). Parameter keputusan yang tepat akan menentukan apakah sistem tersebut akan berjalan dengan semakin baik atau semakin buruk. Pada sistem di dunia nyata, tidak semua interaksi dalam parameter-parameter keputusan tersebut dapat dianalisa, hal ini menyebabkan para peneliti harus mencari teknik yang sesuai. Sudah banyak karya yang diterbitkan yang berkaitan dengan penggunaan algoritma genetik untuk mengoptimalkan kinerja sebuah sistem atau setidaknya untuk meningkatkan kinerja sistem sampai mendekati optimum.

2.2.3 Struktur Umum Algoritma Genetik

Algoritma genetik banyak mengandung istilah yang terdapat pada bidang ilmu genetika(biologi). Istilah biologi yang digunakan dalam algoritma genetik ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Istilah Biologi Pada Algoritma genetik

Istilah Biologi	Keterangan
Kromosom	Individu yang berupa segmen string yang sudah ditentukan
Gen	Bagian dari string
Loci	Posisi dari gen
Allele	Nilai yang dimasukkan dalam gen
Phenotype	String yang merupakan solusi akhir
Genotype	Sejumlah string hasil perkawinan yang berpotensi sebagai solusi

Sumber: diolah dari Setiawan, 2003

Menurut Setiawan (2003) secara garis besar algoritma genetika dapat dijelaskan dengan algoritma berikut:

1. [**Mulai**] Membangun populasi secara random sebanyak n kromosom (sesuai dengan masalahnya)
2. [**Fitness**] Evaluasi setiap *fitness* $f(x)$ dari setiap kromosom x pada populasi
3. [**Populasi baru**] Membuat populasi baru dengan mengulang langkah-langkah berikut sampai populasi baru lengkap
 - a. [**Seleksi**] Pilih dua kromosom induk dari populasi berdasarkan *fitness*-nya (semakin besar *fitness*-nya semakin besar kemungkinannya untuk terpilih)
 - b. [**Perkawinan silang**] Sesuai dengan besarnya kemungkinan perkawinan silang, induk terpilih disilangkan untuk membentuk anak. Jika tidak ada perkawinan silang, maka anak merupakan salinan dari induknya
 - c. [**Mutasi**] Sesuai dengan besarnya kemungkinan mutasi, anak dimutasi pada setiap lokus (posisi pada kromosom)
 - d. [**Penerimaan**] tempatkan anak baru pada populasi baru

4. **[Ganti]** Gunakan populasi yang baru dibentuk untuk proses algoritma selanjutnya
5. **[Tes]** Jika kondisi akhir terpenuhi, berhenti, dan hasilnya adalah solusi terbaik dari populasi saat itu
6. **[Ulangi]** Ke nomor 2

2.2.4 Terminologi dalam Algoritma Genetik

Individu

Individu adalah solusi tunggal. Individu terbentuk dari dua bentuk, yaitu:

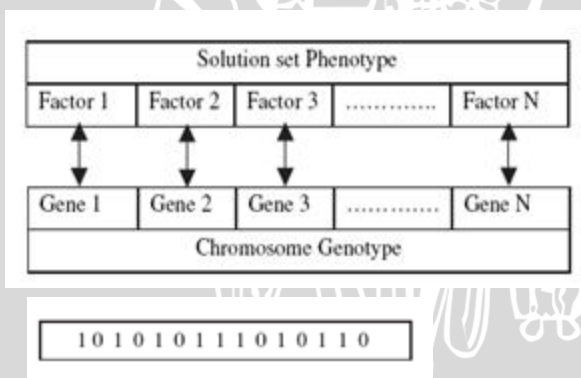
- Kromosom

Kromosom adalah informasi genetik mentah yang akan ditangani oleh algoritma genetik

- Fenotip

Fenotip adalah perwujudan dari model kromosom

Berikut adalah contoh representasi genotip dan fenotip



Gambar 2.1 Representasi genotip dan fenotip
(Sivanandam, S.N,2008)

Sebuah kromosom dapat dibagi menjadi beberapa gen.
(Sivanandam, S.N., 2008)

Gen dan Kromosom

Gen adalah sebuah petunjuk dasar dalam membangun algoritma genetik. Untuk kasus yang berbeda, panjang string bit suatu gen tidak sama (Sivanandam, S.N., 2008). Gen dianggap sebagai solusi yang mungkin meskipun pada kenyataannya belum tentu gen tersebut adalah solusi yang mutlak.

Kromosom adalah urutan (rangkaian) dari beberapa gen.

Fitness

Fitness adalah sebuah nilai dari fungsi obyektif untuk fenotipnya. Untuk menghitung fitness, kromosom harus di-decode dan fungsi obyektifnya harus dievaluasi terlebih dahulu. *Fitness* tidak hanya mengindikasikan seberapa bagus suatu solusi, tetapi juga memberitahukan seberapa dekat solusi tersebut dengan solusi optimal.

Dalam kasus optimasi dengan multi kriteria, fungsi *fitness* tentunya akan lebih susah untuk ditemukan. Pada permasalahan optimasi multi-kriteria, seringkali terjadi dilema bagaimana menentukan solusi yang lebih baik. Tetapi masalah akan timbul dalam menentukan definisi solusi yang “lebih baik” daripada dalam menentukan bagaimana mengimplementasikan algoritma genetik untuk menyelesaikannya. Jika fungsi *fitness* beberapa kali bisa diperoleh dengan menggunakan kombinasi kriteria yang berbeda dan bisa berhasil, maka dapat disimpulkan bahwa kriteria-kriteria tersebut bisa dikombinasikan secara konsisten. Namun, untuk masalah-masalah yang lebih rumit, penggunaan optimasi Pareto atau ide-ide lain dari teori optimasi multi-kriteria boleh dipertimbangkan. (Sivanandam, S.N., 2008)

Salah satu rumus yang biasa digunakan untuk mencari *Fitness* adalah

$$\mathbf{Fitness} = \frac{1}{(cost+1)} \quad \mathbf{..[2.1]}$$

Cost adalah biaya yang dapat mengurangi nilai obyektif permasalahan yang diselesaikan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Deskripsi Masalah

Jika ada sejumlah bahan yang ingin dikombinasikan menjadi pakan ternak dengan komposisi nutrisi tertentu dan bahan-bahan tersebut memiliki harga dan komposisi nutrisi yang berbeda, seorang formulator dapat menentukan batasan persentase bahan dan jumlah total masing-masing nutrisi dengan algoritma genetik. Algoritma genetik diharapkan dapat menemukan solusi yang memenuhi batasan-batasan tersebut dengan biaya yang mendekati paling murah.

3.1.1 Contoh Masalah

Seorang formulator pakan ingin memformulasikan pakan ternak dari sejumlah bahan, antara lain: daun lamtoro, daun turi, daun jalar, daun ubi kayu, tungkul jagung, dan dedak ayam. Masing-masing bahan tersebut memiliki kandungan nutrisi dan batasan yang berbeda-beda. Spesifikasi kandungan nutrisi dan harga bahan dapat dilihat di tabel 3.1 sampai dengan tabel 3.6. Dengan batasan bahan dan nutrisi yang dapat dilihat pada tabel 3.7 dan tabel 3.8

Selain spesifikasi bahan, formulator pakan ternak juga memiliki informasi sebagai berikut:

- Pembelian daun lamtoro lebih dari 9 kg akan mendapatkan diskon 10%,
- Pembelian dedak ayam lebih dari 4 kg akan mendapatkan diskon 45%
- Berat pakan ternak yang akan dibuat adalah 10 kg.

Berdasarkan informasi tersebut, aplikasi ini diharapkan mampu mencari komposisi pakan ternak dengan biaya termurah.

Tabel 3.1 Spesifikasi Daun Lamtoro

Nama Bahan	daun lamtoro
Harga	4000
EM	2
BK	3
De	4
Neg	2
PK	5
TDN	6
Fat	2
SK	1
ADF	3
NDF	2
eNDF	1
K	5

Tabel 3.2 Spesifikasi Daun Turi

Nama Bahan	daun turi
Harga	5000
EM	3
BK	4
De	5
Neg	6
PK	5
TDN	3
Fat	7
SK	2
ADF	8
NDF	9
eNDF	3

K	2

Tabel 3.3 Spesifikasi Daun Ubi Kayu

Nama Bahan	Daun ubi kayu
Harga	9000
EM	5
BK	5
De	5
Neg	5
PK	6
TDN	6
Fat	6
SK	6
ADF	6
NDF	6
eNDF	6
K	7

Tabel 3.4 Spesifikasi Daun Ubi Kayu

Nama Bahan	Daun jalar
Harga	5000
EM	8
BK	8
De	8
Neg	8
PK	8
TDN	9
Fat	9

SK	9
ADF	9
NDF	9
eNDF	9
K	9

Tabel 3.5 Spesifikasi Tungkul Jagung

Nama Bahan	Tungkul Jagung
Harga	11000
EM	1
BK	2
De	3
Neg	4
PK	5
TDN	6
Fat	7
SK	8
ADF	9
NDF	1
eNDF	2
K	3

Tabel 3.6 Spesifikasi Dedak Ayam

Nama Bahan	Dedak Ayam
Harga	6500
EM	4,7
BK	5
De	5,3
Neg	6,8
PK	6,65
TDN	7,8
Fat	9,8
SK	11,5
ADF	10,9
NDF	4,8
eNDF	6,6
K	6,1

Tabel 3.7 Batasan Bahan

Nama Bahan	Minimum	Maksimum
Daun Lamtoro	5	65
Daun Turi	5	45
Daun Jalar	5	65
Daun ubi Kayu	5	65
Tungkul jagung	5	65
Dedak ayam	5	65

Tabel 3.8 BatasanNutrisi

Nama Nutrisi	Minimum	Maksimum
EM	0,2	7,865
BK	0,5	7,67
De	0,4	7,475
Neg	0,3	10,5539
PK	0,3	13,65
TDN	0,3	19,76
Fat	0,1	27,235
SK	0,4	21,775
ADF	0,1	10
NDF	0,2	13,26
eNDF	0,1	9,685
K	0,4	10,01

Catatan: harga dan kandungan nutrisi diatas adalah untuk tiap 1 kg.

Dari data-data tersebut, maka salah satu bentuk komposisi bahan yang dapat menjadi penyelesaian ditunjukkan oleh tabel 3.9.

Tabel contoh penyelesaian 3.9

Nama Bahan	Persen Bahan	Harga per Kg	Biaya (untuk 1Kg)	Diskon	Penalti	Cost
Daun Lamtoro	7,5	4000	300		0	300
Daun Turi	12,5	5000	625		0	625
Daun Jalar	10	5000	500		0	500
Daun Ubi Kayu	10	9000	900		0	900
Tungkul Jagung	15	11000	550		0	1650
Dedak Ayam	45	6500	2925	1316,25	0	1608,75
Total	100%		854		0	5583,75

Biaya Untuk 10 Kg = $5583,75 \times 10 = \text{Rp } 55837,5$

Untuk menghitung kandungan nutrisi tiap-tiap bahan digunakan rumus [3.1]:

$$\text{Kandungan Bahan} = \text{persenBahan} \times \text{nutrisiBahan} \quad \text{..[3.1]}$$

Untuk menghitung biaya tiap-tiap bahan digunakan rumus [3.2]:

$$\text{BTB} = \text{pb} \times \text{hB} - \text{diskon} * \text{hB} \quad \text{..[3.2]}$$

Keterangan:

- BTB: biaya tiap bahan
- Pb: Persen Bahan
- Hb: Harga Bahan

Dari informasi tersebut, aplikasi ini diharapkan dapat mencari komposisi pakan ternak dengan biaya termurah.

3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perhitungan

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi waktu yang dibutuhkan ataupun kemampuan aplikasi ini untuk mendapatkan komposisi pakan ternak yang optimal adalah:

- banyaknya bahan yang akan dicampur,
- banyaknya batasan jumlah bahan ataupun batasan jumlah nutrisi,
- banyaknya informasi diskon.

3.3 Model Genetika

3.3.1 Bentuk Kromosom

Bentuk kromosom yang digunakan adalah deretan bilangan biner dua dimensi dengan jumlah baris yang sama dengan jumlah bahan yang dicampur. Banyaknya kolom dalam kromosom disebut panjang kromosom.

Banyaknya kemungkinan solusi bergantung pada banyak bahan dan panjang kromosom. Banyaknya kemungkinan solusi dapat dihitung dengan rumus [3.3].

$$BS = (2^{\text{panjangkromosom}})^{\text{jumlahbahan}} \dots [3.3]$$

Keterangan:

BS: Banyaknya kemungkinan solusi.

Dari rumus [3.3] Terlihat bahwa semakin besar panjang kromosom, dan semakin banyak jumlah bahan maka semakin banyak pula kemungkinan solusi yang terjadi.

Jika ada enam bahan A, B, C, D, E, dan F, maka salah satu bentuk kromosom yang dapat terjadi adalah:

Nama Bahan	kromosom										Desimal dari kromosom
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	
Daun Lamtoro	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	799
Daun Turi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1022
Daun Jalar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1022
Daun Ubi Kayu	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	803
Tungkul Jagung	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	880
Dedak Ayam	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	767

Tabel 3.10 contoh kromosom 1

Panjang Kromosom = 10

Penjelasan:

Kromosom akan menentukan seberapa besar persentase bahan tersebut. Anggap jumlah hasil konversi biner dari seluruh baris pada kromosom tiap-tiap bahan adalah X dan bilangan desimal dari hasil konversi biner di kromosom di tiap-tiap bahan adalah x , maka untuk menghitung persentase tiap bahan digunakan rumus [3.3]:

$$\text{persentase tiap bahan} = \frac{x \cdot 100}{X} \quad \text{..[3.3]}$$

Jumlah total = 799+1022+1022+803+880+767=5293

Persentase daun lamtoro = $799 / 5293 * 100 = 15,095\%$

Persentase bahan daun turi = $1022/5293 * 100 = 19,31\%$

Persentase bahan daun jalar = $1022/ 5293 * 100 = 19,31\%$

Persentase bahan daun ubi kayu = $803 / 5293 * 100 = 15,160\%$

Persentase bahan tungkul jagung = $880/ 5293 * 100 = 16,635\%$

Persentase bahan dedak ayam = $767 / 5293 * 100 = 14,480\%$

3.4 Inisiasi Kromosom

Karena ukuran kromosom bergantung pada variabel banyak bahan dan panjang kromosom, maka untuk melakukan inisiasi kromosom maka harus mengetahui besar kedua variabel tersebut terlebih dahulu.

Langkah pertama untuk melakukan inisiasi kromosom adalah dengan membuat *array* dua dimensi yang berukuran [banyak bahan] x [panjang array]. Setelah itu bangkitkan bilangan biner acak di semua elemen *array* tersebut.

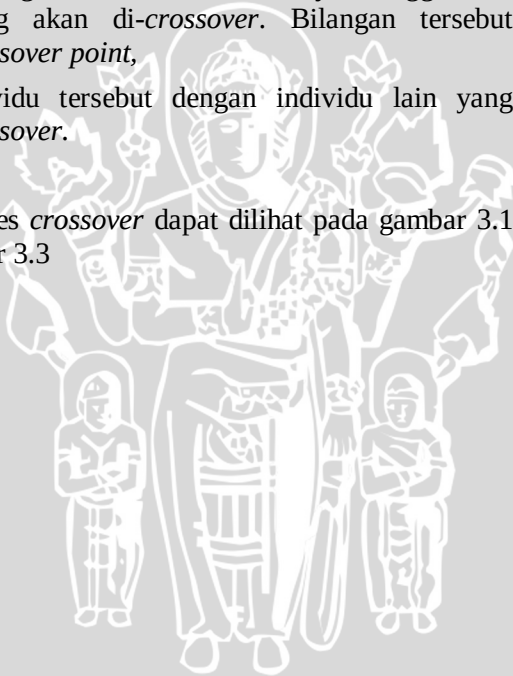
3.4 Bentuk Crossover

Crossover digunakan untuk mengurangi konvergenitas dalam suatu populasi. Tidak semua individu dalam populasi akan mengalami *crossover*. Tingginya peluang *crossover* dalam suatu populasi akan ditentukan oleh variabel P_c . Variabel P_c bernilai nol sampai dengan satu.

Langkah-langkah dalam melakukan *crossover* adalah sebagai berikut :

1. Untuk tiap-tiap individu di dalam satu populasi:
 - a. bangkitkan bilangan real acak antara 0-1 untuk tiap-tiap individu dalam satu populasi,
 - b. jika bilangan yang dibangkitkan untuk individu lebih kecil dari P_c (konstanta peluang *crossover*), maka individu tersebut dimasukkan dalam kelompok yang akan di *crossover*.
2. Untuk tiap-tiap individu yang akan di-*crossover*:
 - a. bangkitkan bilangan acak antara 1-banyak anggota di kelompok yang akan di-*crossover*. Bilangan tersebut merupakan *crossover point*,
 - b. silangkan individu tersebut dengan individu lain yang mengalami *crossover*.

Contoh proses *crossover* dapat dilihat pada gambar 3.1 sampai dengan gambar 3.3



Gambar contoh crossover

Parent 1									
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1

Parent 2									
1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0

Gambar 3.1 Contoh Parent dalam crossover

Child 1

1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	1	0	1	0

Child 2

1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1

Gambar 3.2 Contoh Child 1,2 dalam crossover

Child 3

1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	0	1	1	1

Child 4

0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	0	0

Gambar 3.3 Contoh Child 3,4 dalam *crossover*

3.3.2 Bentuk Mutasi

Mutasi digunakan untuk mengurangi konvergenitas dalam suatu populasi. Tidak semua individu dalam populasi akan mengalami mutasi. Tingginya peluang mutasi dalam suatu populasi akan ditentukan oleh variabel P_m . Variabel P_m bernilai nol sampai dengan satu.

