

## Model Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Cerdas Manajemen Rantai Pasok Hijau Obat Herbal

### *Intelligence Decision Support System Model for Green Supply Chain Management of Herbal's Medicine*

MUJI YUSWANTO<sup>1</sup>, MARIMIN<sup>2</sup>, TOTO HARYANTO<sup>1\*</sup>

#### Abstrak

Penggunaan tanaman tradisional sebagai obat-obatan tidak kalah dibanding bahan obat kimiawi karena penggunaan bahan alami justru tidak menimbulkan efek samping yang berlebihan. Masih terbatasnya penelitian terkait rantai pasokan obat herbal melatarbelakangi penelitian ini sebagai salah satu alternatif solusi dari permasalahan yang terjadi pada proses rantai pasokan obat herbal. Dalam penelitian ini diusulkan sebuah model Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Cerdas berbasis *website* dengan menggunakan metode *Green Supply Chain Operation Reference*, *Fuzzy Analytic Network Process* dan Algoritme Genetika dengan objek penelitian pada industri obat herbal. Sistem yang diusulkan merupakan sebuah sistem penunjang keputusan yang ditingkatkan kinerjanya dengan menambahkan elemen kecerdasan buatan ke dalamnya yang terdiri atas empat bagian utama, yaitu: sistem manajemen dialog, sistem manajemen basis data, sistem manajemen basis model, dan elemen kecerdasan buatan. Pada simulasi sistem diperoleh hasil untuk karbon *footprint* sebanyak 602 kg sementara *total environment footprint* sebesar 4.181kg, *recycle waste material* menjadi pilihan pertama pakar pada alternatif pengembangan rantai pasok hijau sementara jarak terpendek untuk jalur distribusi sejauh 1014 km. Berdasarkan pengujian *load test*, aplikasi berjalan baik dengan waktu rata-rata selama 9.28 detik. Hasil dari penelitian adalah sebuah aplikasi *online* yang dapat diakses pada situs [www.herbal.biz.id](http://www.herbal.biz.id) dengan melakukan registrasi *user* terlebih dahulu.

Kata Kunci: Algoritme Genetika, *Fuzzy Analytic Network Process*, obat herbal, rantai pasok.

#### Abstract

*The use of traditional plants as medicine is not worse than chemical medicine ingredients because the use of natural ingredients do not cause excessive side effects. Limited research on supply chain of herbal medicine underlies this study as an alternative solution to the problems occurring in the supply chain process of herbal medicine in the form decision making method in the development of environmentally friendly herbal medicine. In this thesis, it is proposed a web-based model of Intelligent Decision Making Support System using Green Supply Chain Operation Reference, Fuzzy Analytic Network Process and Genetic Algorithms methods with research object at herbal's industries. The system proposed is a decision support system whose performance is improved by adding the element of artificial intelligence which consists of four main parts, namely: dialogue management system, database management system, model database management system, and artificial intelligence element. In the system simulation, it is obtained the results for footprint carbon as many as 602 kg while the total environment footprint is 4.181kg, recycle waste material becomes the first choice of experts on the alternative of green supply chain development, while the shortest distance for distribution channel is as far as 1.014 km. Based on load test, the application runs well with the average time for 9.28 seconds. The result of this study is an online application that can be accessed on <http://www.herbal.biz.id> by user registration at first.*

Keywords: *fuzzy analytic network process, genetic algorithm, herbal medicine, supply chain.*

## PENDAHULUAN

Proses rantai pasok yang ramah lingkungan memberikan nilai lebih pada industri obat herbal mengingat produk yang berbahan dasar dari alam harus dijaga sumber daya dan keberlanjutannya. Pengetahuan akan proses rantai pasok yang mengedepankan proses ramah lingkungan sangat dibutuhkan oleh pengambil kebijakan dalam menjalankan proses *Green Supply Chain Management* atau Manajemen Rantai Pasok Hijau (MRPH). Terkait isu lingkungan, *Supply Chain Council* mengembangkan sebuah model rantai pasok yang dikombinasikan dengan konsep hijau dalam sebuah *tool* yaitu *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) dikenal dengan *Green Supply Chain Operation Reference* (GSCOR) (Logistic Management Institute (LMI) 2010). Dengan semakin bertambahnya masalah dampak lingkungan, MRPH mendapat perhatian khusus pada konstruksi industri. Pelacakan dan pengawasan efek lingkungan penting untuk dilaksanakan oleh seluruh anggota yang terlibat (Cheng 2011).