Langkah-langkah dalam melakukan mutasi adalah sebagai berikut :

1. Untuk Tiap-tiap individu di dalam satu populasi:
 - a. bangkitkan bilangan acak antara 0-1 untuk tiap-tiap individu dalam satu populasi.
 - b. jika bilangan yang dibangkitkan untuk individu lebih kecil dari P_m , maka individu tersebut dimasukkan dalam kelompok yang akan mutasi.
2. Untuk tiap-tiap individu yang akan dimutasi lakukan:
 - a. ubah *cromosome* yang bernilai 0 dengan *cromosome* yang bernilai 1
 - b. ubah *cromosome* yang bernilai 1 dengan *cromosome* yang bernilai 0

Contoh proses mutasi dapat dilihat pada gambar 3.4

Berikut adalah contoh mutasi:

Individu Awal

1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Setelah dimutasi:

0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

Gambar 3.4 Contoh Proses Mutasi

3.3.3 Evaluasi dan Perhitungan Nilai *Fitness*

Evaluasi dilakukan untuk menentukan nilai penalti yang akan digunakan dalam perhitungan *fitness*. Semakin tinggi nilai penalti, semakin rendah nilai *fitness*. Nilai penalti didapatkan dari rumus berikut:

$$P = N/(mx-mn) \times \text{Biaya}^2 \quad \dots[3.4]$$

Keterangan : P = Penalti

N=Nilai bahan atau nilai nutrisi

Mx = Batas maksimum

Mn = Batas minimum

Dari rumus diatas terlihat bahwa semakin jauh nilai bahan/nutrisi dari *range* batas semakin besar pula nilai penaltinya. Untuk menghitung biaya tiap bahan digunakan rumus 3.5:

$$Bt = PB \times BT \times HB \dots[3.5]$$

Keterangan :

- Bt = Biaya tiap bahan
- PB = Persen Bahan
- BT = Berat Total yang diminta
- HB = Harga Bahan

Cost total tiap bahan dihitung dengan rumus 3.6:

$$Cost = \sum_{i=0}^n Bt(i) + P(i) - \text{Diskon}(i) \quad \dots[3.6]$$

Keterangan : Cost = Biaya total

n= jumlah bahan yang dicampur

P = Nilai penalti tiap bahan

Diskon = persenDiskon * hargaBahan

3.3.4 Seleksi

Seleksi digunakan untuk memilih individu-individu yang akan digunakan pada iterasi selanjutnya, dan individu mana yang akan dibuang. Pada kasus ini seleksi dilakukan dengan cara mengurutkan *fitness* individu-individu dalam satu populasi dan membuang individu yang mempunyai nilai *fitness* yang terendah.



3.3.5 Contoh Perhitungan

Berikut adalah contoh perhitungan *cost* dan *fitness* untuk menyelesaikan contoh kasus pada bab 3.1.1. Dari contoh kasus tersebut maka salah satu bentuk kromosom yang dapat dihasilkan ditunjukkan oleh tabel 3.11

Tabel contoh kromosom 3.11

Nama Bahan	kromosom										Desimal dari kromosom
Bahan A	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	799
Bahan B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1022
Bahan C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1022
Bahan D	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	803
Bahan E	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	880
Bahan F	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	767

Dalam menghitung *fitness* ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. hitung persentase tiap bahan
2. hitung Biaya Total
3. hitung *Cost* Total
- 4.

Langkah 1 – menghitung persentase tiap bahan

Untuk menghitung persentase tiap bahan digunakan rumus 3.3 sehingga didapatkan persentase tiap bahan adalah:

Jumlah total = $799+1022+1022+803+880+767=5293$

Persentase bahan A = $799 / 5293 * 100 = 15,095\%$

Persentase bahan B = $1022/5293 * 100 = 19,31 \%$

Persentase bahan C = $1022/ 5293 * 100 = 19,31 \%$

Persentase bahan D = $803 / 5293 * 100 = 15,160 \%$

Persentase bahan E = $880/ 5293 * 100 = 16,635 \%$

Persentase bahan F = $767 / 5293 * 100 = 14,480 \%$

Tabel Penyelesaian 3.12

Nama Bahan	Persen Bahan	Harga per Kg	Biaya per Kg	Penalti-diskon	Cost
D. Lamtoro	15,08507	4000	603,4026	0	603,4026
D.Turi	19,31947	5000	965,9735	0	965,9735
D.Jalar	19,31947	5000	965,9735	0	965,9735
Daun Ubi Kayu	15,16068	9000	1364,461	0	1364,461
Tungkul Jagung	16,63516	11000	1829,868	0	1829,868
Dedak Ayam	14,48015	6500	941,20	0	941,20
Total	100%		7496,257	0	6670,879

3.4 Untuk menghitung biaya tiap bahan digunakan rumus

Langkah 2 – menghitung Biaya Total

3.5 Untuk menghitung biaya tiap bahan digunakan rumus

Dari rumus 3.5 didapatkan biaya tiap bahan :

Biaya daun lamtoro= $15,0\% \times 4000 \times 10\text{Kg} + 0 - 0 = 6034,02$

Biaya daun turi= $19,31\% \times 5000 + 0 - 0 = 9659,73$

Biaya daun jalar= $19,31\% \times 5000 + 0 - 0 = 9659,73$

Biaya daun ubi kayu= $15,16\% \times 9000 + 0 - 0 = 13644,61$

Biaya tungkul jagung = $16,63\% \times 11000 + 0 - 0 = 18298,68$

Biaya dedak ayam = $14,48\% \times 6500 + 0 - 0 = 9412$

Biaya total tiap bahan dihitung dengan rumus 3.4 .
Sehingga hasilnya

Biaya Total

$6034,02 + 9659,73 + 9659,73 + 13644,61$

$+ 18298,68 + 9412 = \text{Rp } 66708,79$

Langkah 3 – menghitung Cost Total

Untuk menghitung cost tiap bahan digunakan rumus 3.6. Karena pada kasus ini tidak didapatkan diskon dan penalti maka *cost* = biaya bahan.

$$Cost = \sum_{i=0}^n Bt(i) + P(i) - Diskon(i)$$

$$Cost = 66708,79 + 0 - 0$$

$$Cost = 66708,79$$

Langkah 4 – menghitung *fitness*

Untuk menghitung *fitness* digunakan rumus 2.1

$$Fitness = 1/(Cost+1)$$

Sehingga $Fitness = \frac{1}{66708,79+1}$
 $= 0,000015$

3.4 Rancangan Uji Coba

Uji coba sistem untuk formulasi pakan ternak ini akan melakukan evaluasi terhadap waktu yang dibutuhkan dan hasil yang didapat.

Tujuan dari uji coba ini adalah,

- untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan dan seberapa dekat hasil yang didapat dengan hasil yang optimum.
- Untuk mengetahui hubungan peluang mutasi, peluang *crossover* dengan hasil yang didapat.

3.4.1 Skenario Uji Coba

Untuk mengetahui efektifitas algoritma genetik dan menemukan peluang *crossover* dan peluang mutasi yang efektif untuk menyelesaikan permasalahan optimasi formulasi pakan ternak, maka akan dilakukan enam percobaan.

Percobaan I menggunakan metode brute force untuk menemukan *cost* yang paling murah. *Cost* ini akan digunakan

untuk melihat seberapa efektif percobaan yang menggunakan algoritma genetik.

Percobaan II sampai dengan percobaan VI menggunakan metode algoritma genetik. Percobaan-percobaan tersebut dilakukan dengan parameter jumlah iterasi, peluang *crossover*, dan peluang mutasi yang berbeda-beda sehingga ditemukan efektifitas dan pengaruh parameter tersebut.

Pada percobaan yang menggunakan algoritma genetik akan dicatat juga rasio perbandingan *cost bruteforce*/algen. Seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa *cost* yang dihasilkan dengan metode brute force akan selalu sama atau lebih murah daripada *cost* yang dihasilkan algoritma genetik, oleh karena itu rasio perbandingan *cost bruteforce*/algen akan berkisar antara nol sampai dengan satu. Semakin tinggi rasio ini, semakin baik juga hasil yang didapatkan. Pada akhirnya, hasil percobaan tersebut akan dicatat pada tabel 3.13 sampai dengan tabel 3.17



Tabel Hasil 3.13 – Tabel Percobaan *Brute Force*

Jumlah Bahan	Komposisi	Biaya	Penalti	Diskon	Cost	Fitness	Waktu

Tabel Hasil 3.14 – Tabel Percobaan Algen dengan 10.000 Iterasi

Jumlah bahan	Biaya	Penalti	cost	Fitness	Waktu	Cost brute force/Cost algen

Tabel Hasil 3.15 – Tabel Percobaan Algen dengan Peluang *Crossover*(Pc) yang berbeda

Pc	Biaya	Penalti	Cost	Fitness	Waktu	Cost algen/cost brute force

Tabel Hasil 3.16 – Tabel Percobaan Algen dengan Peluang Mutasi (Pm) yang berbeda

Pm	Biaya	Penalti	Cost	Fitness	Waktu	Cost algen/cost bruteforce



BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi

Implementasi formulasi pakan ternak dengan menggunakan algoritma genetik dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman `c#`. Ada beberapa kelas yang digunakan pada aplikasi ini :

- Kelas Bahan
- Kelas Binary
- Kelas FileType
- Kelas GaCore

4.1.1 Deskripsi Program

4.1.1.1 Kelas Bahan

Kelas Bahan merupakan sebuah struktur data yang memiliki atribut yang ditunjukkan pada tabel 4.1 .

Tabel 4.1 Atribut Bahan

Nama Atribut	Tipe Data
namaBahan	string
Nutrisi	Double []
Harga	Double
batasanMinBahan	Double
batasanMaxBahan	Double
beliMinDapetDiskon	Double
Diskon	Double

Source Code 4.1 – Kelas BahanGA

```
public class BahanGA : ISerializable
{
    string namaBahan;
    double[] nutrisi;    //kadar nutrisi
    tiap kg
    double harga;        //harga tiap kg
    double batasanMinBahan;
    double batasanMaxBahan;
    double beliMinDapetDiskon; // pembelian
    minimum sehingga dapet diskon
    double diskon;        // besar
    diskon dalam persen

    public BahanGA(string _namaBahan,
double[] _nutrisi, double _harga, double
_batasanMinBahan, double _batasanMaxBahan,
double _beliMinDapetDiskon, double _diskon)
    {
        namaBahan = _namaBahan;
        harga = _harga;
        nutrisi = _nutrisi;
        batasanMinBahan = _batasanMinBahan;
        BatasanMaxBahan = _batasanMaxBahan;
        beliMinDapetDiskon =
        _beliMinDapetDiskon;
        diskon = _diskon;
    }
    public BahanGA(SerializationInfo info,
StreamingContext ctxt)
    {
        this.namaBahan =
        (string)info.GetValue("namaBahan",
        typeof(string));
        this.harga =
        (double)info.GetValue("harga", typeof(double));
        this.nutrisi =
        (double[])info.GetValue("nutrisi",
        typeof(double[]));
        this.batasanMinBahan =
        (double)info.GetValue("batasanMinBahan",
```

```

typeof(double));
    this.BatasanMaxBahan =
(double)info.GetValue("BatasanMaxBahan",
typeof(double));
    this.beliMinDapetDiskon =
(double)info.GetValue("beliMinDapetDiskon",
typeof(double));
    this.diskon =
(double)info.GetValue("diskon", typeof(double));
}
public BahanGA()
{
}
public string NamaBahan
{
    get { return namaBahan; }
    set { namaBahan = value; }
}
public double[] Nutrisi
{
    get { return nutrisi; }
    set { nutrisi = value; }
}
public double Harga
{
    get { return harga; }
    set { harga = value; }
}
public double BatasanMinBahan
{
    get { return batasanMinBahan; }
    set { batasanMinBahan = value; }
}
public double BatasanMaxBahan
{
    get { return batasanMaxBahan; }
    set { batasanMaxBahan = value; }
}
public double BeliMinDapetDiskon
{
    get { return beliMinDapetDiskon; }
}

```

```

        set { beliMinDapetDiskon = value; }
    }
    public double Diskon
    {
        get { return diskon; }
        set { diskon = value; }
    }

    #region ISerializable Members
    public void
    GetObjectData(SerializationInfo info,
    StreamingContext context)
    {
        info.AddValue("namaBahan",
        this.namaBahan);
        info.AddValue("harga", this.harga);
        info.AddValue("nutrisi",
        this.nutrisi);
        info.AddValue("batasanMinBahan",
        this.batasanMinBahan);
        info.AddValue("BatasanMaxBahan",
        this.BatasanMaxBahan);
        info.AddValue("beliMinDapetDiskon",
        this.beliMinDapetDiskon);
        info.AddValue("diskon",
        this.diskon);
    }

    #endregion
}

```

4.1.1.2 Kelas MyBinary

Kelas Binary berfungsi sebagai *converter* bilangan desimal menjadi bilangan biner, dan sebaliknya. Bilangan biner disini menggunakan tipe data string.

Source Code 4.2 – Kelas MyBinary

```
class MyBinary
{
    public static int binToDes(string bin)
    {
        return Convert.ToInt16(bin, 2);
    }

    public static string desToBin(int des,
int panjang)
    {
        string biner = Convert.ToString(des,
2);

        while (biner.Length < panjang)
        {
            biner = "0" + biner;
        }

        return biner;
    }
}
```

4.1.1.4 Kelas GaCore

Kelas GaCore adalah kelas utama dalam aplikasi ini. Kelas GaCore berfungsi sebagai mesin utama dalam aplikasi algoritma genetik ini. Berikut adalah variabel global yang digunakan dalam kelas GaCore.

Tabel 4.2 – Variabel Global dalam Kelas GaCore

Variabel Global	
Variabel	Penjelasan
<code>double</code> pc	Variabel ini berisi peluang terjadinya <i>crossover</i>
<code>double</code> pm	Variabel ini berisi peluang terjadinya

	mutasi
Int jumlahIterasi	Variabel ini berisi banyak iterasi yang dilakukan sebelum algoritma ini berhenti
Int banyakBahan	Variabel ini berisi banyak bahan yang dihitung
Int banyakNutrisi	Variabel ini berisi banyak macam nutrisi yang dihitung
Int jumlahIndividu	Variabel ini berisi jumlah individu dalam satu populasi
Int ketelitian	Variabel ini menentukan ketelitian perhitungan
Int beratTotal	Variabel ini berisi berat campuran bahan yang diinginkan
double [] batasanNutrisiMin	Variabel ini merupakan sebuah array satu dimensi yang berisi batasan minimum masing-masing nutrisi
double [] batasanNutrisiMax;	Variabel ini merupakan sebuah array satu dimensi yang berisi batasan maksimum masing-masing nutrisi
Bahan [] kumpulanBahan;	Variabel ini merupakan sebuah array satu dimensi yang bertipe data <i>Bahan</i> , dan berfungsi untuk menyimpan informasi bahan-bahan yang diperhitungkan dalam formulasi ini.

Fungsi gaBegin

Fungsi *gaBegin* adalah fungsi utama dalam kelas *GaCore*. Ketika fungsi ini dipanggil, maka *GaCore* akan mulai melakukan iterasi sebanyak variabel *banyakIterasi*. Untuk tiap-tiap individu dalam suatu iterasi, fungsi ini akan melakukan pengecekan apakah individu tersebut akan di-*crossover* atau dimutasi.

Source Code 4.3 – Fungsi gaBegin

```
private void gaBegin()  
private void gaBegin()  
{  
    awal = DateTime.Now;  
  
    inisiasiPopulasi();  
    //logAdd();  
    int indexCrossOver = -1;  
  
    Random rpc = new Random(); //nilai  
    random untuk crossOver  
    Random rpm = new Random(); //nilai  
    Random unruk Mutasi  
    int j;  
    for (j = 0; j < jumlahIterasi; j++)  
    {  
        if (j % 10000 == 0)  
        {  
            Console.WriteLine(j);  
        }  
  
        for (int i = 0; i < jumlahIndividu;  
i++)  
        {  
            if (rpc.NextDouble() < pc)  
            //individu itu akan di crossover  
            {  
                if (indexCrossOver == -1)  
                //berarti belum ada calon  
                {  
                    indexCrossOver = i;  
                    //simpan index yang mau dicross over  
                }  
                else  
                {  
                    crossover2D(populasi[indexCrossOver], populasi[i]);  
                    //disimpan  
                    indexCrossOver = -1;  
                    //index dikembalikan  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

    }
    if (rpm.NextDouble() < pm)
    //individu itu akan di mutasi
    {
        mutasi(i);
    }
    selectionSort();
}

akhir = DateTime.Now;

selisihwaktu = akhir - awal;

printHasilIndividu(populasi[9]);
log += selisihwaktu.ToString();
}

```

Fungsi crossOver2D

Fungsi ini digunakan untuk melakukan *crossover* pada dua individu. Hasil *crossover* adalah dua buah kromosom yang akan disimpan di variabel *populasi*.

Source Code 4.4 – Fungsi crossover2D

```

crossOver2D(Individu A, Individu B)
//untuk membangkitkan bilangan random
Random rndVertical = new Random();

//ada 4 string
string[] kiriA = new
string[banyakBahan];
string[] kananA = new
string[banyakBahan];
string[] kiriB = new
string[banyakBahan];
string[] kananB = new

```

```

string[banyakBahan];

    //mrncari titik potong
    int titikPotong =
(rndVertical.Next(ketelitian - 1)+1);

    Individu anak1 = new
Individu(banyakBahan);
    Individu anak2 = new
Individu(banyakBahan);
    Individu anak3 = new
Individu(banyakBahan);
    Individu anak4 = new
Individu(banyakBahan);

    for (int i = 0; i < banyakBahan;
i++)
    {
        kiriA[i] =
A.Alel[i].Substring(0, titikPotong );
        kiriB[i] =
B.Alel[i].Substring(0, titikPotong );

        kananA[i] =
A.Alel[i].Substring(titikPotong);
        kananB[i] =
B.Alel[i].Substring(titikPotong);
    }
    for (int i = 0; i < banyakBahan;
i++)
    {
        anak1.Alel[i] = kiriA[i] +
kananB[i];
        anak2.Alel[i] = kiriB[i] +
kananA[i];

        anak3.Alel[i] = kananA[i] +
kiriB[i];
        anak4.Alel[i] = kananB[i] +
kiriA[i];
    }

```

```

        if (!sudahAdaDiPopulasi(anak1.Alel))
        {
            populasi.Add(anak1);
            hitungFitnes(populasi.Count -
1);
        }
        if (!sudahAdaDiPopulasi(anak2.Alel))
        {
            populasi.Add(anak2);
            hitungFitnes(populasi.Count -
1);
        }
        if (!sudahAdaDiPopulasi(anak3.Alel))
        {
            populasi.Add(anak3);
            hitungFitnes(populasi.Count -
1);
        }
        if (!sudahAdaDiPopulasi(anak4.Alel))
        {
            populasi.Add(anak4);
            hitungFitnes(populasi.Count -
1);
        }
    }

```

Fungsi mutasi

Fungsi ini berfungsi untuk melakukan mutasi pada suatu individu. Cara kerja mutasi adalah dengan mengubah angka 0 menjadi 1 dan sebaliknya di sebuah kromosom individu.

Source Code 4.5 – Fungsi Mutasi

```
private void mutasi(int index)
private void mutasi(int index)
{
    char[] mutatedAlel;
    String[] mutatedAlelString = new
String[banyakBahan];

    //salah satu alel yang berfungsi mengecek
    apakah bahan dipakai atau tidak di mutasi

    Random rnd = new Random();

    char korban =
populasi[index].Alel[rnd.Next(banyakBahan)][0];

    for (int i = 0; i < banyakBahan; i++)
    {
        mutatedAlel =
populasi[index].Alel[i].ToCharArray();
        for (int j = 0; j < ketelitian; j++)
        {
            if (mutatedAlel[j] == '0')
            {
                mutatedAlelString[i] += "1";
            }
            if (mutatedAlel[j] == '1')
            {
                mutatedAlelString[i] += "0";
            }
        }
    }
}
```



```

    }
    Individu temp = new Individu();
    temp.Alel = mutatedAlelString;
    if (!sudahAdaDiPopulasi(temp.Alel))
    {

        populasi.Add(temp);
        hitungFitnes(populasi.Count - 1);
    }
}

```

Fungsi hitungFitness

Fungsi ini berfungsi untuk menghitung nilai fitness masing-masing individu.