Penelitian terkait masalah rantai pasokan pada industri obat herbal pernah dilakukan oleh Adiarni (2007) yang menerapkan konsep jaringan sebagai pendekatan manajemen rantai pasok dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan analisis *Benefit, Opportunity, Cost, dan Risiko* (BOCR). Selain dengan metode AHP BOCR banyak penelitian di bidang rantai pasokan seperti yang dilakukan oleh Cheng dan Law (2011) dan Kang *et.al* (2011).

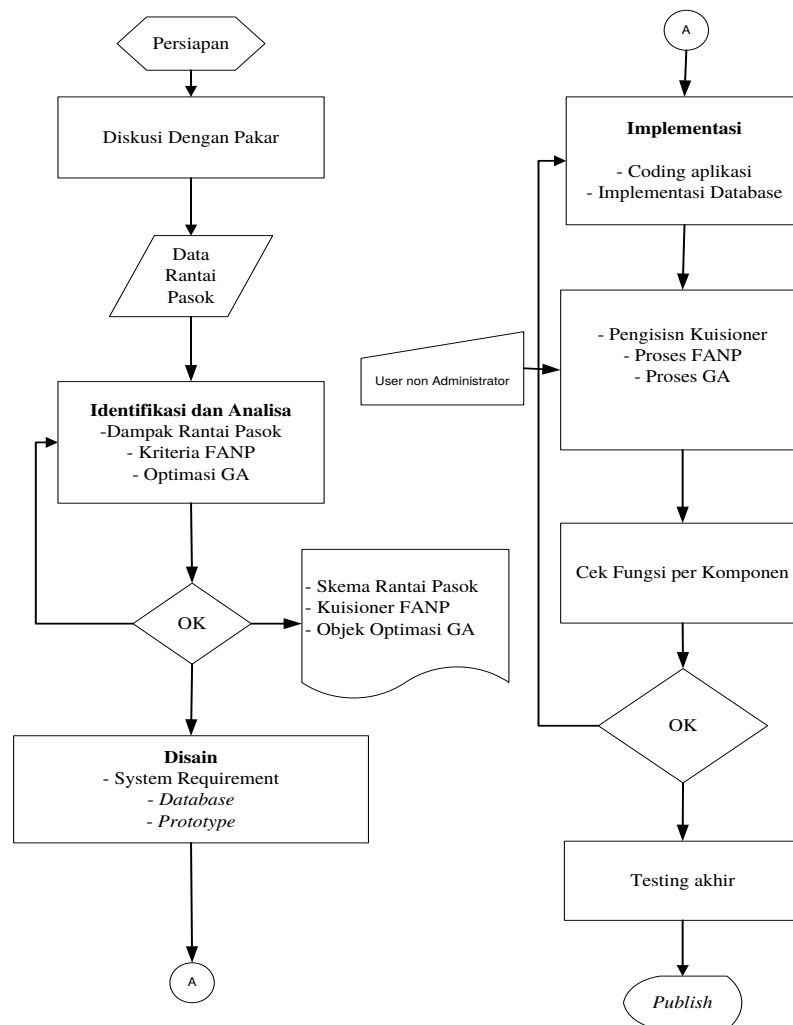
Dari penelitian-penelitian tersebut masih mengacu kepada industri manufaktur terutama pemilihan *supplier*. Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan cerdas (SPK cerdas) pernah dilakukan oleh Suharjito (2011) untuk manajemen risiko rantai pasok komoditas jagung sementara Arkeman dan Dharma (2013) mengembangkan SPK cerdas untuk produk hortikultura. Pada penelitian ini dikembangkan model sistem penunjang keputusan cerdas pada rantai pasok obat herbal. Model SPK cerdas obat herbal dipergunakan sebagai alat bantu bagi pengambil kebijakan dalam pengembangan industri obat herbal terutama pada proses manajemen rantai pasok yang ramah lingkungan, mengidentifikasi model praktik terbaik, mengukur performa rantai pasok, menentukan alternatif penunjang, dan optimasi rantai pasok.