Source Code 4.6 – Fungsi hitungFitness

```

public void hitungFitnes(int index)
{
    public void hitungFitnes(int index)
    {
        /*******Perhitungan Fitnes *****/
        *
        * fitness = 1 /(cost+1)
        * cost = biaya + penalti
        * penalti =
dapatkanperhitungan/batas yang ditentukan
        */

        //perhitungan biaya
        double jumlahDesBahan = 0;
        double cost = 0;
        double fitness = 0;
        double biaya = 0;
        double diskon = 0;

        double penaltiBahanTotal = 0;
        double penaltiNutrисиTotal = 0;
    }
}

```

```

        List<double> desBahan = new
List<double>();
        List<double> persenBahan = new
List<double>();

        double[] jumlahNutrisi = new
double[banyakNutrisi];
        double[] penaltiBahan = new
double[banyakBahan];
        double[] penaltiNutrisi = new
double[banyakNutrisi];

        int banyakIndeksPertamaNol = 0;
        int banyakIndeksLainnyaNol = 0;

        //mengambil jumlah masing masing
        baris kromosome
        for (int j = 0; j < banyakBahan;
j++)
        {
            if
(populasi[index].Alel[j].Substring(0, 1) == "0")
            {
                banyakIndeksPertamaNol++;
            }

desBahan.Add(MyBinary.binToDes(populasi[index].A
lel[j].Substring(0, ketelitian)));

                jumlahDesBahan +=
desBahan.Last();
            }

        //mencari desimal bahan dan biaya

```

```

        for (int i = 0; i < banyakBahan;
i++)
    {
        persenBahan.Add(desBahan[i] /
jumlahDesBahan * 100);
        biaya += persenBahan[i] *
kumpulanBahan[i].Harga / 100*beratTotal;
    }

    //jika semua bahan memiliki indek 0
jadi pengali =0, biaya nya jadi besr sekali

    // if (banyakIndeksPertamaNol ==
banyakBahan || banyakIndeksLainnyaNol ==
banyakBahan)
        if (banyakIndeksPertamaNol ==
banyakBahan )
        {
            biaya = 9999990099999;
            fitness = -1;
            cost = 100000000;
            penaltiBahanTotal = 99999999;
            penaltiNutrisiTotal = 9999999;
        }
        else
        {
            //mencari penalti tiap-tiap
bahan
            for (int i = 0; i < banyakBahan;
i++)
            {
                // mencari penalti jika
bahan MELEBIHI batas

                if
(kumpulanBahan[i].BatasanMaxBahan != 0) // 0
berarti tidak ada batasan maksimum
                {
                    if (persenBahan[i] >
kumpulanBahan[i].BatasanMaxBahan) //bahan
melebihi maksimum

```

```

        {
            penaltiBahan[i] =
persenBahan[i] /
kumpulanBahan[i].BatasanMaxBahan * biaya *
biaya;
        }
    }
    // mencari penalti jika
bahan KURANG DARI batas
    if
(kumpulanBahan[i].BatasanMinBahan != 0) // 0
berarti tidak ada batasan minimum
    {
        if (persenBahan[i] <
kumpulanBahan[i].BatasanMinBahan) //bahan kurang
dari minimum
        {
            penaltiBahan[i] =
(persenBahan[i] + 0.1) /
kumpulanBahan[i].BatasanMinBahan * biaya *
biaya;
        }
    }

    //mencari penalti tiap nutrisi
    //mencari jumlah total masing-
masing nutrisi
    for (int i = 0; i <
banyakNutrisi; i++)
    {
        jumlahNutrisi[i] = 0;
    }

    for (int i = 0; i <
banyakNutrisi; i++)
    {
        for (int j = 0; j <
banyakBahan; j++)
        {
            jumlahNutrisi[i] +=
kumpulanBahan[j].Nutrisi[i] * persenBahan[j] /

```

```

100;
    }
}

for (int i = 0; i <
banyakNutrisi; i++)
{
    // mencari penalti jika
    nutrisi MELEBIHI batas
    if (batasanNutrisiMax[i] !=
0)
    {
        if (jumlahNutrisi[i] >
batasanNutrisiMax[i]) //nutrisi melebihi
maksimum
        {
            penaltiNutrisi[i] =
jumlahNutrisi[i] / batasanNutrisiMax[i] * biaya
* biaya;
        }
    }
    if (batasanNutrisiMin[i] !=
0)
    {
        if (jumlahNutrisi[i] <
batasanNutrisiMin[i]) //nutrisi kurang dari
minimum
        {
            penaltiNutrisi[i] =
jumlahNutrisi[i] / batasanNutrisiMin[i] * biaya
* biaya;
        }
    }

    //mencari jumlah total penalti
    bahan
    for (int i = 0; i <
penaltiBahan.Length; i++)
    {
        penaltiBahanTotal +=
penaltiBahan[i];
    }
}

```

```

    }
    //mencari jumlah total penalti
Nutrisi
    for (int i = 0; i <
penaltiNutrisi.Length; i++)
    {
        penaltiNutrisiTotal +=
penaltiNutrisi[i];
    }
    //mencari diskon
    for (int i = 0; i < banyakBahan;
i++)
    {
        if (persenBahan[i] *
beratTotal / 100 >
kumpulanBahan[i].BeliMinDapetDiskon) //artinya
dapat diskon
        {
            diskon =
kumpulanBahan[i].Diskon * biaya;
        }
        else
        {
            diskon = 0;
        }
    }

    //mencari cost dengan rumus,
cost = biaya + penaltiBahanTotal +
penaltiNutrisiTotal-diskon

    cost = biaya + penaltiBahanTotal
+ penaltiNutrisiTotal - diskon;
    //mencari fitness dengan rumus
1/cost
    fitness = 1 / (cost + 0.1);
}

    //mengisi atribut individu di
populasi

    populasi[index].Cost = cost;
    populasi[index].Fitnes = fitness;

```



```
populasi[index].Biaya = biaya;  
populasi[index].Penalti =  
penaltiBahanTotal + penaltiNutrisiTotal;  
}
```

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



4.2 Simulasi

Bab ini membahas mengenai simulasi yang dilakukan beserta analisisnya. Simulasi ini memiliki dua tujuan, yaitu:

1. membandingkan hasil yang didapat dengan menggunakan metode algoritma genetik dengan hasil yang didapat dengan menggunakan metode *brute force*. Berbeda dengan algoritma genetik, *brute force* akan mencoba semua kemungkinan yang ada sehingga akan dicapai hasil yang optimum.
2. Menemukan peluang *crossover* dan peluang mutasi yang efektif dalam menyelesaikan permasalahan optimasi formulasi pakan ternak,

Simulasi ini menggunakan contoh kasus yang sama dengan sub-bab 3.11.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan komputer dengan prosessor Intel Core 2 Duo 1.6 Ghz, dengan ram 2 GB. Perlu diingat bahwa kecepatan komputer akan berpengaruh pada kecepatan kalkulasi untuk *problem* yang diberikan sehingga apabila dilakukan di komputer yang berbeda, kecepatan prosesnya juga akan berbeda.

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh data-data sebagai berikut:

4.2.1 Pengamatan waktu eksekusi, perbandingan *cost* untuk metode dan jumlah bahan berbeda.

Ketika dilakukan percobaan dengan jumlah bahan yang berbeda tetapi jumlah nutrisi, jumlah batasan, dan jumlah diskon yang sama, maka hasilnya adalah sebagai berikut:

Percobaan 1

Di percobaan 1 kita mencoba mencari waktu dan hasil yang paling optimum dengan menggunakan metode *brute force*.

Tabel 4.3 – Tabel Percobaan Brute Force

Jumlah Bahan	Komposisi	Biaya	Penalti	Diskon	Cost	<i>Fitness</i>	Waktu
3	65,5,30,	43500			43500	20,30E-05	0:00:01
4	65,5,25,5,	45500			45500	2,20E-05	0:00:28
5	65,5,20,5,5,	48500			48500	2,06E-05	0:19:45
6	15,5,5,5,5,65	63250		19012,5 0	44237,5	2,26E-05	29:19:45

Rata-rata waktu yang dibutuhkan: 7:25:00

Cost dan *Fitness* di tabel 4.1 didapatkan dengan rumus yang telah dijelaskan di sub-bab 3.5 . Berikut adalah penjabaran perhitungan *cost* untuk Percobaan I,

Perhitungan *cost* untuk jumlah bahan = 3

$$\begin{aligned} \text{BiayaTotal} &= \left(\frac{65}{100} 4000 + \frac{5}{100} 5000 \right. \\ &\quad \left. + \frac{30}{100} 5000 \right) \times 10 = 43500 \end{aligned}$$

$$\text{Penalti} = 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{Diskon} = 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Cost} &= \text{BiayaTotal} + \text{Penalti} - \text{Diskon} \\ &= 43500 \end{aligned}$$

$$\text{Fitness} = \frac{1}{\text{Cost} + 1} = 2,3 \times 10^{-5}$$

Perhitungan cost untuk jumlah bahan = 4

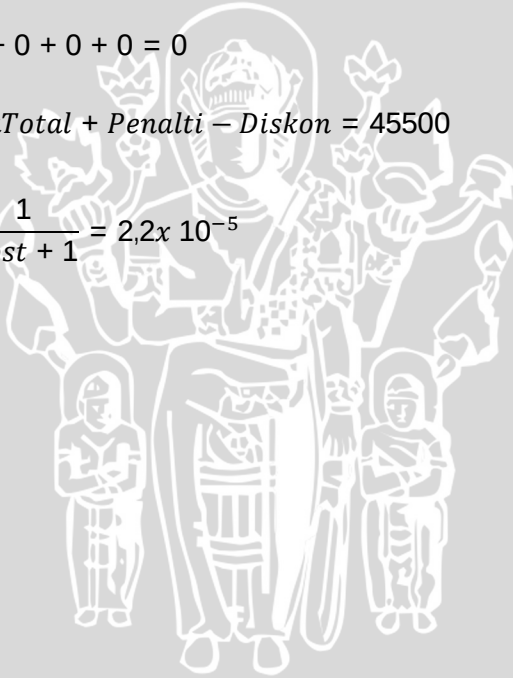
$$\begin{aligned} \text{BiayaTotal} &= \left(\frac{65}{100} 4000 + \frac{5}{100} 5000 + \frac{25}{100} 5000 \right. \\ &\quad \left. + \frac{5}{100} 9000 \right) \times 10 \\ &= 45500 \end{aligned}$$

$$\text{Penalti} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{Diskon} = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{Cost} = \text{BiayaTotal} + \text{Penalti} - \text{Diskon} = 45500$$

$$\text{Fitness} = \frac{1}{\text{Cost} + 1} = 2,2 \times 10^{-5}$$



Perhitungan cost untuk jumlah bahan = 5

$$\begin{aligned} \text{BiayaTotal} = & \left(\frac{65}{100} 4000 + \frac{5}{100} 5000 + \frac{20}{100} 5000 \right. \\ & \left. + \frac{5}{100} 9000 + \frac{5}{100} 11000 \right) \times 10 = 48500 \end{aligned}$$

$$\text{Penalti} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{Diskon} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{Cost} = \text{BiayaTotal} + \text{Penalti} - \text{diskon} = 48500$$

$$\text{Fitness} = \frac{1}{\text{Cost} + 1} = 2,06 \times 10^{-5}$$

Perhitungan cost untuk jumlah bahan = 6

$$\begin{aligned} \text{BiayaTotal} = & \left(\frac{15}{100} 4000 + \frac{5}{100} 5000 + \frac{5}{100} 5000 \right. \\ & \left. + \frac{5}{100} 9000 + \frac{5}{100} 11000 + \frac{65}{100} 6500 \right) \times 10 \\ = & 63250 \end{aligned}$$

$$\text{Penalti} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$\text{Diskon} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 19012,5 = 0$$

$$\text{Cost} = \text{BiayaTotal} + \text{Penalti} - \text{diskon} = 44237,5$$

$$\text{Fitness} = \frac{1}{\text{Cost} + 1} = 2,26 \times 10^{-5}$$

Percobaan II

Percobaan II dilakukan dengan menggunakan jumlah iterasi sebanyak 10.000 dengan peluang mutasi sebesar 0,5 dan peluang *crossover* sebesar 0,5.

Tabel 4.4 – Tabel Percobaan Algen dengan 10.000 Iterasi

Jumlah Bahan	Biaya	Penalti	<i>cost</i>	<i>Fitness</i>	Waktu	<i>Cost bruteforce/Cost algen</i>
3	4,49E+04	0,00E+00	4,49E+04	2,23E-05	00:00:08	0,969394476
4	5,04615E+04	0,00000E+00	5,04615E+04	1,99116E-05	00:00:08	9,05982E-01
5	6,01424E+04	0,00000E+00	6,01424E+04	1,66288E-05	00:01:20	8,06496E-01
6	6,49707E+04	1,52244E+07	1,52894E+07	1,22347E-05	00:4:25.371,2	5,E-01

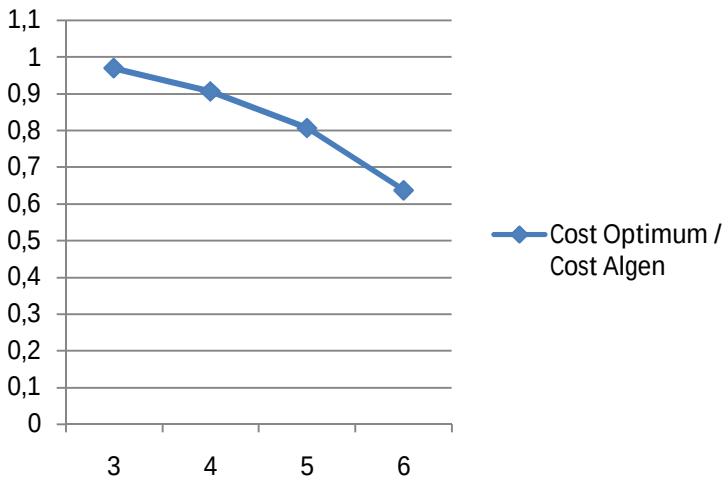
Dari tabel 4.1 diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan komputasi dengan metode *brute force* pada jumlah bahan enam atau lebih relatif besar. Semakin banyak jumlah bahan yang diformulasikan dengan metode *brute force*, waktu komputasi yang dibutuhkan juga akan semakin besar.

Karena mencoba semua kemungkinan maka metode *brute force* menjamin didapatkannya hasil dengan *cost* yang paling murah.

Di percobaan II kita melakukan simulasi dengan jumlah iterasi yang sama dan jumlah bahan yang berbeda-beda. Hasil percobaan II dapat dilihat pada gambar 4.2



Hubungan jumlah bahan dengan tingkat kebugaran dengan jumlah iterasi yg sama



Gambar 4.2 Grafik Hubungan rasio perbandingan cost *brute force*/algen dengan jumlah bahan pada Algen

Dari grafik 4.2 diketahui bahwa pada perhitungan formulasi dengan menggunakan algoritma genetik dengan jumlah iterasi yang sama, semakin banyak jumlah bahan, rasio perbandingan antara *brute force* dengan algen yang dihasilkan akan semakin kecil. Hal ini disebabkan karena semakin banyak jumlah bahan, maka kemungkinan solusi juga akan semakin banyak.

4.2.2 Pengamatan *Fitness* untuk jumlah iterasi yang berbeda

Percobaan III

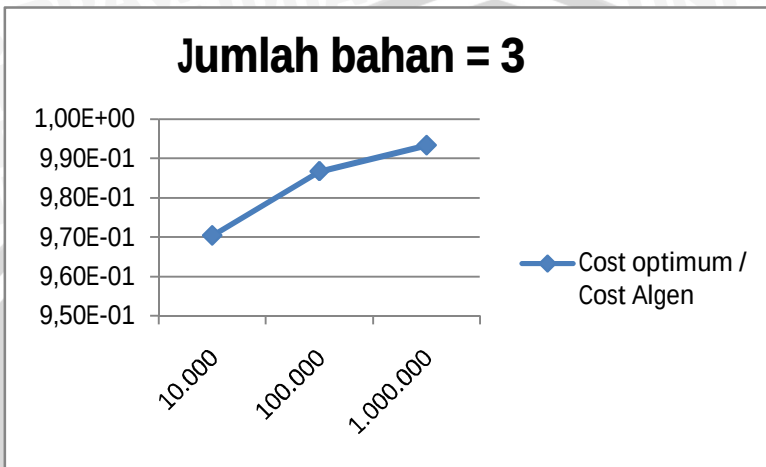
Pada Percobaan III dilakukan pengujian dengan jumlah iterasi yang berbeda untuk tiap-tiap jumlah bahan. Jumlah bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah 3,4,5, dan 6 sedangkan jumlah iterasi yang digunakan adalah 10.000, 100.000 dan 1.000.000. Pengujian ini menggunakan peluang mutasi dan crossover sebesar 0,5 . Hasil percobaan III dapat dilihat pada gambar 4.5.



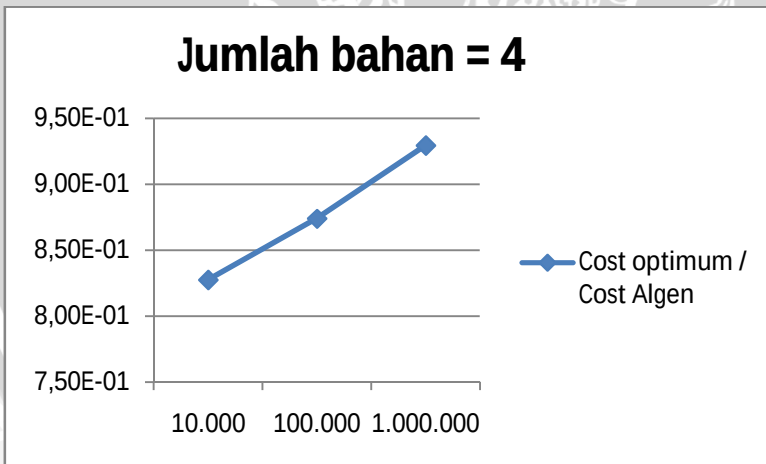
Tabel 4.5 – Tabel Percobaan Algen dengan Iterasi yang berbeda

Jumlah Bahan	Jumlah Iterasi	Biaya	Penalti	Cost	Fitness	Waktu	cost bruteforce/Algen
3	10.000	4,47E+04	0,00E+00	4,47E+04	2,24E-05	0:00:13	9,70E-01
3	100.000	4,49E+04	0,00E+00	4,49E+04	2,23E-05	0:13:54	9,87E-01
3	1.000.000	4,43E+04	0,00E+00	4,43E+04	2,26E-05	0:00:56	9,93E-01
4	10.000	5,33E+04	0,00E+00	5,33E+04	1,88E-05	0:00:14	8,27E-01
4	100.000	5,43E+04	0,00E+00	5,43E+04	1,86E-05	0:05:57	8,74E-01
4	1.000.000	4,90E+04	0,00E+00	4,90E+04	2,04E-05	0:17:11	9,29E-01
5	10.000	5,27E+04	5,56E+07	5,57E+07	1,80E-08	0:00:15	3,57E-01
5	100.000	6,38E+04	0,00E+00	6,38E+04	1,57E-05	0:32:32	8,50E-01
5	1.000.000	5,24E+04	0,00E+00	5,24E+04	1,91E-05	0:32:32	9,22E-01
6	10.000	5,54E+04	7,77E+07	7,77E+07	1,32E-08	0:00:14	2,73E-01
6	100.000	63671,09083	101728946	101792617	1,041E-08	0:03:23	4,21E-01
6	1.000.000	60451,7979	0	60451,798	1,6843E-05	0:34:06	7,66E-01

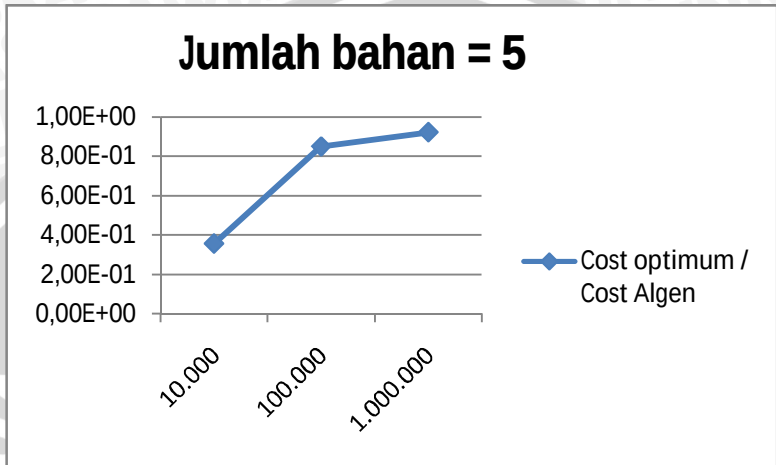
Hasil percobaan III dapat dilihat pada gambar 4.3 sampai dengan gambar 4.6



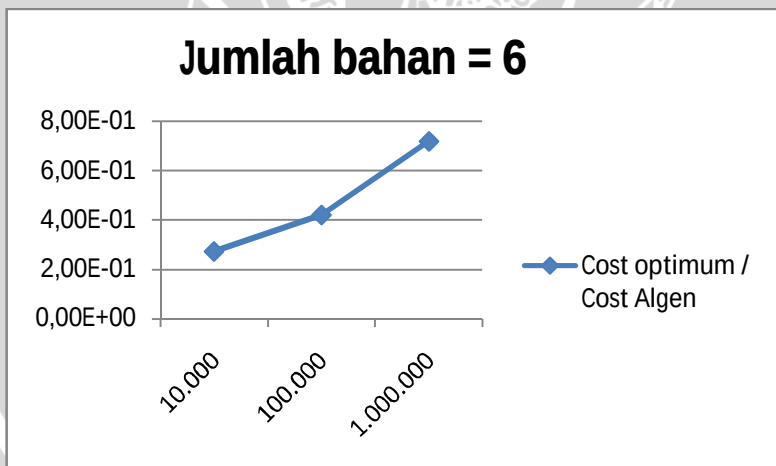
Gambar 4.3 Grafik Hubungan rasio perbandingan cost bruteforce/algen dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 3



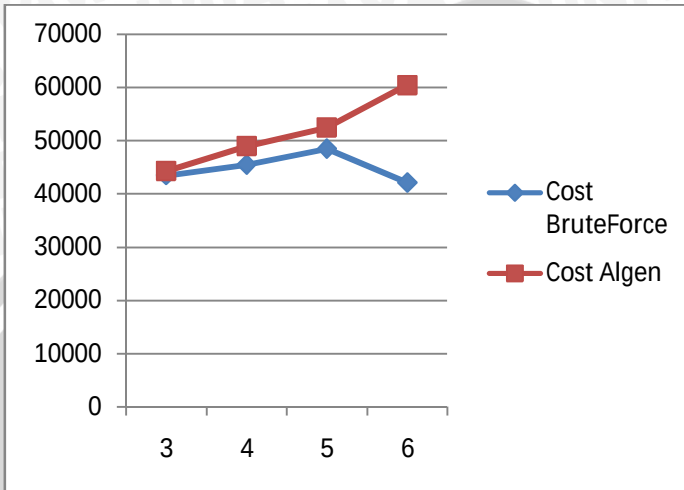
Gambar 4.4 Grafik Hubungan rasio perbandingan cost bruteforce/algen dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 4



Gambar 4.5 Grafik Hubungan rasio perbandingan *cost brute force*/algen iterasi dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 5



Gambar 4.6 Grafik Hubungan rasio perbandingan *cost brute force*/algen dan jumlah iterasi pada Algen dengan jumlah bahan = 6



Grafik 4.7 Grafik Hubungan perbandingan *cost brute force* dan algen dengan jumlah antara 3 sampai 6

Dari percobaan I dan percobaan III didapatkan perbandingan waktu dan *cost*. perbandingan waktu yang dibutuhkan dan *cost* antara algoritma genetik dengan algoritma *brute force* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbandingan waktu algen dan *brute force*

Jumlah bahan	Waktu yg dibutuhkan metode <i>brute force</i>	Waktu yang dibutuhkan metode algen	<i>Cost brute force</i> / <i>cost algen</i>
3	0:00:01	0:00:56	9,93E-01
4	0:00:28	0:17:11	9,29E-01
5	0:19:45	0:32:32	9,22E-01
6	29:19:45	0:34:06	7,66E-01

Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa untuk jumlah bahan kurang dari enam, waktu yang dibutuhkan algoritma genetik lebih besar daripada waktu yang dibutuhkan oleh algen, tapi begitu jumlah bahan lebih dari 5, waktu yang dibutuhkan oleh metode *bruteforce* jauh lebih besar daripada waktu yang dibutuhkan algoritma genetik.

Dari tabel 4.6 dapat disimpulkan rata-rata rasio *cost* yang dihasilkan metode *bruteforce* dengan *cost* yang dihasilkan algoritma genetik adalah 0,9. Sedangkan perbandingan waktu yang dibutuhkan antara metode *bruteforce* dan algoritma genetik adalah 1: 21.

Dari gambar 4.3., 4.4., 4.5., dan 4.6 terlihat bahwa pada metode algoritma genetik semakin banyak jumlah bahan yang dicampurkan, maka semakin banyak pula iterasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang mendekati optimum.

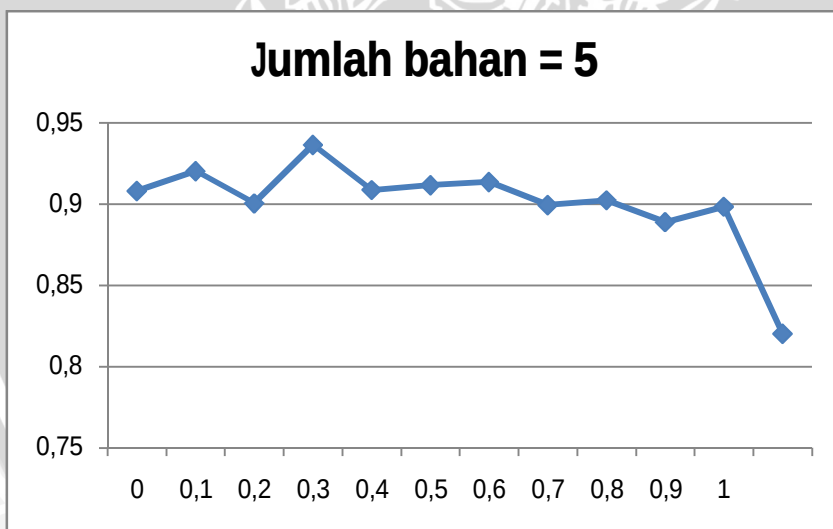


4.2.3 Pengamatan *Fitness* untuk peluang mutasi yang berbeda

Percobaan IV

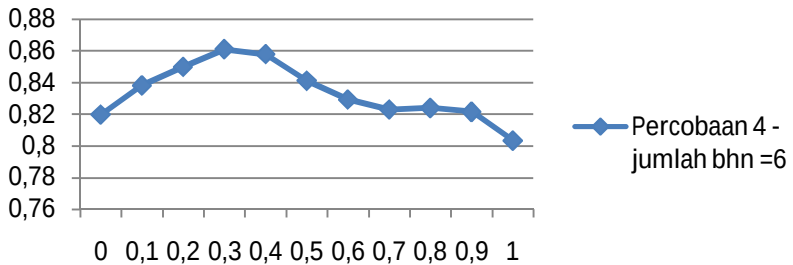
Pada Percobaan IV dilakukan pengujian dengan peluang mutasi yang berbeda untuk tiap-tiap jumlah bahan. Jumlah bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah 5 dan 6 bahan. Sedangkan peluang mutasi yang digunakan adalah 0,1;0,2;0,3; 0,4;0,5;0,6;0,7;0,8 dan 0,9. Pengujian ini menggunakan peluang *crossover* sebesar 0,5 dan jumlah iterasi sebesar 10.000. Tabel Hasil percobaan ini dapat dilihat di lampiran no 1 di halaman XXI.

grafik hubungan antara peluang mutasi dengan rasio perbandingan *cost brute force* dan *algen* yang didapatkan dari percobaan IV dapat dilihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9:



Gambar 4.8 Grafik Hubungan rasio perbandingan *cost brute force*/algen dan peluang mutasi pada Algen dengan jumlah bahan = 5

Jumlah bahan = 6



Gambar 4.9 Grafik Hubungan rasio perbandingan cost bruteforce/algien dan peluang mutasi pada Algen dengan jumlah bahan = 6

Dari percobaan IV terlihat bahwa rasio perbandingan cost bruteforce/algien tertinggi didapatkan ketika peluang mutasi = 0,3.

4.2.3 Pengamatan *Fitness* untuk peluang *crossover* yang berbeda

Pada Percobaan V dilakukan pengujian dengan peluang *crossover* yang berbeda untuk tiap-tiap jumlah bahan. Jumlah bahan yang digunakan pada pengujian ini adalah 5 dan 6 sedangkan peluang *crossover* yang digunakan adalah 0,0;0,1;0,2;0,3; 0,4;0,5;0,6; 0,7;0,8;0,9 dan 1. Pengujian ini menggunakan peluang *crossover* sebesar 0,5 dan jumlah iterasi sebesar 10.000. Hasil dari percobaan V dapat dilihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8.

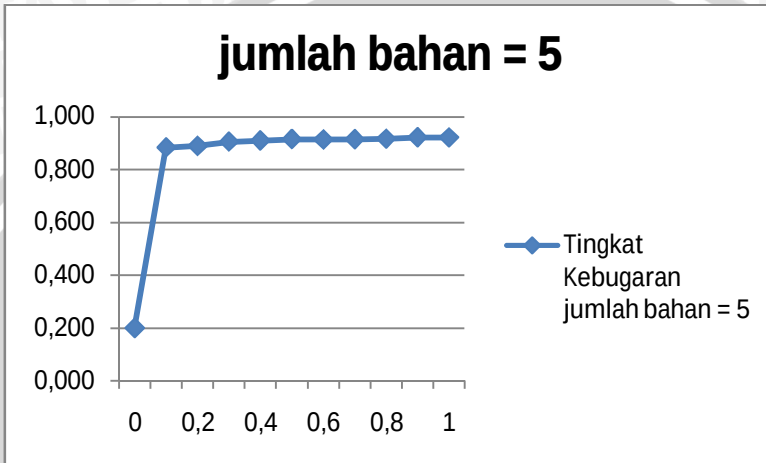
Tabel 4.7 – Tabel Percobaan Algen dengan Peluang Crossover (Pc) yang berbeda untuk jumlah bahan = 5

Pc	Biaya	Penalti	Cost	Fitness	Waktu	Cost algen/cost bruteforce
0	66765,04727	766535616,2	7,67E+08	4,14381E-06	0:00:04	0,200974798
0,1	54883,986	0	54883,99	1,82402E-05	0:00:09	0,884649764
0,2	54540,97533	0	54540,98	1,83517E-05	0:00:12	0,890058827
0,3	53589,41096	0	53589,41	1,86863E-05	0:00:12	0,906288522
0,4	53278,24892	0	53278,25	1,8778E-05	0:00:15	0,910734506
0,5	53015,60209	0	53015,6	1,88854E-05	0:00:15	0,915944984
0,6	53118,60839	0	53118,61	1,88475E-05	0:00:17	0,914104012
0,7	53055,42308	0	53055,42	1,88701E-05	0:00:19	0,915202235
0,8	52937,87575	0	52937,88	1,89096E-05	0:00:20	0,917117921
0,9	52606,24948	0	52606,25	1,90191E-05	0:00:21	0,922429209
1	52614,72353	0	52614,72	1,90124E-05	0:00:23	0,922103904

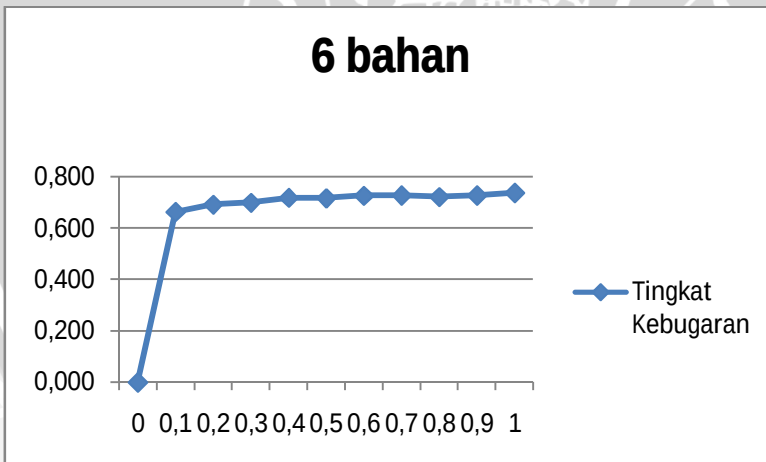
Tabel 4.8 – Tabel Percobaan Algen dengan peluang *crossover* yang berbeda untuk jumlah bahan = 6

Pc	Biaya	Penalti	Cost	Fitness	Waktu	Cost algen/cost bruteforce
0	79080,59924	1929843803	1,93E+09	6,86419E-10	0:00:06	3,57624E-05
0,1	62684,2823	0	62684,28	1,59753E-05	0:00:10	0,832316431
0,2	64079,87977	0	64079,88	1,5647E-05	0:00:12	0,815211537
0,3	63308,10642	0	63308,11	1,58221E-05	0:00:14	0,824333039
0,4	61708,8356	0	61708,84	1,62396E-05	0:00:15	0,846083076
0,5	61788,31246	0	61788,31	1,62054E-05	0:00:17	0,844304464
0,6	60936,83389	0	60936,83	1,64224E-05	0:00:20	0,855605917
0,7	60922,48817	0	60922,49	1,64587E-05	0:00:21	0,857501705
0,8	61356,03085	0	61356,03	1,63205E-05	0:00:22	0,850298582
0,9	60957,99579	0	60958	1,6458E-05	0:00:27	0,857465744
1	60030,58603	0	60030,59	1,66731E-05	0:00:28	0,868669282

grafik hubungan antara peluang *crossover* dengan rasio perbandingan antara *cost* yang dihasilkan *bruteforce* dengan *cost* yang dihasilkan algoritma genetik dapat dilihat pada gambar 4.10 dan gambar 4.11.

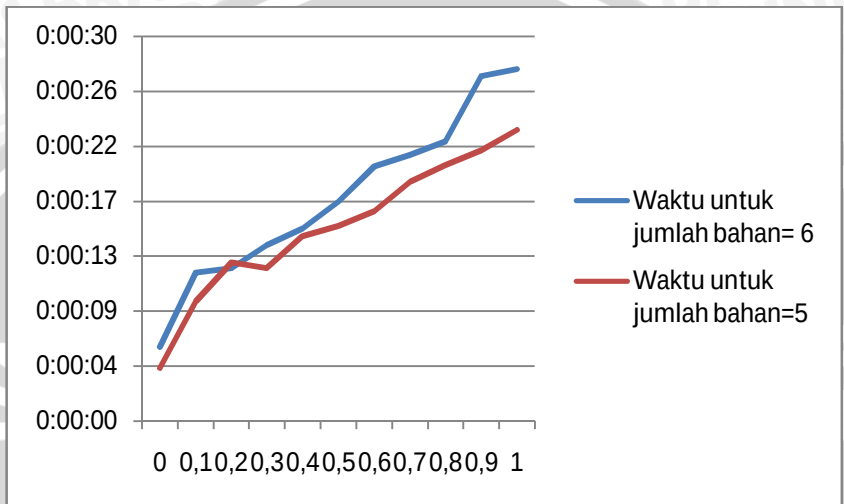


Gambar 4.10 Grafik Hubungan rasio perbandingan *cost* *bruteforce*/algen dengan peluang *crossover* pada jumlah bahan = 5



Gambar 4.11 Grafik Hubungan rasio perbandingan *cost* *bruteforce*/algen dengan peluang *crossover* pada jumlah bahan = 6

grafik hubungan antara peluang *crossover* dengan waktu komputasi dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara waktu dengan peluang *crossover*

Dari percobaan V terlihat bahwa semakin besar nilai *cross over* semakin besar pula nilai *fitness* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena semakin sering terjadi *crossover* semakin banyak pula kemungkinan solusi yang ditemukan. Dari grafik 4.13 terlihat bahwa semakin besar peluang *crossover* semakin besar pula waktu komputasinya. Dari grafik 4.12 dan 4.13 terlihat peluang *crossover* yang efisien untuk kasus ini berada pada range 0,1-0,3 .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada skripsi ini adalah:

1. Pada skripsi ini telah dibuat model genetika untuk optimasi formulasi pakan ternak.
2. pada metode algoritma genetik semakin banyak jumlah bahan yang dicampurkan, maka semakin banyak pula iterasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang mendekati optimum.
3. Pada percobaan dengan jumlah bahan antara tiga sampai enam bahan, Rata-rata rasio *cost* yang dihasilkan metode *bruteforce* dengan *cost* yang dihasilkan algoritma genetik adalah 0,9. Sedangkan perbandingan waktu yang dibutuhkan antara metode *bruteforce* dan algoritma genetik adalah 1: 21
4. Algoritma genetik dapat digunakan sebagai salah satu alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan formulasi pakan ternak.
5. Model kromosom pada bab 3.3 dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bentuk kromosom dalam menyelesaikan permasalahan optimasi formulasi pakan ternak.
6. Pada kasus ini nilai *fitness* tertinggi didapatkan ketika peluang mutasi = 0,3 .
7. Semakin tinggi peluang *crossover* semakin besar pula nilai *fitness* yang dihasilkan, dan semakin besar pula waktu komputasi yang dibutuhkan. Pada kasus ini peluang *crossover* yang efisien berada pada *range* 0,1-0,3.