## METODE

Penelitian dimulai dari tahap perencanaan untuk melakukan identifikasi dampak yang timbul pada pelaksanaan rantai pasok obat herbal melalui diskusi dan wawancara dengan pakar terkait obat herbal. Pada tahap analisa diharapkan dapat diperoleh sebuah dokumen skema rantai pasok, kuisisioner dan objek optimasi GA dengan terlebih dahulu mempelajari dampak rantai pasok, kriteria FANP dan optimasi. Pada tahap desain, dilakukan rancangan model sistem, menentukan sumber daya yang dibutuhkan dan teknologi yang mendukung, serta menentukan teknik yang mungkin bisa diterapkan, dilanjutkan tahap implementasi, dan diakhiri dengan pengujian serta *release* akhir. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Bahan penelitian ini terdiri atas kuisisioner dan wawancara untuk menggali sumber pengetahuan dari pakar, domain *website* dan *hosting*, aplikasi pengembangan sistem berupa web developer, text editor, PHP, MySQL dan Apache serta filezile untuk upload dan download file dari *localhost* ke hosting, superdecision dan Astah untuk *Unified Modelling Language* (UML).

Format kuisisioner diberikan kepada pakar yang sudah ditentukan dengan dua alternatif pengisian yaitu: *online* melalui aplikasi *website* dan *offline* dengan pengisian pada lembar kertas yang dicetak. Untuk proses FANP hasil rekapitulasi dilakukan pada aplikasi *website* dan proses report dilakukan pada aplikasi superdecision oleh administrator. Pada menu GSCOR dan algoritme genetika, *user* melakukan pengisian dan proses komputasi langsung.



Gambar 1 Diagram alur penelitian

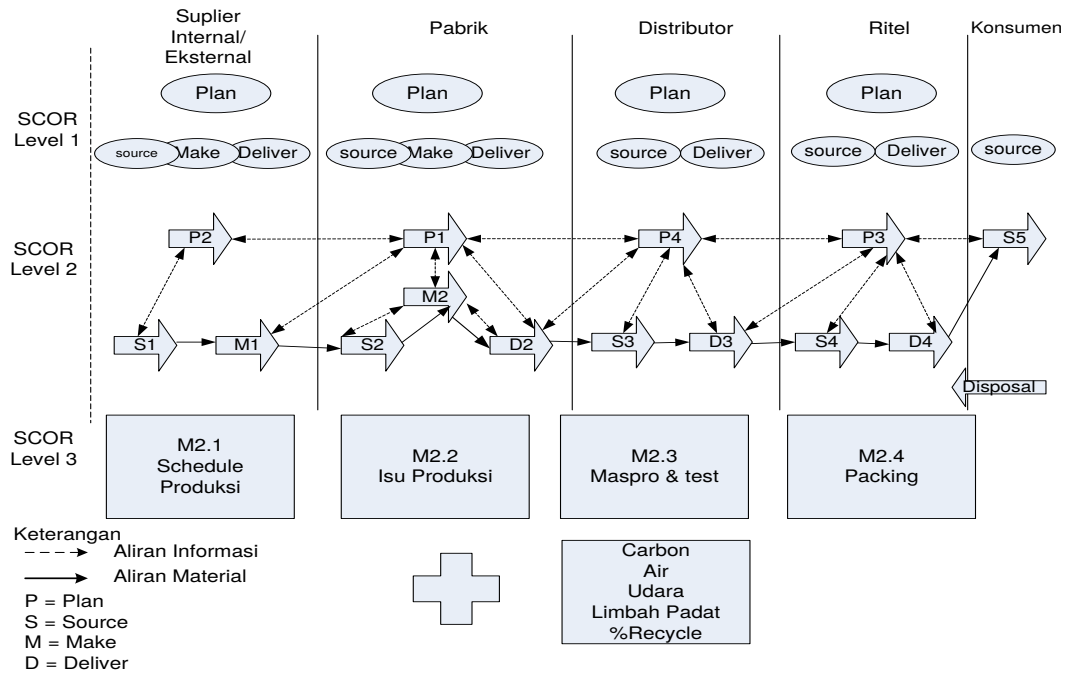
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. TAHAP PERSIAPAN

Pada tahap persiapan dilakukan diskusi dengan pakar yang terkait dengan pengembangan obat herbal. Diskusi dilakukan untuk mendapatkan gambaran sebuah struktur rantai pasok obat herbal dengan mempelajari aliran material, proses rantai pasok secara keseluruhan, proses hijau yang bisa diterapkan ke dalam proses rantai pasok. Dari diskusi ini juga disepakati untuk kuisisioner FANP dengan empat alternatif pilihan untuk pelaksanaan konsep hijau dari rantai pasok dengan analisa faktor BOCR. Dengan kriteria sebanyak 10 elemen yang terbagi atas 4 klaster. Adapun untuk proses optimasi algoritme genetika disepakati untuk mengoptimalkan jarak dengan simulasi 7 kota di pulau jawa dengan menghitung rute terpendek untuk jalur distribusi produk.