5.2 Saran

1. Aplikasi ini hanya menggunakan *ranking selection* sebagai metode seleksi. Diharapkan di penelitian selanjutnya, kasus ini bisa dikembangkan menggunakan berbagai macam metode seleksi.
2. Aplikasi ini menghitung formulasi pakan ternak dengan menggunakan algoritma genetik saja. Diharapkan pada

penelitian selanjutnya, dapat digabungkan dengan metode lain seperti *linier programming*, dan lain-lain.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- BPS Jawa Timur. 2006. *Populasi Ternak di Jawa Timur Tahun 2002-2006*. [www.disnak-jatim.com]
- Feizabadi, Shahrooz. 2007. *History of The World Wide Web*.
[http://ei.cs.vt.edu/%7Ewwwbttb/book/chap1/java_hist.html]
- Kaushik, S.J. 2000. *Feed Formulation, Diet Development and Feed Technology*. Fish Nutrition Lab., INRA-IFREMER, Station d'Hydrobiologie, INRA. B.P. 3, 64310 Saint-Pée-sur-Nivelle.
- Parakkasi, Aminuddin.,2005. *Ilmu nutrisi dan makanan ternak ruminan*, Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Perry, T.W., Cullison, A.E., and Lowrey, R.S.,. 2004. *Feeds and Feeding 6th Edition*. Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Rahardi dan Hartono, 2003. *Agribisnis Peternakan*. Penebar Swadaya
- Setiawan, Dr. Ir. Kuswara, M.T.,.2003. *Paradigma Sistem Cerdas*. Bayumedia Publishing. Malang.
- Statistik Peternakan. 2005. Direktorat Jendral Peternakan. Departemen Pertanian RI. [www.disnak-jatim.com]
- Sivanandam, S.N. dan Deepa, S.N. 2008. *Introduction to Genetic Algoritihm*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Wasis. 1992. *Pengantar Ekonomi Perusahaan*. Penerbit Alumni.
Bandung

Widodo, W., Fatimah, S., dan Fanani, Z.1993. *Pengantar
Ekonomi Pertanian dan Peternakan*. Fakultas Peternakan.
Universitas Brawijaya, Malang



Lampiran

Lampiran I : Tabel Percobaan 2. Algen dengan jumlah iterasi 100.000 dengan peluang mutasi dan peluang *crossover* =0,5

Jumlah Bahan	Komposisi	Biaya	dis kon	Penalti	Cost	<i>Fitness</i>	Waktu	<i>cost brute force</i> / <i>Cost</i> algen
3	33,33-33,33-33,33-	4,67E+04	0	0,00	4,67E+04	2,14E-05	0:00:16	0,932
3	-46,96 - 41,25 - 11,79 -	4,53E+04	0	0,00	4,53E+04	2,21E-05	0:00:10	0,960
3	-65 - 17,63 - 17,37 -	4,35E+04	0	0,00	4,35E+04	2,30E-05	0:00:08	1,000
3	-44,33 - 6,36 - 49,3 -	4,56E+04	0	0,00	4,56E+04	2,19E-05	0:00:09	0,955
3	-65 - 17,63 - 17,37 -	4,35E+04	0	0,00	4,35E+04	2,30E-05	0:00:08	1,000
rata-rata		4,49E+04	0	0,00E+00	4,49E+04	2,23E-05	0:00:08	0,969
4	-48,39 - 20,68 - 24,1 - 6,83 -	4,79E+04	0	0,00	4,79E+04	2,09E-05	0:00:08	0,950

4	-36,8 - 31,68 - 26,24 - 5,28 -	4,84E+ 04	0	0,00	4,84E+ 04	2,06E- 05	0:00:10	0,939
4	-34,51 - 29,91 - 29,91 - 5,68 -	4,88E+ 04	0	0,00	4,88E+ 04	2,05E- 05	0:00:07	0,932
4	-33,29 - 16,71 - 24,93 - 25,07 -	5,67E+ 04	0	0,00	5,67E+ 04	1,76E- 05	0:00:10	0,803
4	-34,51 - 29,91 - 29,91 - 5,68 -	4,88E+ 04	0	0,00	4,88E+ 04	2,05E- 05	0:00:07	0,932
rata-rata		5,0133 7E+04	0	0,0000 0E+00	5,0133 7E+04	2,0025 8E-05	0:00:09	0,911
5	-23,64 - 23,03 - 23,64 - 23,64 - 6,06 -	6,07E+ 04	0	0,00	6,07E+ 04	1,65E- 05	0:02:02	0,799
5	-48,91 - 20 - 8,71 - 15,25 - 7,13 -	5,55E+ 04	0	0,00	5,55E+ 04	1,80E- 05	0:02:08	0,874
5	-26,91 - 19,01 - 31,48 - 6,3 - 16,3 -	5,96E+ 04	0	0,00	5,96E+ 04	1,68E- 05	0:01:57	0,814
5	39,21 - 8,52 - 30,1 - 17,05 - 5,12 -	5,60E+ 04	0	0,00	5,60E+ 04	1,79E- 05	0:02:40	0,867
5	-24,53 - 19,72 - 29,84 - 17,7 - 8,22 -	5,96E+ 04	0	0,00	5,96E+ 04	1,68E- 05	0:01:42	0,814
rata-rata		6,0142 4E+04	0	0,0000 0E+00	6,0142 4E+04	1,6628 8E-05	0:01:21	0,806

6	-21,88 - 21,88 - 11,46 - 10,76 - 17,01 - 17,01 -	7,46E+ 04	0	0,00	7,46E+ 04	1,34E- 05	0:02:18	0,593
6	-28,64 - 13,18 - 28,64 - 14,09 - 7,27 - 8,18 -	6,30E+ 04	0	0,00	6,30E+ 04	1,59E- 05	0:02:23	0,702
6	-25,51 - 25,51 - 25,51 - 7,29 - 8,91 - 7,29 -	6,10E+ 04	0	0,00	6,10E+ 04	1,64E- 05	0:02:39	0,726
6	-38,8 - 5,61 - 16,65 - 27,75 - 5,6 - 5,58 -	6,46E+ 04	0	0,00	6,46E+ 04	1,55E- 05	0:03:23	0,685
6	-21,1 - 26,04 - 27,95 - 5,71 - 19,2 - 0 -	6,17E+ 04	0	761222 33,59	7,62E+ 07	1,31E- 08	0:03:45	0,001
rata-rata		6,4970 7E+04	0	1,5224 4E+07	1,5289 4E+07	1,2234 7E-05	00:4:25, 371,2	0,541

Lampiran 2 : Tabel Percobaan 3. Algen dengan jumlah iterasi 100.000 dengan peluang mutasi dan peluang crossover =0,5

Jumlah Bahan	Jumlah Iterasi	Komposisi	Biaya	diskon	Penalti	Cost	Fitness	Waktu	cost bruteforce/Algen
3	10000	-61,96 - 18,98 - 19,06 -	4,38E+04	0,00E+00	0	43804,3478	2,28E-05	0:00:11	9,55E-01
3	10000	-44,44 - 22,97 - 32,59 -	4,56E+04	0,00E+00	0	45556,0538	2,20E-05	0:00:15	9,80E-01
3	10000	-56,14 - 31,02 - 12,84 -	4,44E+04	0,00E+00	0	44386,1655	2,25E-05	0:00:16	9,86E-01
3	10000	-58,94 - 9,01 - 32,05 -	4,41E+04	0,00E+00	0	44105,9717	2,27E-05	0:00:13	9,57E-01
3	10000	-45,5 - 8,1 - 46,4 -	4,55E+04	0,00E+00	0	45450,087	2,20E-05	0:00:11	9,74E-01
rata-rata			4,47E+04	0,00E+00	0,00E+00	4,47E+04	2,24E-05	0:00:13	9,70E-01
3	10000	-62,29 - 14,36 - 23,35 -	4,38E+04	0,00E+00	0	43771	2,28E-05	0:00:12	1,05E+00

3	1000 00	-64,86 - 18,91 - 16,23 -	4,35E +04	0,00 E+00	0	43514	2,30E- 05	0:02 :05	9,66E-01
3	1000 00	-49,89 - 42,95 - 7,16 -	4,50E +04	0,00 E+00	0,00	4,50E +04	2,22E -05	0:00 :09	9,55E-01
3	1000 00	-44,33 - 6,36 - 49,3 -	4,56E +04	0,00 E+00	0,00	4,56E +04	2,19E -05	0:00 :09	1,00E+00
3	1000 00	-65 - 17,63 - 17,37 -	4,35E +04	0,00 E+00	0,00	4,35E+ 04	2,30E- 05	0:00 :07	1,00E+00
rata- rata			4,43E +04	0,00 E+00	0,00E +00	4,43E+ 04	2,26E- 05	0:00 :56	9,93E-01
3	1000 000	-64,1 - 16,61 - 19,29 -	4,36E +04	0,00 E+00	0	43590	2,29E- 05	0:23 :05	9,98E-01
3	1000 000	-35,19 - 11,67 - 53,14 -	4,65E +04	0,00 E+00	0	46481	2,15E- 05	0:18 :27	9,36E-01
3	1000 000	-44,33 - 6,36 - 49,3 -	4,56E +04	0,00 E+00	0	45567	2,194 6E-05	0:00 :09	1,00E+00
3	1000 000	-44,33 - 6,36 - 49,3 -	4,56E +04	0,00 E+00	0	45567	2,194 6E-05	0:00 :09	1,00E+00
3	1000 000	-65 - 17,63 - 17,37 -	4,35E +04	0,00 E+00	0	43500	2,298 8E-05	0:00 :07	1,00E+00

rata-rata			4,49E+04	0,00E+00	0,00E+00	4,49E+04	2,23E-05	0:08:23	9,87E-01
4	1000 0	-23,33 - 37,26 - 32,38 - 7,03 -	5,05E+04	0,00E+00	0	50478,8205	1,98E-05	0:00:14	9,18E-01
4	1000 0	-54,52 - 14,79 - 18,15 - 12,54 -	4,96E+04	0,00E+00	0	49561,9466	2,02E-05	0:00:14	7,88E-01
4	1000 0	-24,83 - 25,13 - 24,57 - 25,47 -	5,77E+04	0,00E+00	0	57705,8989	1,73E-05	0:00:14	7,55E-01
4	1000 0	-32,5 - 34,53 - 5,83 - 27,13 -	5,76E+04	0,00E+00	0	57603,4292	1,74E-05	0:00:15	7,90E-01
4	1000 0	-22,78 - 13,27 - 54,82 - 9,12 -	5,14E+04	0,00E+00	0	51371,4441	1,95E-05	0:00:14	8,86E-01
rata-rata			5,33E+04	0,00E+00	0,00E+00	5,33E+04	1,88E-05	0:00:14	8,27E-01
4	1000 00	-7,85 - 35,18 - 29,64 - 27,32 -	6,01E+04	0,00E+00	0	60144	1,66E-05	0:29:02	7,57E-01
4	1000 00	-36,8 - 31,68 - 26,24 - 5,28 -	4,84E+04	0,00E+00	0,00	4,84E+04	2,06E-05	0:00:09	9,39E-01
4	1000 00	-34,51 - 29,91 - 29,91 - 5,68 -	4,88E+04	0,00E+00	0,00	4,88E+04	2,05E-05	0:00:06	9,39E-01

4	1000 00	-33,29 - 16,71 - 24,93 - 25,07 -	5,67E +04	0,00 E+00	0,00	5,67E+ 04	1,76E- 05	0:00 :09	9,32E-01
4	1000 00	-25 - 25 - 25 - 25 -	5,75E +04	0,00 E+00	0,00	5,75E+ 04	1,74E- 05	0:00 :19	8,03E-01
rata- rata			5,43E +04	0,00 E+00	0,00E +00	5,43E+ 04	1,86E- 05	0:05 :57	8,74E-01
4	1000 000	-44,17 - 11,74 - 32,87 - 11,22 -	5,01E +04	0,00 E+00	0	50070	2,00E- 05	0:34 :14	9,09E-01
4	1000 000	-48,39 - 20,68 - 24,1 - 6,83 -	4,79E +04	0,00 E+00	0,00	4,79E+ 04	2,09E- 05	0:00 :07	9,50E-01
4	1000 000	-42,39 - 24,79 - 27,35 - 5,47 -	4,79E +04	0,00 E+00	0	47949	2,09E- 05	0:01 :16	
4	1000 000	-52,31 - 20,61 - 18,27 - 8,81 -	4,83E +04	0,00 E+00	0	48294	2,07E- 05	0:01 :20	
4	1000 000	-60,64 - 26,79 - 5,51 - 7,06 -	4,68E +04	0,00 E+00	0	46760	2,14E- 05	0:01 :28	
rata- rata			4,82E +04	0,00 E+00	0,00E +00	4,82E+ 04	2,08E- 05	0:07 :41	9,29E-01
5	1000 0	-40,43 - 27,96 - 18,44 - 0 - 13,17 -	5,39E +04	0,00 E+00	58009 574	58063 429,7	1,72E- 08	0:00 :14	8,35E-04

5	1000 0	-34,45 - 39,47 - 15,24 - 0 - 10,84 -	5,31E +04	0,00 E+00	56301 685	56354 742,2	1,77E- 08	0:00 :16	8,61E-04
5	1000 0	-31,89 - 27,04 - 30,02 - 11,05 - 0 -	5,12E +04	0,00 E+00	52490 683	52541 913,6	1,90E- 08	0:00 :16	9,23E-04
5	1000 0	27,19 - 29,76 - 31,93 - 5,38 - 5,73 -	5,29E +04	0,00 E+00	0	52874, 5707	1,89E- 05	0:00 :11	9,17E-01
5	1000 0	-26,78 - 25,97 - 29,45 - 9,57 - 8,23 -	5,61E +04	0,00 E+00	0	56089, 4655	1,78E- 05	0:00 :11	8,65E-01
rata- rata			5,34E +04	0,00 E+00	3,34E +07	3,34E+ 07	7,36E- 06	0:00 :14	3,57E-01
5	1000 00	-52,12 - 05,13 - 29,74 - 7,5 - 5,51 -	6,14E +04	0,00 E+00	0	61363	1,63E- 05	0:02 :25	7,90E-01
5	1000 00	-60,13 - 6,41 - 15,14 - 6 - 12,33	6,63E +04	0,00 E+00	0	66266	1,51E- 05	0:03 :54	7,32E-01
5	1000 00	-37,79 - 28,14 - 23,4 - 5,47 - 5,19 -	5,15E +04	0,00 E+00	0	51523	1,94E- 05	0:02 :03	9,41E-01
5	1000 00	-27,65 - 12,77 - 44,69 - 6,37 - 8,52 -	5,49E +04	0,00 E+00	0	54895	1,82E- 05	0:02 :34	8,84E-01
5	1000 00	-48,84 - 13,51 - 19,23 - 12,31 - 6,11 -	5,37E +04	0,00 E+00	0	53706	1,86E- 05	0:02 :31	9,03E-01

rata-rata			5,24E +04	0,00 E+00	0,00E +00	5,24E +04	1,91E -05	0:32 :32	8,50E-01
5	1000 000	-29,01 - 23,03 - 22,14 - 6,13 - 19,69 -	5109 4	0,00 E+00	0	51094	1,96E- 05	0:31 :02	9,49E-01
5	1000 000	-23,17 - 22,53 - 12,84 - 31,43 - 10,01 -	5,38E +04	0,00 E+00	0	53786	1,859 2E-05	0:34 :03	9,02E-01
5	1000 000	-36,88 - 26,39 - 26,32 - 5,2 - 5,2 -	5,15E +04	0,00 E+00	0	51511	1,94E- 05	0:26 :14	9,42E-01
5	1000 000	-23,09 - 33,34 - 33,34 - 5,13 - 5,11 -	5,28E +04	0,00 E+00	0	52808	1,89E- 05	0:26 :43	9,18E-01
5	1000 000	-42,96 - 14,48 - 25,21 - 11,57 - 5,78 -	5,38E +04	0,00 E+00	0	53799	1,86E- 05	0:28 :30	9,02E-01
rata-rata			5,26E +04	0,00 E+00	0,00E +00	5,26E+ 04	1,90E- 05	0:02 :41	9,22E-01
6	1000 0	-39,2 - 37,5 - 16,52 - 6,79 - 0 - 0 -	4,88E +04	0,00 E+00	95236 153	95284 947,6	1,05E- 08	0:00 :12	4,64E-04
6	1000 0	-27,63 - 27,45 - 27,57 - 5,45 - 0 - 11,89 -	5,80E +04	0,00 E+00	67229 787	67287 765,5	1,49E- 08	0:00 :15	6,57E-04
6	1000 0	-21,1 - 21,34 - 35,84 - 7,6 - 14,13 - 0 -	5,94E +04	0,00 E+00	70582 960	70642 366,8	1,42E- 08	0:00 :15	6,26E-04

6	1000 0	-26,12 - 27,55 - 14,73 - 15,6 - 8,74 - 7,25 -	6,41E +04	0,00 E+00	0	64094, 908	1,56E- 05	0:00 :17	6,90E-01
6	1000 0	-28,96 - 15,75 - 18,44 - 19,77 - 11,88 - 5,2 -	6,59E +04	0,00 E+00	0	65882, 2848	1,52E- 05	0:00 :19	6,71E-01
rata- rata			5,92E +04	0,00 E+00	4,66E +07	4,67E+ 07	6,16E- 06	0:00 :16	2,73E-01
6	1000 00	10,86 - 24,85 - 42,88 - 7,15 - 7,04 - 7,23 -	6,12E +04	0,00 E+00	0	61202	1,63E- 05	0:03 :36	7,23E-01
6	1000 00	-31,7 - 42,34 - 18,93 - 0 - 0 - 7,03 -	5,19E +04	0,00 E+00	10771 4295	10776 6188	9,28E- 09	0:03 :01	4,10E-04
6	1000 00	-30,39 - 9,09 - 33,1 - 22,04 - 0 - 5,38 -	5,97E +04	0,00 E+00	71166 035	71225 686	1,40E- 08	0:03 :20	6,21E-04
6	1000 00	-41,15 - 18 - 5,6 - 12,67 - 16,81 - 5,79 -	6,52E +04	0,00 E+00	0	65204	1,53E- 05	0:03 :54	6,78E-01
6	1000 00	-8,11 - 31,85 - 36,12 - 6,68 - 9,3 - 7,93 -	6,32E +04	0,00 E+00	0	63153	1,58E- 05	0:04 :11	7,00E-01
rata- rata			6022 0,542	0,00 E+00	35776 066	35836 286,5	9,506 8E-06	0:03 :37	4,21E-01
6	1000 000	-16,8 - 16,81 - 21,81 - 21,81 - 8,4 - 14,37 -	7,243 E+04	0,00 E+00	0	7,243E +04	1,38E- 05	0:36 :53	6,11E-01