### 2. TAHAP ANALISA

Struktur rantai pasok hijau obat herbal digambarkan pada model rantai pasok yang ada pada industri obat herbal dengan menambahkan aspek pengelolaan lingkungan (carbon, air, udara, limbah padat dan % *recycle*) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Proses rantai pasok hijau obat herbal

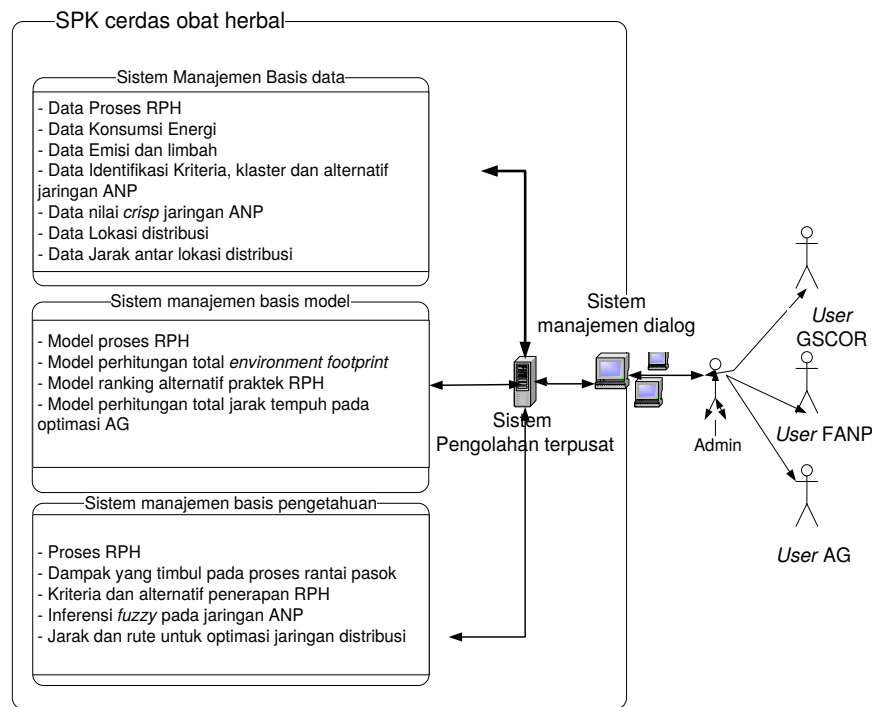
Konsep MRPH mengadopsi model GSCOR yang di perkenalkan *supply chain council* dalam perhitungan performa MRPH melalui proses *carbon footprint* dan total *environmental footprint*. Pada praktek MRPH dilakukan pembobotan terhadap alternatif *recycle waste material, reduce energy consumption, reduce waste material* dan *waste water management* menggunakan teknik FANP.

Proses rantai pasok yang digambarkan merupakan proses yang berjalan pada industri modern yang melakukan kontrol, perencanaan dan proses dengan baik. Gambaran proses tersebut dapat dijadikan model bagi industri kecil dan menengah untuk mengembangkan proses industri modern.

### 3. TAHAP DESAIN

Secara umum sistem yang dikembangkan berupa aplikasi berbasis *website* yang terbagi atas administrator dan *user non administrator*. Pembagian *user* dan aktivitasnya dilakukan dengan menggunakan UML (Dennis *et al.* 2005). Administrator sebagai pihak yang dapat melakukan modifikasi, perubahan dan manipulasi data sementara *user* lainnya sebagai pihak yang mempunyai keterbatasan akses data sesuai dengan tingkatan yang ditentukan oleh administrator dalam hal ini terbagi pada *user* GSCOR, FANP dan algoritme genetika. Komponen utama pada model SPKC terbagi menjadi empat yaitu: sistem manajemen basis model, sistem manajemen basis data, sistem manajemen basis pengetahuan dan sistem manajemen basis dialog seperti terlihat pada Gambar 3.