6	1000 000	-55,12 - 20,33 - 7,23 - 5,41 - 5,3 - 6,61 -	5459 1,2	0,00 E+00	0	54591, 2	1,83E- 05	0:32 :43	8,10E-01
6	1000 000	-63,23 - 11,13 - 7,12 - 6,3 - 5,51 - 6,71 -	5,43E +04	0,00 E+00	0	54334	1,840 4E-05	0:32 :41	8,14E-01
6	1000 000	-37,65 - 7,89 - 26,18 - 5,58 - 12,94 - 9,75 -	6,33E +04	0,00 E+00	0	63255	1,58E- 05	0:37 :48	6,99E-01
6	1000 000	-19,64 - 19,84 - 26,88 - 13,11 - 8,57 - 11,96 -	6,70E +04	0,00 E+00	0	67036	1,49E- 05	0:37 :03	6,60E-01
rata- rata			6045 1,798	0,00 E+00	0	60451, 7979	1,684 3E-05	0:34 :06	7,19E-01

Lampiran 3 : Tabel Percobaan 4. Algen dengan iterasi 10.000 dengan peluang *crossover* =0,5 dan peluang mutasi berubah

Jumlah Bahan	Pm	Komposisi	Biaya		Penalti	Cost	Fitness	Waktu	Cost algen/ cost bruteforce
				diskon					
5	0.0	-38,03 - 20,23 - 29,35 - 5,47 - 6,91 -	52530,9 9122	0	0	5253 0,99	1,90E-05	0:00 :09	0,923
5	0.0	-42,35 - 5,1 - 41,49 - 5,95 - 5,1 -	51208,5 8378	0	0	5120 8,58	1,95E-05	0:00 :09	0,947
5	0.0	-13,64 - 27,81 - 46,84 - 5,86 - 5,86 -	54492,0 5963	0	0	5449 2,06	1,84E-05	0:00 :09	0,890
5	0.0	-27,92 - 26,41 - 31,97 - 8,64 - 5,06 -	53702,0 0142	0	0	5370 2	1,86E-05	0:00 :10	0,903
5	0.0	-41,9 - 30,57 - 14,57 - 6,46 - 6,49 -	52288,6 2241	0	0	5228 8,62	1,91E-05	0:00 :09	0,928
5	0.0	-7,93 - 23,67 - 53,28 - 8,43 - 6,69 -	56592,8 3481	0	0	5659 2,83	1,77E-05	0:00 :10	0,857
			53469,1	0	0	5346	1,87219	0:00	0,908

			8221			9,18	E-05	:09	
5	0,1	-49,65 - 23,02 - 13,59 - 7,4 - 6,36 -	51807,7 3868	0	0	5180 7,74	1,93E- 05	0:00 :12	0,936
5	0,1	-43,57 - 34,46 - 6,67 - 7,28 - 8,03 -	53371,8 4844	0	0	5337 1,85	1,87E- 05	0:00 :12	0,909
5	0,1	-17,93 - 25,18 - 43,95 - 5,6 - 7,35 -	54855,3 3273	0	0	5485 5,33	1,82E- 05	0:00 :14	0,884
5	0,1	-41,17 - 17,17 - 24,58 - 11,83 - 5,25 -	53765,8 9092	0	0	5376 5,89	1,86E- 05	0:00 :13	0,902
5	0,1	-47,03 - 15,15 - 24,45 - 6,22 - 7,16 -	52082,7 0665	0	0	5208 2,71	1,92E- 05	0:00 :12	0,931
5	0,1	-51,06 - 30,65 - 6,59 - 6,65 - 5,05 -	50582,2 6504	0	0	5058 2,27	1,98E- 05	0:00 :15	0,959
	rata rata		52744,2 9708	0	0	5274 4,3	1,89729 E-05	0:00 :13	0,920
5	0,2	-39,02 - 7,27 - 38,6 - 9,82 - 5,29 -	53197,8 5276	0	0	5319 7,85	1,88E- 05	0:00 :15	0,912
5	0,2	-9,38 - 18,66 - 56,41 - 5,01 - 10,55 -	57393,5 6344	0	0	5739 3,56	1,74E- 05	0:00 :15	0,845
5	0,2	-29,41 - 31,71 - 23,85 - 9,8 -	54117,4	0	0	5411	1,85E-	0:00	0,896

		5,23 -	4292			7,44	05	:15	
5	0,2	-21,62 - 44,7 - 20,16 - 6,97 - 6,56 -	54564,9 5275	0	0	5456 4,95	1,83E- 05	0:00 :14	0,889
5	0,2	-46,5 - 7,82 - 34,03 - 5,82 - 5,82 -	51173,9 5808	0	0	5117 3,96	1,95E- 05	0:00 :13	0,948
5	0,2	-34,04 - 15,64 - 37,12 - 7 - 6,21 -	53118,7 9613	0	0	5311 8,8	1,88E- 05	0:00 :13	0,913
	rata rata		53927,7 6101	0	0	5392 7,76	1,85655 E-05	0:00 :14	0,900
5	0,3	-63,56 - 9,32 - 11,43 - 9,08 - 6,6 -	51237,0 337	0	0	5123 7,03	1,95E- 05	0:00 :14	0,947
5	0,3	-30 - 18,32 - 38,32 - 8,35 - 5,01 -	53342,3 7117	0	0	5334 2,37	1,87E- 05	0:00 :15	0,909
5	0,3	-48,38 - 14,26 - 23,76 - 6,77 - 6,83 -	51971,3 5565	0	0	5197 1,36	1,92E- 05	0:00 :15	0,933
5	0,3	-41,24 - 8,58 - 34,38 - 5,9 - 9,91 -	54179,0 7965	0	0	5417 9,08	1,85E- 05	0:00 :15	0,895
5	0,3	-63,17 - 10,53 - 15,78 - 5,26 - 5,25 -	48941,5 9189	0	0	4894 1,59	2,04E- 05	0:00 :15	0,991
5	0,3	-42,72 - 21,35 - 24,41 - 6,1 -	51423,1	0	0	5142	1,94E-	0:00	0,943

		5,42 -	3358			3,13	05	:15	
	rata		51849,0			5184	1,93069	0:00	
	rata		9427	0	0	9,09	E-05	:15	0,936
5	0,4	-14,77 - 37,58 - 31,56 - 6,02 - 10,07 -	56975,8 0275	0	0	5697 5,8	1,76E- 05	0:00 :16	0,851
5	0,4	-40,7 - 40,7 - 5,92 - 6,73 - 5,94 -	52190,1 9713	0	0	5219 0,2	1,92E- 05	0:00 :16	0,929
5	0,4	-35,23 - 15,31 - 34,98 - 9,41 - 5,06 -	53278,6 9031	0	0	5327 8,69	1,88E- 05	0:00 :17	0,910
5	0,4	-50 - 21,82 - 15,45 - 6,36 - 6,36 -	51365,5 9975	0	0	5136 5,6	1,95E- 05	0:00 :19	0,944
5	0,4	-33,51 - 27,8 - 20,79 - 12,19 - 5,72 -	54952,6 4795	0	0	5495 2,65	1,82E- 05	0:00 :17	0,883
5	0,4	-36,1 - 25,49 - 27,34 - 5,54 - 5,54 -	51926,7 5045	0	0	5192 6,75	1,93E- 05	0:00 :16	0,934
	rata		53448,2			5344	1,87341	0:00	
	rata		8139	0	0	8,28	E-05	:17	0,909
5	0,5	-39,3 - 9,92 - 39,48 - 5,65 - 5,65 -	51716,0 839	0	0	5171 6,08	1,93E- 05	0:00 :18	0,938
5	0,5	-30,77 - 35,59 - 16,37 - 6,99	55888,3	0	0	5588	1,79E-	0:00	0,868

		- 10,28 -	2571			8,33	05	:17	
5	0,5	-58,23 - 10,03 - 15,19 - 10,19 - 6,36 -	52068,2 248	0	0	5206 8,22	1,92E- 05	0:00 :16	0,931
5	0,5	-39,99 - 28,59 - 18,8 - 7,46 - 5,16 -	52084,2 767	0	0	5208 4,28	1,92E- 05	0:00 :16	0,931
5	0,5	-35,36 - 20,99 - 29,21 - 8,91 - 5,53 -	53344,5 9314	0	0	5334 4,59	1,87E- 05	0:00 :17	0,909
5	0,5	-38,33 - 14,26 - 29,52 - 12,56 - 5,33 -	54388,2 5941	0	0	5438 8,26	1,84E- 05	0:00 :17	0,892
	rata rata		53248,2 9394	0	0	5324 8,29	1,87944 E-05	0:00 :17	0,912
5	0,6	-42,09 - 38,35 - 8,27 - 6,01 - 5,27 -	51359,2 2205	0	0	5135 9,22	1,95E- 05	0:00 :18	0,944
5	0,6	-26,84 - 42,35 - 19,62 - 6,11 - 5,07 -	52803,1 8643	0	0	5280 3,19	1,89E- 05	0:00 :18	0,919
5	0,6	-25,39 - 43,59 - 19,71 - 5,67 - 5,63 -	53110,3 8883	0	0	5311 0,39	1,88E- 05	0:00 :18	0,913
5	0,6	-25,39 - 40,86 - 15,94 - 5,11 - 12,69 -	57122,1 5105	0	0	5712 2,15	1,75E- 05	0:00 :19	0,849
5	0,6	-42,86 - 32,81 - 11,93 - 6,9 -	51771,2	0	0	5177	1,93E-	0:00	0,937

		5,49 -	9746			1,3	05	:18	
5	0,6	-28,79 - 11,69 - 47,98 - 6,31 - 5,22 -	52777,4 9474	0	0	5277 7,49	1,89E- 05	0:00 :18	0,919
	rata rata		53157,2 9009	0	0	5315 7,29	1,88345 E-05	0:00 :18	0,913
5	0,7	-31,47 - 38,46 - 18,88 - 5,59 - 5,59 -	52446,3 8655	0	0	5244 6,39	1,91E- 05	0:00 :18	0,925
5	0,7	-18,44 - 31,84 - 35,82 - 8,52 - 5,38 -	54791,2 2426	0	0	5479 1,22	1,83E- 05	0:00 :19	0,885
5	0,7	-11,75 - 17,6 - 56,66 - 8,57 - 5,41 -	55504,0 4076	0	0	5550 4,04	1,80E- 05	0:00 :19	0,874
5	0,7	-24,74 - 30,25 - 26,71 - 12,68 - 5,62 -	55968,9 7442	0	0	5596 8,97	1,79E- 05	0:00 :20	0,867
5	0,7	-50,25 - 29,93 - 6,31 - 7,21 - 6,31 -	51641,7 4968	0	0	5164 1,75	1,94E- 05	0:00 :19	0,939
5	0,7	-16,8 - 11,64 - 61,19 - 5,19 - 5,18 -	53501,8 0935	0	0	5350 1,81	1,87E- 05	0:00 :19	0,907
	rata rata		53975,6 975	0	0	5397 5,7	1,85428 E-05	0:00 :19	0,899
5	0,8	-34,72 - 14,17 - 34,33 - 7,65	55062,3	0	0	5506	1,82E-	0:00	0,881

		- 9,12 -	4386			2,34	05	:20	
5	0,8	-41,11 - 25,67 - 14,82 - 11,46 - 6,93 -	54631,6 6372	0	0	5463 1,66	1,83E- 05	0:00 :21	0,888
5	0,8	-21,93 - 33,15 - 29,42 - 10,49 - 5 -	55007,2 4895	0	0	5500 7,25	1,82E- 05	0:00 :23	0,882
5	0,8	-19,06 - 19,85 - 46,53 - 6,96 - 7,61 -	55441,7 3041	0	0	5544 1,73	1,80E- 05	0:00 :21	0,875
5	0,8	-35,01 - 35,01 - 19,97 - 5 - 5 -	51500,7 1595	0	0	5150 0,72	1,94E- 05	0:00 :21	0,942
5	0,8	-51,25 - 5,83 - 29,58 - 8,34 - 5 -	51212,5 763	0	0	5121 2,58	1,95E- 05	0:00 :22	0,947
	rata rata		53809,3 7986	0	0	5380 9,38	1,86042 E-05	0:00 :21	0,902
5	0,9	-33,76 - 7,33 - 44,63 - 7,63 - 6,65 -	53667,6 6531	0	0	5366 7,67	1,86E- 05	0:00 :23	0,904
5	0,9	-17,37 - 22,22 - 41,65 - 10,8 - 7,95 -	57356,2 6038	0	0	5735 6,26	1,74E- 05	0:00 :22	0,846
5	0,9	-29,59 - 29,59 - 29,59 - 5,61 - 5,61 -	52649,2 7159	0	0	5264 9,27	1,90E- 05	0:00 :22	0,921
5	0,9	-46,5 - 22,68 - 10,4 - 7,62 -	56074,5	0	0	5607	1,78E-	0:00	0,865

		12,8 -	9956			4,6	05	:22	
5	0,9	-37,55 - 13,7 - 29,32 - 14,11 - 5,33 -	55084,0 8829	0	0	5508 4,09	1,82E- 05	0:00 :22	0,880
5	0,9	-36,34 - 25,58 - 25,32 - 5,57 - 7,19 -	52911,9 5952	0	0	5291 1,96	1,89E- 05	0:00 :22	0,917
	rata rata		54623,9 7411	0	0	5462 3,97	1,83247 E-05	0:00 :22	0,889
5	1	-56,37 - 10,28 - 17,84 - 8,02 - 7,49 -	52069,7 8951	0	0	5206 9,79	1,92E- 05	0:00 :24	0,931
5	1	-27,71 - 29,52 - 25,79 - 5,05 - 11,93 -	56404,5 4551	0	0	5640 4,55	1,77E- 05	0:00 :27	0,860
5	1	-27,05 - 36,62 - 17,9 - 8,36 - 10,07 -	56682,3 4014	0	0	5668 2,34	1,76E- 05	0:00 :24	0,856
5	1	-38,57 - 37,82 - 8,64 - 5,17 - 9,8 -	54093,1 9098	0	0	5409 3,19	1,85E- 05	0:00 :25	0,897
5	1	-38,44 - 21,6 - 27,25 - 5,25 - 7,46 -	52732,3 4581	0	0	5273 2,35	1,90E- 05	0:00 :23	0,920
5	1	-42,3 - 39,03 - 5,59 - 6,34 - 6,73 -	52347,0 1614	0	0	5234 7,02	1,91E- 05	0:00 :24	0,927
	rata		54054,8	0	0	5405	1,85216	0:00	0,898

	rata		7135			4,87	E-05	:24	
6	0,0	-22,89 - 23,26 - 10,21 - 26,13 - 10,54 - 6,97 -	69501,0 7778	0	0	6950 1,08	1,44E- 05	0:00 :11	0,637
6	0,0	-34,12 - 13,74 - 34,03 - 6,07 - 5,97 - 6,07 -	56963,9 5766	0	0	5696 3,96	1,76E- 05	0:00 :11	0,777
6	0,0	-13,41 - 35,59 - 30,3 - 5,14 - 5,3 - 10,27 -	61284,1 9628	0	0	6128 4,2	1,63E- 05	0:00 :11	0,722
6	0,0	-29,66 - 19,19 - 20,34 - 16,31 - 9,29 - 5,21 -	62884,2 2621	0	0	6288 4,23	1,59E- 05	0:00 :11	0,703
6	0,0	-19,37 - 28,55 - 17,26 - 8,42 - 9,69 - 16,71 -	69276,3 5463	0	0	6927 6,35	1,44E- 05	0:00 :11	0,639
6	0,0	-8,54 - 43,36 - 20,12 - 17,11 - 5,45 - 5,43 -	63163,6 4455	0	0	6316 3,64	1,58E- 05	0:00 :11	0,700
	rata rata		63845,5 7618	0	0	6384 5,58	1,57383 E-05	0:00 :11	0,696
6	0,1	-10,35 - 32,04 - 36,75 - 9,88 - 5,96 - 5,01 -	60098,7 2	0	0	6009 8,72	1,66E- 05	0:00 :12	0,736
6	0,1	-48,7 - 16,04 - 16,04 - 5,06 - 5,06 - 9,1 -	56738,4 1241	0	0	5673 8,41	1,76E- 05	0:00 :13	0,780
6	0,1	-27,87 - 7,78 - 28,06 - 18,53	66419,2	0	0	6641	1,51E-	0:00	0,666

		- 8,3 - 9,47 -	0874			9,21	05	:13	
6	0,1	-29,92 - 23,47 - 21,51 - 5,97 - 9,7 - 9,43 -	62006,7 2663	0	0	6200 6,73	1,61E- 05	0:00 :13	0,713
6	0,1	-15,85 - 24,53 - 31,19 - 7,64 - 15,37 - 5,41 -	64591,9 9751	0	0	6459 2	1,55E- 05	0:00 :14	0,685
6	0,1	-12,55 - 43,65 - 18,77 - 6,25 - 6,23 - 12,55 -	64016,0 0823	0	0	6401 6,01	1,56E- 05	0:00 :13	0,691
	rata rata		62311,8 4559	0	0	6231 1,85	1,60917 E-05	0:00 :13	0,712
6	0,2	-27,22 - 30,65 - 8,93 - 11,1 - 16,27 - 5,82 -	65676,4 2407	0	0	6567 6,42	1,52E- 05	0:00 :14	0,674
6	0,2	-29,4 - 20,41 - 24,74 - 10,39 - 9,36 - 5,7 -	60936,1 7335	0	0	6093 6,17	1,64E- 05	0:00 :14	0,726
6	0,2	-20,55 - 37,72 - 9,74 - 15,63 - 10,13 - 6,22 -	64759,0 4315	0	0	6475 9,04	1,54E- 05	0:00 :15	0,683
6	0,2	-24,12 - 23,35 - 21,5 - 16,03 - 5,11 - 9,9 -	64192,3 2161	0	0	6419 2,32	1,56E- 05	0:00 :15	0,689
6	0,2	-36,87 - 36,88 - 10,63 - 5,21 - 5,21 - 5,21 -	55266,4 4941	0	0	5526 6,45	1,81E- 05	0:00 :14	0,800
6	0,2	-39,28 - 8,54 - 30,77 - 7,13 -	58315,2	0	0	5831	1,71E-	0:00	0,759