Sistem manajemen basis data dibutuhkan untuk proses *input* ke dalam sistem pendukung pengambilan keputusan cerdas yang dikembangkan. Berbagai data tersebut dikelola sistem manajemen basis data yang baik dengan terlebih dahulu membuat rancangannya. Dari hasil perancangan tersebut, ditetapkan sebanyak 7 entitas utama. Sistem manajemen basis model terdiri atas model proses rantai pasok hijau, model perhitungan total *environment footprint*, model ranking alternatif praktek rantai pasok hijau serta model perhitungan total jarak tempuh pada optimasi algoritme genetika. Sistem manajemen basis pengetahuan dibutuhkan untuk proses implementasi proses perhitungan dan pengolahan yang dilakukan oleh sistem dari model yang sudah dibuat.



Gambar 3 Kerangka SPKC obat herbal

Gambar 3 menunjukkan kerangka Sistem Penunjang Keputusan Cerdas (SPKC) obat herbal yang dikembangkan berbasis manajemen rantai pasok hijau. Ketiga modul yakni sistem manajemen basis data, sistem manajemen basis model dan sistem manajemen basis pengetahuan akan dienkapsulasi ke dalam suatu sistem manajemen dialog sebagai antarmuka yang menjembatani modul-modul tersebut.

#### 4. TAHAP IMPLEMENTASI

##### A. Implementasi GSCOR

Perhitungan *carbon footprint* dan *total environmental footprint* mengadopsi penelitian Cheng dan Law (2011) dengan penyesuaian pada model GSCOR menggunakan parameter baku mutu udara ambien nasional (PP No. 41 tahun 1999), kriteria kualitas air (PP No. 20 tahun 1990).

Beberapa parameter ditentukan diformulasikan kedalam persamaan untuk melakukan perhitungan *carbon footprint* dan *total environment footprint* seperti berikut ini:

$$CF = TCM2.3 + TCM2.4 \quad (1)$$

$$TEF = \text{pencemaran udara} + \text{limbah air} + \text{limbah padat} (1 - \% \text{ recycle limbah padat}) \quad (2)$$

Untuk

CF = *Carbon Footprint*

TEF = *Total environment footprint*

TCM2.3 = Total *carbon* yang terpakai pada proses *masspro* dan *test*

TCM2.4 = Total *carbon* yang terpakai pada proses *packing*

Pada proses GSCOR diperoleh hasil *carbon footprint* sebanyak 602kg. Sementara untuk *total environmental footprint* sebanyak 4.181 kg sesuai dengan isian yang dilakukan oleh responden. adapun *benchmark* SCOR yang diisi oleh responden terlihat bahwa salah satu perusahaan obat herbal dapat memenuhi pesanan sempurna sebesar 75% dengan waktu pemenuhan order selama 30 hari, perusahaan bisa menentukan target pemenuhan pesanan sebesar 15% bisa dilihat dari kolom *requirement gap* seperti ditunjukkan pada kartu GSCOR pada Tabel 1.