		7,45 - 6,83 -	4875			5,25	05	:14	
	rata		61524,2			6152	1,63165	0:00	
	rata		7672	0	0	4,28	E-05	:14	0,722
6	0,3	-27,05 - 26,09 - 26,09 - 6,76 - 7,25 - 6,76 -	59217,1 7951	0	0	5921 7,18	1,69E- 05	0:00 :17	0,747
6	0,3	-23,15 - 22,27 - 35,17 - 5,56 - 5,53 - 8,32 -	59221,1 6617	0	0	5922 1,17	1,69E- 05	0:00 :16	0,747
6	0,3	-36,9 - 21,16 - 26,28 - 5,26 - 5,19 - 5,19 -	55269,3 2222	0	0	5526 9,32	1,81E- 05	0:00 :15	0,800
6	0,3	-14,51 - 28,41 - 34,67 - 6,43 - 6,82 - 9,15 -	61805,5 76	0	0	6180 5,58	1,62E- 05	0:00 :16	0,716
6	0,3	-32,45 - 11,04 - 26,55 - 5,76 - 7,38 - 16,83 -	65602,3 9086	0	0	6560 2,39	1,52E- 05	0:00 :16	0,674
6	0,3	-5,87 - 32,37 - 38,09 - 7,91 - 8,34 - 7,43 -	62928,6 1253	0	0	6292 8,61	1,59E- 05	0:00 :18	0,703
	rata		60674,0	0	0	6067	1,653E-	0:00	
	rata		4121	0	0	4,04	05	:16	0,731
6	0,4	-28,67 - 32,43 - 20,23 - 5 - 5,08 - 8,59 -	58366,4 5537	0	0	5836 6,46	1,71E- 05	0:00 :17	0,758
6	0,4	-7,02 - 13,16 - 62,14 - 5,38 -	59702,3	0	0	5970	1,67E-	0:00	0,741

		5,02 - 7,28 -	1774			2,32	05	:17	
6	0,4	-7,22 - 28,86 - 29,19 - 23,35 - 5,29 - 6,09 -	66176,9 2266	0	0	6617 6,92	1,51E- 05	0:00 :18	0,668
6	0,4	-25,92 - 27,45 - 13,01 - 21,28 - 7,06 - 5,29 -	63960,8 0551	0	0	6396 0,81	1,56E- 05	0:00 :18	0,692
6	0,4	-36,01 - 25,35 - 17,17 - 5,59 - 10,18 - 5,69 -	58843,2 8646	0	0	5884 3,29	1,70E- 05	0:00 :17	0,752
6	0,4	-28,36 - 22,35 - 29,62 - 8,01 - 5,22 - 6,44 -	58135,5 0559	0	0	5813 5,51	1,72E- 05	0:00 :18	0,761
	rata rata		60864,2 1556	0	0	6086 4,22	1,64706 E-05	0:00 :18	0,729
6	0,5	-25,29 - 9,89 - 34,08 - 17,66 - 6,56 - 6,52 -	63169,1 7285	0	0	6316 9,17	1,58E- 05	0:00 :20	0,700
6	0,5	-33,44 - 19,12 - 20,91 - 8,69 - 10,88 - 6,96 -	61669,8 8094	0	0	6166 9,88	1,62E- 05	0:00 :19	0,717
6	0,5	-58,85 - 8,5 - 8,5 - 7,75 - 6,75 - 9,65 -	58215,7 2744	0	0	5821 5,73	1,72E- 05	0:00 :19	0,760
6	0,5	-48,65 - 7,53 - 11,06 - 11,06 - 14,18 - 7,53 -	63484,6 4954	0	0	6348 4,65	1,58E- 05	0:00 :19	0,697
6	0,5	-15,38 - 25,72 - 36,03 - 12,74	60248,0	0	0	6024	1,66E-	0:00	0,734

		- 5,07 - 5,07 -	0712			8,01	05	:19	
6	0,5	-19,15 - 19,84 - 27,68 - 16,96 - 11,32 - 5,05 -	65297,3 4109	0	0	6529 7,34	1,53E- 05	0:00 :19	0,677
	rata rata		62014,1 2983	0	0	6201 4,13	1,61479 E-05	0:00 :19	0,714
6	0,6	-15,64 - 20,43 - 37,87 - 9,58 - 11,2 - 5,27 -	62788,1 7366	0	0	6278 8,17	1,59E- 05	0:00 :21	0,705
6	0,6	-25,62 - 5,5 - 33,34 - 20,67 - 9,84 - 5,02 -	65226,9 3203	0	0	6522 6,93	1,53E- 05	0:00 :21	0,678
6	0,6	-20,06 - 29,35 - 21,74 - 9,98 - 6,32 - 12,55 -	64819,7 6807	0	0	6481 9,77	1,54E- 05	0:00 :21	0,682
6	0,6	-36,96 - 11,64 - 29,97 - 7,78 - 5,24 - 8,41 -	58619,5 755	0	0	5861 9,58	1,71E- 05	0:00 :21	0,755
6	0,6	-29,61 - 6,7 - 22,35 - 29,26 - 5,57 - 6,51 -	66768,6 0733	0	0	6676 8,61	1,50E- 05	0:00 :21	0,663
6	0,6	-30,38 - 30,42 - 17,57 - 5,13 - 11,46 - 5,04 -	59518,4 9285	0	0	5951 8,49	1,68E- 05	0:00 :21	0,743
	rata rata		62956,9 2491	0	0	6295 6,92	1,59204 E-05	0:00 :21	0,704
6	0,7	-19,16 - 22,54 - 23,14 - 18,56	66307,2	0	0	6630	1,51E-	0:00	0,667

		- 9,61 - 6,99 -	8318			7,28	05	:18	
6	0,7	-21,24 - 30,52 - 13,77 - 18,14 - 5,16 - 11,18 -	66271,8 8353	0	0	6627 1,88	1,51E- 05	0:00 :22	0,668
6	0,7	-15,12 - 24,82 - 34,88 - 10,07 - 5,05 - 10,07 -	62795,5 1602	0	0	6279 5,52	1,59E- 05	0:00 :23	0,704
6	0,7	-22,8 - 21,11 - 23,58 - 20,81 - 5,95 - 5,75 -	63754,3 3521	0	0	6375 4,34	1,57E- 05	0:00 :23	0,694
6	0,7	-42,75 - 34,85 - 5,43 - 5,43 - 5,43 - 6,11 -	55553,6 8812	0	0	5555 3,69	1,80E- 05	0:00 :23	0,796
6	0,7	-18,22 - 22,12 - 30,23 - 6,6 - 5,63 - 17,2 -	66578,9 0591	0	0	6657 8,91	1,50E- 05	0:00 :24	0,664
	rata rata		63543,6 0199	0	0	6354 3,6	1,58001 E-05	0:00 :22	0,699
6	0,8	-39,13 - 15,75 - 16,17 - 15,32 - 6,81 - 6,81 -	61205,8 3005	0	0	6120 5,83	1,63E- 05	0:00 :28	0,723
6	0,8	-17,83 - 26,66 - 27,75 - 6,21 - 9,82 - 11,73 -	65040,0 2233	0	0	6504 0,02	1,54E- 05	0:00 :28	0,680
6	0,8	-18,94 - 23,79 - 19,19 - 14,2 - 18,82 - 5,06 -	68722,2 7969	0	0	6872 2,28	1,46E- 05	0:00 :25	0,644
6	0,8	-24,8 - 16,15 - 22,54 - 20,67	66584,8	0	0	6658	1,50E-	0:00	0,664

		- 5,04 - 10,79 -	9289			4,89	05	:25	
6	0,8	-18,27 - 27,83 - 29,13 - 10,1 - 5,51 - 9,16 -	62116,7 3918	0	0	6211 6,74	1,61E- 05	0:00 :25	0,712
6	0,8	-27,93 - 26,79 - 28,19 - 5,6 - 5,49 - 6 -	57056,7 2882	0	0	5705 6,73	1,75E- 05	0:00 :25	0,775
	rata rata		63454,4 1549	0	0	6345 4,42	1,5818E -05	0:00 :26	0,700
6	0,9	-5,68 - 23,69 - 38,15 - 17,59 - 5,55 - 9,33 -	66517,6 1208	0	0	6651 7,61	1,50E- 05	0:00 :27	0,665
6	0,9	-29,62 - 10,92 - 26,13 - 20,32 - 5,58 - 7,43 -	63865,3 2534	0	0	6386 5,33	1,57E- 05	0:00 :27	0,693
6	0,9	-25,77 - 28,31 - 7,75 - 18,17 - 13,38 - 6,62 -	67484,5 6971	0	0	6748 4,57	1,48E- 05	0:00 :27	0,656
6	0,9	-25,68 - 22,89 - 22,83 - 7,18 - 16,37 - 5,05 -	63760,8 5942	0	0	6376 0,86	1,57E- 05	0:00 :28	0,694
6	0,9	-46,2 - 14,09 - 13,27 - 14,02 - 5,81 - 6,61 -	59232,4 0511	0	0	5923 2,41	1,69E- 05	0:00 :27	0,747
6	0,9	-30,71 - 8,48 - 37,79 - 5,96 - 9,83 - 7,24 -	60422,8 3118	0	0	6042 2,83	1,66E- 05	0:00 :27	0,732

	rata rata		63547,2 6714	0	0	6354 7,27	1,5771E -05	0:00 :27	0,698
6	1	-11,8 - 29,15 - 31,24 - 15,5 - 7,08 - 5,24 -	63038,1 1081	0	0	6303 8,11	1,59E- 05	0:00 :29	0,702
6	1	-24,98 - 25,83 - 19,8 - 17,52 - 6,45 - 5,41 -	62278,0 4764	0	0	6227 8,05	1,61E- 05	0:00 :29	0,710
6	1	-15,04 - 29,55 - 26,48 - 15,48 - 5,66 - 7,79 -	63695,4 1599	0	0	6369 5,42	1,57E- 05	0:00 :28	0,695
6	1	-22,55 - 10,53 - 25,02 - 22,29 - 14,5 - 5,11 -	69039,6 8763	0	0	6903 9,69	1,45E- 05	0:00 :28	0,641
6	1	-29,17 - 30,67 - 9,41 - 5,6 - 16,1 - 9,05 -	65500,0 933	0	0	6550 0,09	1,53E- 05	0:00 :28	0,675
6	1	-23,62 - 33,23 - 9,8 - 14,37 - 9,46 - 9,53 -	65919,4 9757	0	0	6591 9,5	1,52E- 05	0:00 :27	0,671
	rata rata		64911,8 0882	0	0	6491 1,81	1,54236 E-05	0:00 :28	0,682

Lampiran 4 : Tabel Percobaan 5. Algen dengan iterasi 10.000 dengan peluang mutasi=0,5 dan peluang crossover berubah

Jumlah Bahan	Pc	Komposisi	Biaya		Penalti	Cost	Fitness	Waktu	Cost algen/ cost bruteforce
				disk on					
5	0.0	-8,59 - 42,75 - 23,79 - 23,67 - 1,19 -	59326,5 5169	0	910951 342,7	9,11E +08	1,10E- 09	0:00 :03	0,000
5	0.0	-7,84 - 11,77 - 12,79 - 33,15 - 34,45 -	83143,4 5414	0	0	8314 3,45	1,20E- 05	0:00 :04	0,583
5	0.0	-12,85 - 41,99 - 30,76 - 13,34 - 1,05 -	54682,1 0544	0	690501 166,7	6,91E +08	1,45E- 09	0:00 :05	0,000
5	0.0	-22,87 - 25,88 - 32,28 - 17 - 1,97 -	55694,8 1756	0	128358 3002	1,28E +09	7,79E- 10	0:00 :04	0,000
5	0.0	-21,37 - 9,93 - 12,09 - 19,47 - 37,14 -	77932,9 1747	0	0	7793 2,92	1,28E- 05	0:00 :05	0,622
5	0.0	-16,56 - 9,61 - 37,5 - 1,66 - 34,67 -	69810,4 373	0	171417 8185	1,71E +09	5,83E- 10	0:00 :04	0,000
	rata		66765,0	0	766535	7,67E	4,1438	0:00	0,201

	rata		4727		616,2	+08	1E-06	:04	
5	0,1	-36,28 - 26,75 - 26,42 - 5,13 - 5,43 -	51679,2 5478	0	0	5167 9,25	1,94E- 05	0:00 :08	0,938
5	0,1	-33,17 - 16,32 - 30,76 - 14,17 - 5,59 -	55701,5 2474	0	0	5570 1,52	1,80E- 05	0:00 :11	0,871
5	0,1	-39,07 - 11,4 - 34,06 - 10,46 - 5,01 -	53282,9 8123	0	0	5328 2,98	1,88E- 05	0:00 :09	0,910
5	0,1	-31,53 - 26,5 - 20,92 - 15,83 - 5,22 -	56311,1 6446	0	0	5631 1,16	1,78E- 05	0:00 :09	0,861
5	0,1	-26,97 - 34,48 - 19,12 - 11,68 - 7,75 -	56623,8 4705	0	0	5662 3,85	1,77E- 05	0:00 :11	0,857
5	0,1	-55,44 - 13,9 - 5,7 - 18,65 - 6,32 -	55705,1 4373	0	0	5570 5,14	1,80E- 05	0:00 :09	0,871
	rata rata		54883,9 86	0	0	5488 3,99	1,8240 2E-05	0:00 :09	0,885
5	0,2	-43,62 - 26,27 - 5,23 - 18,95 - 5,93 -	56777,7 4205	0	0	5677 7,74	1,76E- 05	0:00 :12	0,854
5	0,2	-15,1 - 26,34 - 42,9 - 10,63 - 5,03 -	55763,2 8609	0	0	5576 3,29	1,79E- 05	0:00 :12	0,870
5	0,2	-31,61 - 6,77 - 43,65 - 12,6	55096,2	0	0	5509	1,82E-	0:00	0,880

		- 5,36 -	1021			6,21	05	:12	
5	0,2	-39,7 - 20,75 - 24,17 - 10,21 - 5,17 -	53216,4 7781	0	0	5321 6,48	1,88E- 05	0:00 :12	0,911
5	0,2	-35,12 - 41,35 - 8,02 - 5,88 - 9,63 -	54618,0 5667	0	0	5461 8,06	1,83E- 05	0:00 :13	0,888
5	0,2	-32,49 - 32,32 - 25,14 - 5,03 - 5,02 -	51774,0 7916	0	0	5177 4,08	1,93E- 05	0:00 :13	0,937
	rata rata		54540,9 7533	0	0	5454 0,98	1,8351 7E-05	0:00 :12	0,890
5	0,3	-29,37 - 41,17 - 8,86 - 14,73 - 5,87 -	56476,4 9198	0	0	5647 6,49	1,77E- 05	0:00 :12	0,859
5	0,3	-43,97 - 14,13 - 28,53 - 8,23 - 5,14 -	51978,8 707	0	0	5197 8,87	1,92E- 05	0:00 :12	0,933
5	0,3	-35,48 - 12,76 - 32,55 - 14,04 - 5,17 -	55167,2 4101	0	0	5516 7,24	1,81E- 05	0:00 :12	0,879
5	0,3	-55,75 - 25,83 - 5,44 - 5,56 - 7,41 -	51095,0 6749	0	0	5109 5,07	1,96E- 05	0:00 :12	0,949
5	0,3	-25,32 - 35,06 - 23,68 - 10,75 - 5,19 -	54880,8 6134	0	0	5488 0,86	1,82E- 05	0:00 :12	0,884
5	0,3	-41,71 - 41,14 - 5,08 - 5,65	51937,9	0	0	5193	1,93E-	0:00	0,934

		- 6,42 -	3326			7,93	05	:12	
	rata		53589,4			5358	1,8686	0:00	
	rata		1096	0	0	9,41	3E-05	:12	0,906
5	0,4	-34,92 - 34,85 - 16,03 - 5,79 - 8,41 -	53871,9 5845	0	0	5387 1,96	1,86E- 05	0:00 :14	0,900
5	0,4	-63,48 - 7,25 - 5,9 - 17,87 - 5,5 -	54099,8 7762	0	0	5409 9,88	1,85E- 05	0:00 :14	0,896
5	0,4	-54,92 - 12,28 - 13,41 - 13,58 - 5,81 -	53425,4 6611	0	0	5342 5,47	1,87E- 05	0:00 :15	0,908
5	0,4	-40,52 - 29,03 - 17,23 - 7,43 - 5,79 -	52394,8 0376	0	0	5239 4,8	1,91E- 05	0:00 :14	0,926
5	0,4	-37,49 - 14,97 - 37,53 - 5 - 5 -	51255,1 6831	0	0	5125 5,17	1,95E- 05	0:00 :15	0,946
5	0,4	-21,9 - 10,08 - 53,54 - 9,37 - 5,11 -	54622,2 1927	0	0	5462 2,22	1,83E- 05	0:00 :14	0,888
	rata		53278,2			5327	1,8778	0:00	
	rata		4892	0	0	8,25	E-05	:15	0,911
5	0,5	-47,44 - 26,27 - 15,81 - 5,24 - 5,24 -	50499,0 0007	0	0	5049 9	1,98E- 05	0:00 :16	0,960
5	0,5	-34,68 - 20,3 - 34,99 - 5,02	51551,0	0	0	5155	1,94E-	0:00	0,941

		- 5,02 -	1996			1,02	05	:16	
5	0,5	-36,84 - 36,79 - 10,57 - 10,62 - 5,19 -	53674,5 9237	0	0	5367 4,59	1,86E- 05	0:00 :15	0,904
5	0,5	-38,58 - 38,56 - 9,95 - 5,97 - 6,93 -	52687,5 9511	0	0	5268 7,6	1,90E- 05	0:00 :15	0,921
5	0,5	-34,62 - 35,89 - 15,38 - 8,99 - 5,13 -	53209,3 6141	0	0	5320 9,36	1,88E- 05	0:00 :15	0,911
5	0,5	-17,66 - 35,27 - 29,41 - 11,78 - 5,88 -	56472,0 436	0	0	5647 2,04	1,77E- 05	0:00 :15	0,859
	rata rata		53015,6 0209	0	0	5301 5,6	1,8885 4E-05	0:00 :15	0,916
5	0,6	-5,99 - 41,81 - 41,72 - 5,23 - 5,25 -	54639,6 3964	0	0	5463 9,64	1,83E- 05	0:00 :17	0,888
5	0,6	-39,55 - 5,22 - 43,72 - 5,58 - 5,93 -	51831,2 6093	0	0	5183 1,26	1,93E- 05	0:00 :16	0,936
5	0,6	-47,15 - 9,11 - 24,6 - 10,03 - 9,11 -	54763,8 5418	0	0	5476 3,85	1,83E- 05	0:00 :16	0,886
5	0,6	-57,03 - 21,48 - 5,11 - 8,18 - 8,18 -	52480,9 4262	0	0	5248 0,94	1,91E- 05	0:00 :17	0,924
5	0,6	-59,99 - 12,71 - 14,59 - 7,53	50117,9	0	0	5011	2,00E-	0:00	0,968

		- 5,17 -	2712			7,93	05	:16	
5	0,6	-20,77 - 43,71 - 21,71 - 6,67 - 7,14 -	54878,0 2585	0	0	5487 8,03	1,82E- 05	0:00 :17	0,884
	rata rata		53118,6 0839	0	0	5311 8,61	1,8847 5E-05	0:00 :17	0,914
5	0,7	-43,73 - 5,51 - 39,01 - 5,51 - 6,25 -	51578,9 8751	0	0	5157 8,99	1,94E- 05	0:00 :19	0,940
5	0,7	-36,06 - 11,04 - 31,97 - 15,7 - 5,23 -	55813,6 2071	0	0	5581 3,62	1,79E- 05	0:00 :18	0,869
5	0,7	-42,62 - 36,98 - 8,72 - 6,67 - 5 -	51410,6 3227	0	0	5141 0,63	1,95E- 05	0:00 :19	0,943
5	0,7	-42,93 - 27,97 - 17,09 - 5,28 - 6,73 -	51857,8 0581	0	0	5185 7,81	1,93E- 05	0:00 :19	0,935
5	0,7	-29,03 - 22,06 - 38,57 - 5,17 - 5,17 -	52265,9 2966	0	0	5226 5,93	1,91E- 05	0:00 :19	0,928
5	0,7	-40,15 - 33,67 - 5,18 - 15,89 - 5,11 -	55405,5 6252	0	0	5540 5,56	1,80E- 05	0:00 :19	0,875
	rata rata		53055,4 2308	0	0	5305 5,42	1,8870 1E-05	0:00 :19	0,915
5	0,8	-39,8 - 22,56 - 25,38 - 5,69	52237,4	0	0	5223	1,91E-	0:00	0,928

		- 6,57 -	8157			7,48	05	:21	
5	0,8	-64,13 - 7,09 - 8,08 - 14,28 - 6,43 -	53156,5 755	0	0	5315 6,58	1,88E- 05	0:00 :20	0,912
5	0,8	-49,26 - 5,3 - 30,02 - 9,69 - 5,73 -	52387,1 7753	0	0	5238 7,18	1,91E- 05	0:00 :20	0,926
5	0,8	-55,52 - 20,03 - 11,76 - 6,39 - 6,3 -	50784,9 2775	0	0	5078 4,93	1,97E- 05	0:00 :20	0,955
5	0,8	-22,66 - 28,65 - 31,21 - 8,79 - 8,69 -	56460,1 7045	0	0	5646 0,17	1,77E- 05	0:00 :20	0,859
5	0,8	-41,51 - 32,86 - 11,61 - 8,31 - 5,71 -	52600,9 2171	0	0	5260 0,92	1,90E- 05	0:00 :20	0,922
	rata rata		52937,8 7575	0	0	5293 7,88	1,8909 6E-05	0:00 :20	0,917
5	0,9	-51,23 - 23,54 - 11,56 - 8,48 - 5,19 -	51386,8 4924	0	0	5138 6,85	1,95E- 05	0:00 :22	0,944
5	0,9	-36,25 - 18,92 - 28,33 - 6,75 - 9,76 -	54929,3 829	0	0	5492 9,38	1,82E- 05	0:00 :21	0,883
5	0,9	-40,97 - 5,9 - 37,5 - 10,42 - 5,21 -	53194,6 0339	0	0	5319 4,6	1,88E- 05	0:00 :21	0,912
5	0,9	-45,55 - 17,06 - 22,87 - 7,15	52727,6	0	0	5272	1,90E-	0:00	0,920

		- 7,37 -	3866			7,64	05	:22	
5	0,9	-43,19 - 16,15 - 29,02 - 5,35 - 6,29 -	51594,7 3151	0	0	5159 4,73	1,94E- 05	0:00 :21	0,940
5	0,9	-55,23 - 22,77 - 7,15 - 7,92 - 6,93 -	51804,2 9118	0	0	5180 4,29	1,93E- 05	0:00 :21	0,936
	rata rata		52606,2 4948	0	0	5260 6,25	1,9019 1E-05	0:00 :21	0,922
5	1	-40,35 - 35,31 - 13,61 - 5,67 - 5,06 -	51272,9 0415	0	0	5127 2,9	1,95E- 05	0:00 :23	0,946
5	1	-40,35 - 35,31 - 13,61 - 5,67 - 5,06 -	51272,9 0415	0	0	5127 2,9	1,95E- 05	0:00 :23	0,946
5	1	-29,92 - 27,03 - 29,75 - 8,03 - 5,27 -	53383,0 3785	0	0	5338 3,04	1,87E- 05	0:00 :23	0,909
5	1	-37,77 - 30,61 - 17,95 - 6,58 - 7,09 -	53104,7 8013	0	0	5310 4,78	1,88E- 05	0:00 :23	0,913
5	1	-29,01 - 35,39 - 22,45 - 7,52 - 5,62 -	53480,9 976	0	0	5348 1	1,87E- 05	0:00 :23	0,907
5	1	-31,04 - 24,46 - 31,5 - 7,6 - 5,4 -	53173,7 1732	0	0	5317 3,72	1,88E- 05	0:00 :22	0,912

	rata		52614,7			5261	1,9012	0:00	
	rata		2353	0	0	4,72	4E-05	:23	0,922
6	0.0	-10,55 - 23,72 - 15,1 - 1,72 - 21,86 - 27,06 -	82231,6 5915	0	245666 5562	2,46E +09	4,07E- 10	0:00 :06	0,000
6	0.0	-20,88 - 11,61 - 29,53 - 28,6 - 3,58 - 5,8 -	65679,1 4735	0	317626 8544	3,18E +09	3,15E- 10	0:00 :05	0,000
6	0.0	-0,5 - 13,17 - 21,01 - 18,04 - 18,82 - 28,47 -	88953,0 3859	0	954813 628,6	9,55E +08	1,05E- 09	0:00 :06	0,000
6	0.0	-20,45 - 29,06 - 15,35 - 0,59 - 14,59 - 19,96 -	71317,6 6363	0	708114 773,9	7,08E +08	1,41E- 09	0:00 :06	0,000
6	0.0	-19,2 - 1,13 - 11,62 - 9,21 - 31,38 - 27,46 -	90363,0 3095	0	201048 7315	2,01E +09	4,97E- 10	0:00 :06	0,000
6	0.0	-18,2 - 17,24 - 15,4 - 23,17 - 1,87 - 24,12 -	75939,0 5577	0	227271 2992	2,27E +09	4,40E- 10	0:00 :06	0,000
	rata		79080,5		192984	1,93E	6,8641	0:00	
	rata		9924	0	3803	+09	9E-10	:06	0,000
6	0,1	-17,74 - 29,97 - 23,91 - 6,14 - 5,34 - 16,9 -	66051,5 9446	0	6605 0	1,51E 1,59	1,51E- 05	0:00 :28	0,670
6	0,1	-32,03 - 26,28 - 8,54 - 5,68 -	66712,2	0	0	6671	1,50E-	0:00	0,663

		17,73 - 9,72 -	1371			2,21	05	:08	
6	0,1	-14,93 - 36,71 - 19,75 - 6,37 - 6,78 - 15,44 -	66244,6 3066	0	0	6624 4,63	1,51E- 05	0:00 :10	0,668
6	0,1	-32,6 - 17,12 - 15,1 - 15,12 - 10,15 - 9,91 -	66012,4 828	0	0	6601 2,48	1,51E- 05	0:00 :08	0,670
6	0,1	-23,27 - 26,74 - 15,01 - 7,11 - 22,29 - 5,58 -	67907,2 1705	0	0	6790 7,22	1,47E- 05	0:00 :06	0,651
6	0,1	-25,27 - 16,61 - 24,73 - 8,06 - 16,7 - 8,63 -	66932,2 1459	0	0	6693 2,21	1,49E- 05	0:00 :10	0,661
	rata rata		66643,3 9221	0	0	6664 3,39	1,5006 7E-05	0:00 :12	0,664
6	0,2	-37,44 - 25,37 - 5,91 - 10,91 - 14,46 - 5,9 -	63551,0 3861	0	0	6355 1,04	1,57E- 05	0:00 :12	0,696
6	0,2	-37,46 - 6,56 - 6,57 - 37,13 - 6,56 - 5,71 -	69158,0 0484	0	0	6915 8	1,45E- 05	0:00 :12	0,640
6	0,2	-21,84 - 25 - 19,37 - 11,9 - 15,04 - 6,85 -	66530,1 4214	0	0	6653 0,14	1,50E- 05	0:00 :12	0,665
6	0,2	-48,95 - 16,24 - 7,64 - 15,2 - 5,49 - 6,48 -	59148,0 6531	0	0	5914 8,07	1,69E- 05	0:00 :12	0,748
6	0,2	-5,45 - 37,93 - 28,69 - 11,96	64882,2	0	0	6488	1,54E-	0:00	0,682

		- 7,15 - 8,82 -	7979			2,28	05	:12	
6	0,2	-24,56 - 25,95 - 25,42 - 9,16 - 6,15 - 8,77 -	61209,7 4794	0	0	6120 9,75	1,63E- 05	0:00 :12	0,723
	rata rata		64079,8 7977	0	0	6407 9,88	1,5647 E-05	0:00 :12	0,692
6	0,3	-18,07 - 12,96 - 42,53 - 5,28 - 10,34 - 10,83 -	64303,7 1267	0	0	6430 3,71	1,56E- 05	0:00 :14	0,688
6	0,3	-22,31 - 9,28 - 37,36 - 14,33 - 7,12 - 9,6 -	64684,8 9693	0	0	6468 4,9	1,55E- 05	0:00 :14	0,684
6	0,3	-31,52 - 19,44 - 27,58 - 6,77 - 6,56 - 8,13 -	59347,2 0419	0	0	5934 7,2	1,68E- 05	0:00 :14	0,745
6	0,3	-33,75 - 18,59 - 11,2 - 10,45 - 16,83 - 9,18 -	67513,7 7789	0	0	6751 3,78	1,48E- 05	0:00 :14	0,655
6	0,3	-25,08 - 15,03 - 32,53 - 15,11 - 6,92 - 5,32 -	61520,0 6293	0	0	6152 0,06	1,63E- 05	0:00 :13	0,719
6	0,3	-16,6 - 27,32 - 28,69 - 14,64 - 7,49 - 5,26 -	62478,9 8392	0	0	6247 8,98	1,60E- 05	0:00 :14	0,708
	rata rata		63308,1 0642	0	0	6330 8,11	1,5822 1E-05	0:00 :14	0,700
6	0,4	-10,1 - 21,56 - 38,45 - 16,01	64666,2	0	0	6466	1,55E-	0:00	0,684

		- 6 - 7,88 -	8233			6,28	05	:15	
6	0,4	-11,06 - 28,81 - 36,98 - 12,35 - 5,4 - 5,4 -	60967,1 9197	0	0	6096 7,19	1,64E- 05	0:00 :16	0,726
6	0,4	-26,87 - 17,78 - 30,97 - 5,13 - 8,32 - 10,93 -	62231,0 0367	0	0	6223 1	1,61E- 05	0:00 :15	0,711
6	0,4	-23,19 - 32,56 - 23,15 - 5,01 - 8,84 - 7,24 -	60210,8 6952	0	0	6021 0,87	1,66E- 05	0:00 :15	0,735
6	0,4	-46,19 - 26,6 - 7 - 6,9 - 6,8 - 6,5 -	56900,1 1701	0	0	5690 0,12	1,76E- 05	0:00 :15	0,777
6	0,4	-7,1 - 7,1 - 55,94 - 14,21 - 8,06 - 7,59 -	65277,5 4907	0	0	6527 7,55	1,53E- 05	0:00 :15	0,678
	rata rata		61708,8 356	0	0	6170 8,84	1,6239 6E-05	0:00 :15	0,718
6	0,5	-18,92 - 33,79 - 25,85 - 7,77 - 8,49 - 5,17 -	60034,5 1319	0	0	6003 4,51	1,67E- 05	0:00 :17	0,737
6	0,5	-35,96 - 15,23 - 28,5 - 5,08 - 10,15 - 5,08 -	58180,7 2858	0	0	5818 0,73	1,72E- 05	0:00 :17	0,760
6	0,5	-20,41 - 10,91 - 36,73 - 19,7 - 6,13 - 6,11 -	63916,5 8834	0	0	6391 6,59	1,56E- 05	0:00 :18	0,692
6	0,5	-13,48 - 44,13 - 17,5 - 8,33	62720,7	0	0	6272	1,59E-	0:00	0,705

		- 9,88 - 6,68 -	685			0,77	05	:17	
6	0,5	-24,12 - 19,2 - 20,87 - 25,42 - 5,38 - 5 -	64586,4 6962	0	0	6458 6,47	1,55E- 05	0:00 :17	0,685
6	0,5	-15,84 - 31,53 - 31,53 - 5,28 - 5,26 - 10,56 -	61290,8 0656	0	0	6129 0,81	1,63E- 05	0:00 :17	0,722
	rata rata		61788,3 1246	0	0	6178 8,31	1,6205 4E-05	0:00 :17	0,717
6	0,6	-11,23 - 27,59 - 38,81 - 11,23 - 5,57 - 5,57 -	60721,7 707	0	0	6072 1,77	1,65E- 05	0:00 :13	0,729
6	0,6	-18,18 - 16,53 - 35,52 - 15,84 - 8,44 - 5,5 -	63537,6 1027	0	0	6353 7,61	1,57E- 05	0:00 :19	0,696
6	0,6	-47,58 - 7,98 - 13,1 - 18,23 - 5,13 - 7,98 -	61357,2 597	0	0	6135 7,26	1,63E- 05	0:00 :19	0,721
6	0,6	-32,31 - 29,37 - 15,18 - 11,66 - 5,99 - 5,5 -	58985,4 2319	0	0	5898 5,42	1,70E- 05	0:00 :23	0,750
6	0,6	-23,07 - 30,58 - 26,94 - 6,58 - 5,4 - 7,43 -	58914,0 3307	0	0	5891 4,03	1,70E- 05	0:00 :23	0,751
6	0,6	-24,88 - 29,87 - 18,61 - 11,34 - 8,05 - 7,26 -	62104,9 0639	0	0	6210 4,91	1,61E- 05	0:00 :22	0,712
	rata		60936,8	0	0	6093	1,6422	0:00	0,726

	rata		3389			6,83	4E-05	:20	
6	0,7	-30,22 - 16,09 - 25,12 - 5,13 - 5,73 - 17,71 -	65214,8 4734	0	0	6521 4,85	1,53E- 05	0:00 :21	0,678
6	0,7	-22,61 - 29,56 - 24,79 - 6,78 - 7,26 - 8,99 -	61278,0 5443	0	0	6127 8,05	1,63E- 05	0:00 :20	0,722
6	0,7	-22,59 - 28,93 - 29,45 - 5,29 - 8,46 - 5,28 -	58731,2 0579	0	0	5873 1,21	1,70E- 05	0:00 :20	0,753
6	0,7	-8,19 - 40,34 - 23,55 - 15,88 - 6,98 - 5,07 -	63368,2 2293	0	0	6336 8,22	1,58E- 05	0:00 :20	0,698
6	0,7	-38,66 - 35,97 - 8,55 - 6,63 - 5,01 - 5,18 -	55521,2 7571	0	0	5552 1,28	1,80E- 05	0:00 :24	0,797
6	0,7	-28,19 - 25,95 - 19,02 - 12,86 - 8,09 - 5,89 -	61421,3 2279	0	0	6142 1,32	1,63E- 05	0:00 :20	0,720
	rata rata		60922,4 8817	0	0	6092 2,49	1,6458 7E-05	0:00 :21	0,728
6	0,8	-24,78 - 14,96 - 25,63 - 23,11 - 5,89 - 5,63 -	64355,1 6786	0	0	6435 5,17	1,55E- 05	0:00 :22	0,687
6	0,8	-32,64 - 20,6 - 26,34 - 5,02 - 5,34 - 10,06 -	59194,1 7952	0	0	5919 4,18	1,69E- 05	0:00 :22	0,747
6	0,8	-22,63 - 22,63 - 22,42 -	64284,7	0	0	6428	1,56E-	0:00	0,688

		19,14 - 5,06 - 8,13 -	8295			4,78	05	:22	
6	0,8	-34,69 - 38,58 - 5,03 - 6,23 - 10,44 - 5,03 -	58910,0 3772	0	0	5891 0,04	1,70E- 05	0:00 :22	0,751
6	0,8	-30,13 - 30,25 - 18,36 - 5,06 - 8,1 - 8,1 -	59702,6 6412	0	0	5970 2,66	1,67E- 05	0:00 :22	0,741
6	0,8	-14,46 - 26,25 - 35,45 - 9,22 - 9 - 5,62 -	61689,3 5294	0	0	6168 9,35	1,62E- 05	0:00 :22	0,717
	rata rata		61356,0 3085	0	0	6135 6,03	1,6320 5E-05	0:00 :22	0,722
6	0,9	-30,26 - 26,69 - 23,25 - 6,6 - 6,6 - 6,6 -	58321,9 8852	0	0	5832 1,99	1,71E- 05	0:00 :28	0,759
6	0,9	-29,15 - 20,24 - 30,92 - 6,66 - 5,65 - 7,38 -	58451,4 9577	0	0	5845 1,5	1,71E- 05	0:00 :23	0,757
6	0,9	-12,88 - 31,63 - 22,41 - 9,52 - 5,23 - 18,33 -	68856,2 2339	0	0	6885 6,22	1,45E- 05	0:00 :24	0,642
6	0,9	-28,78 - 20,78 - 28 - 8,52 - 8,26 - 5,67 -	59569,8 6915	0	0	5956 9,87	1,68E- 05	0:00 :27	0,743
6	0,9	-31,53 - 25,14 - 20,11 - 5,29 - 9,1 - 8,83 -	60780,4 6232	0	0	6078 0,46	1,65E- 05	0:00 :32	0,728
6	0,9	-40,74 - 5,58 - 27,78 - 12,95	59767,9	0	0	5976	1,67E-	0:00	0,740

		- 5,56 - 7,4 -	3557			7,94	05	:28	
	rata		60957,9			6095	1,6458	0:00	
	rata		9579	0	0	8	E-05	:27	0,728
6	1	-19,54 - 24,29 - 29,08 - 15,64 - 6,25 - 5,2 -	61799,6 4728	0	0	6179 9,65	1,62E- 05	0:00 :27	0,716
6	1	-20,39 - 40,24 - 14,25 - 13,81 - 5,6 - 5,7 -	60952,2 6418	0	0	6095 2,26	1,64E- 05	0:00 :30	0,726
6	1	-28,6 - 28,56 - 23,83 - 6,58 - 6,23 - 6,19 -	57971,5 6739	0	0	5797 1,57	1,72E- 05	0:00 :26	0,763
6	1	-37,52 - 16,8 - 16,88 - 11 - 9,14 - 8,66 -	62365,9 5823	0	0	6236 5,96	1,60E- 05	0:00 :26	0,709
6	1	-31,65 - 11,39 - 35,44 - 5,06 - 11,39 - 5,06 -	59341,7 7215	0	0	5934 1,77	1,69E- 05	0:00 :25	0,745
6	1	-11,85 - 36,28 - 36,28 - 5,2 - 5,2 - 5,2 -	57752,3 0693	0	0	5775 2,31	1,73E- 05	0:00 :33	0,766
	rata		60030,5			6003	1,6673	0:00	
	rata		8603	0	0	0,59	1E-05	:28	0,738