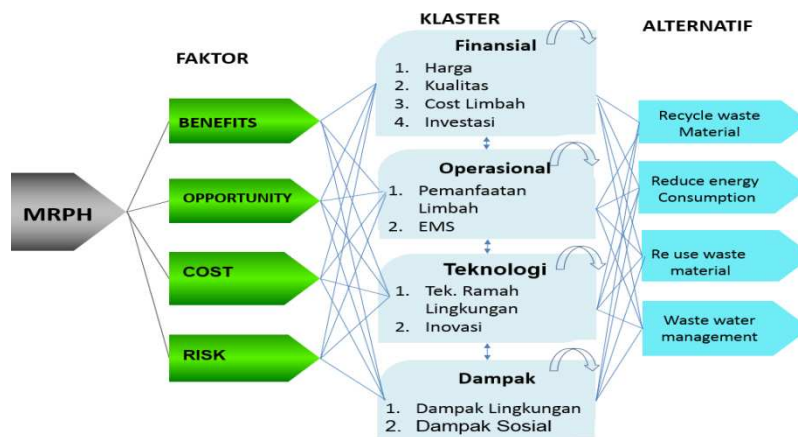
Tabel 1 Kartu GSCOR

	Performance atribut/category	Performance matriks (Level 1)	Actual	Advantage	Superior	Requirement Gap	Oportunity
External	Supply Chain Delivery Reliability	Performa pengiriman	50%	75%	90%	-40%	
		Item persediaan produk	60%	75%	90%	-30%	
		Pemenuhan order sempurna	75%	80%	90%	-15%	
	Supply Chain responsiveness	Waktu pemenuhan order	30	15	10	-20	
		Fleksibilitas rantai pasok	25	12	7	-18	
		Penyesuaian rantai pasok atas	25%	50%	100%	-75%	
Penyesuaian rantai pasok bawah		0%	0%	0%	0%		
Internal	Supply Chain Cost	Biaya pokok produksi	40%	20%	10%	-30%	
		Biaya rantai pasok	20%	15%	5%	-15%	
		Biaya proses klaim produk	10%	7.5%	1.5%	-8.5%	
		Pengolahan limbah cair	10%	75%	90%	-80%	
		Persentase daur ulang limbah padat	50%	75%	90%	-40%	
		Persentase penggunaan limbah kembali	10%	25%	30%	-20%	
	Supply Chain Asset Management Efficiency	Siklus Cash to Cash	60	30	15	-45	

Dari tabel kartu GSCOR juga terlihat bahwa perusahaan mengalokasikan biaya rantai pasok sebesar 20% dari total harga jual yang ditentukan sedangkan penyesuaian rantai pasok sebesar 25%. Pada atribut *supply chain cost* terlihat bahwa pengolahan limbah cair baru mencapai 10% masih bisa ditingkatkan sebesar 80%, daur ulang limbah padat baru mencapai 50% sementara penggunaan limbah kembali baru mencapai 10% masih bisa ditingkatkan 20%. Hasil *carbon footprint* terkait proses produksi obat herbal menjadi sumber informasi banyaknya volume limbah yang dihasilkan sepanjang proses rantai pasok. Pada proses ini menghasilkan limbah karbon sebesar 602 kg dan untuk limbah cair, limbah padat setelah dikurangi *recycle* sebanyak 4.181 kg.

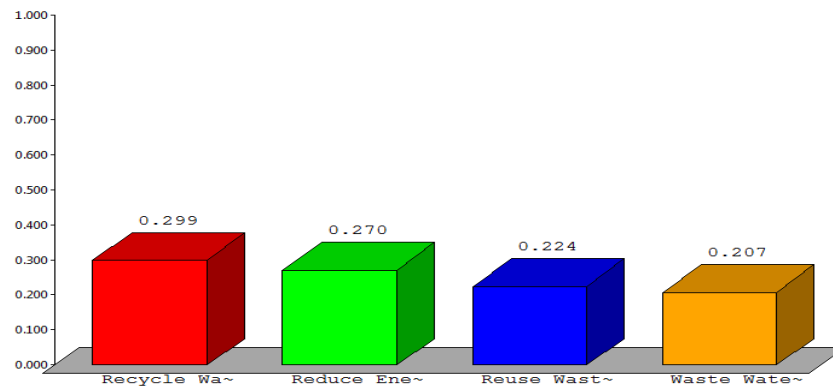
B. Implementasi FANP

Implementasi pada teknik FANP dimulai dengan identifikasi elemen dan faktor yang terkait dengan pengembangan rantai pasok, menentukan control kriteria, klaster, elemen pada setiap klaster, dan alternatif pada semua jaringan faktor *Benefit, Oportunity, Cost dan Risk (BOCR)*. Setelah proses identifikasi dilanjutkan dengan pembuatan jaringan pada aplikasi superdecision berdasarkan tabel identifikasi elemen dan faktor FANP sebelumnya seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Jaringan FANP

Ranking alternatif dengan formula BO/CR dihasilkan untuk *recycle waste material* menjadi peringkat pertama dari pilihan responden dengan bobot 0.299 seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Ranking alternatif FANP

Elemen, jaringan dan alternatif dapat disesuaikan dengan permasalahan yang berkembang pada proses rantai pasok yang terjadi pada masing-masing perusahaan yang tentunya memiliki karakter yang berbeda baik jenis maupun kondisi lingkungan perusahaan serta regulasi pemerintah daerah setempat. Aplikasi yang dikembangkan sangat memungkinkan *user* untuk melakukan penyesuaian tersebut. Konsep *fuzzy* semakin mempermudah pakar atau penentu kebijakan yang pada awalnya kurang suka dengan parameter angka dalam melakukan penilaian atau *judgment* pada kuisisioner.

C. Implementasi Algoritme Genetika

Persoalan penentuan rute pengiriman terpendek di lakukan proses optimasi menggunakan algoritme genetika. Fungsi *fitness* dalam algoritme genetika adalah total jarak tempuh rute pengiriman dalam Model Rute Pengiriman (Arkeman dan Dharma 2013) seperti pada formula (3) berikut:

$$TJRK = (\sum_{i=1}^{n-1} JRK(Lokasi X_i, Lokasi X_{i+1})) + JRK(Lokasi X_n, Lokasi X_1) \quad (3)$$

- Untuk:
- TJRK = Total Jarak Tempuh
- n* = Jumlah lokasi pengiriman
- X* = Himpunan bilangan dengan kombinasi *n*!
- i* = Bilangan ke-*i* pada himpunan *X*
- Lokasi *X<sub>i</sub>* = Menunjukkan Lokasi ke-*X*

Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah *path representation chromosome* di mana setiap gen dalam kromosom tidak boleh bernilai sama dan satu kromosom terdiri atas tujuh gen yang mewakili tujuh kota seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Representasi kromosom penentuan rute pengiriman

Jakarta	Bandung	Tangerang	Yogyakarta	Solo	Semarang	Surabaya
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

Seleksi kromosom pada pencarian rute terpendek yang diinginkan adalah kromosom dengan nilai *fitness* lebih kecil yang mempunyai probabilitas untuk terpilih kembali lebih besar maka digunakan *inverse* seperti pada formula (4), sedangkan probabilitas kromosom *Q* diformulasikan pada persamaan (5)

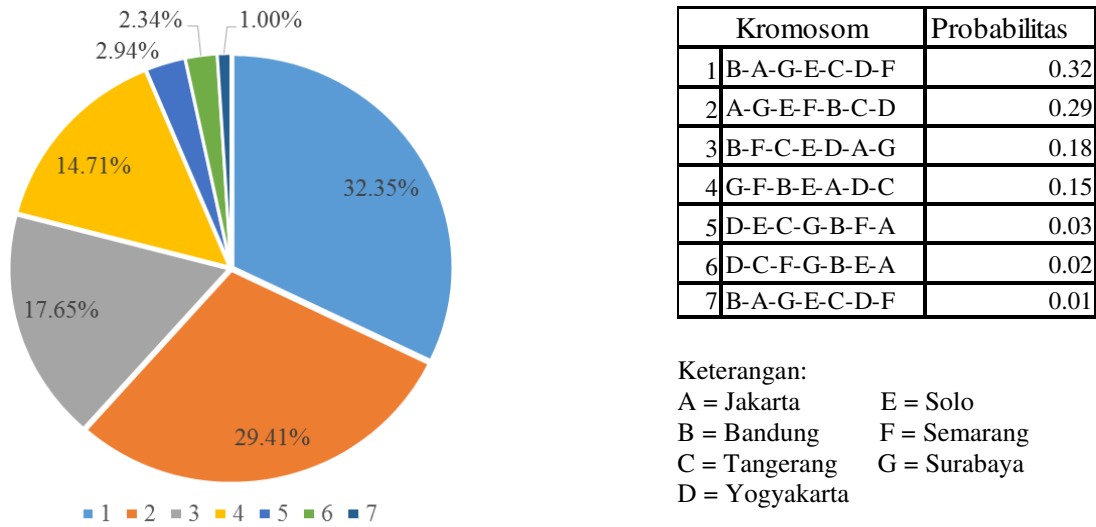
$$Q[i] = \frac{1}{fitness[i]} \quad (4)$$

$$P[i] = \frac{Q[i]}{total} \quad (5)$$

Untuk *Q*[*i*] = Kromosom ke *i*

Untuk total fitness dari kromosom *Q*

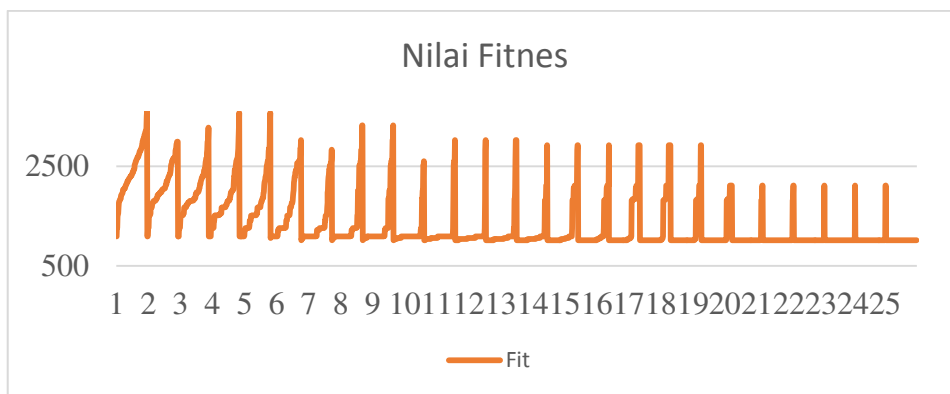
Proses seleksi *roulette-wheel* digunakan untuk membangkitkan nilai acak R antara 0-1. Gambar 6 merupakan proses seleksi untuk generasi pertama:



Gambar 6 Proses seleksi *roulette-wheel*

*Crossover* atau pindah silang dilakukan dengan metode *order crossover* yaitu melakukan pertukaran dengan tetap menjaga urutan kota yang bukan bagian dari kromosom tersebut. Kromosom induk dipilih secara acak yang dipengaruhi oleh parameter *crossover probability* (pc) dalam hal ini ditentukan sebesar 25%. Proses mutasi menggunakan metode *swapping mutation* untuk jumlah kromosom yang mengalami mutasi dalam satu populasi dilakukan dengan menukar gen yang dipilih secara acak dengan gen sesudahnya dan jika gen tersebut berada di akhir dari sebuah kromosom akan ditukar dengan gen yang pertama.

Kriteria berhenti ditentukan apabila dalam beberapa generasi berturut-turut diperoleh nilai *fitness* terendah dan tidak berubah atau berhenti pada nilai generasi yang kita tentukan misalnya n generasi. Nilai *fitness* pada generasi ke 26 stabil di angka 1014 sehingga dinyatakan bahwa pada generasi ini diperoleh nilai maksimal seperti pada Gambar 7.

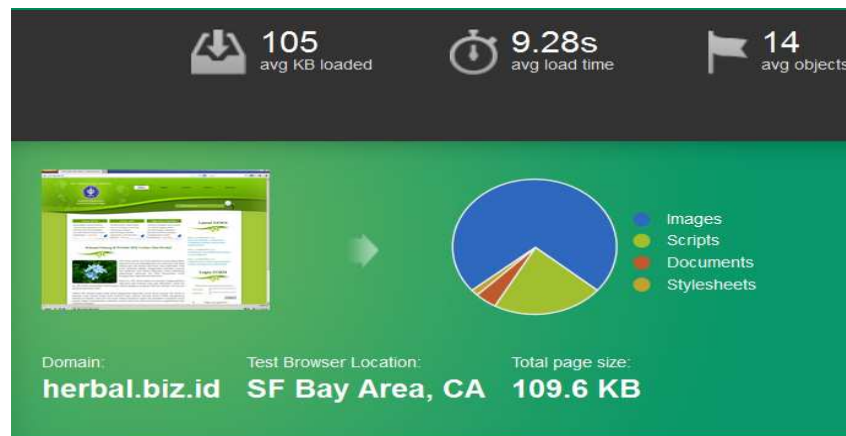


Gambar 7 Grafik nilai fitnes

**D. TAHAP PENGUJIAN**

Pengujian sistem menggunakan parameter yang diperkenalkan oleh Kota (2005) dengan memanfaatkan *online load performance test* yang bisa dijalankan melalui [www.neusestar.biz](http://www.neusestar.biz) yang mencakup parameter *objective*, proses dan pelaporan pengujian, *tracking results*, *environment test*, *usability testing*, *unit testing*, *load testing*, dan *user acceptance testing*. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Hasil pengujian dengan *load testing*

Pada pengujian kode HTML memanfaatkan aplikasi yang ada pada situs [www.w3.org](http://www.w3.org) untuk proses validasi *script Hyper Text Markup Language* (HTML) dan diperoleh hasil yang baik dengan melakukan perbaikan *script* yang disarankan. Sistem aplikasi juga berjalan dengan baik pada browser utama. Adapun *security testing* tidak dilakukan karena penyedia *hosting* dan *domain* memberikan *support* untuk *security* sistem. *Black box testing* dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan dengan deskripsi menunjukkan bagian atau menu yang dilakukan pengujian. Adapun parameter hasil merupakan tolok ukur berfungsinya menu yang diuji sedangkan aktual merupakan hasil pengujian sesuai atau tidak dengan parameter.

## SIMPULAN

Pada penelitian ini berhasil dibangun sebuah model SPK cerdas yang diterapkan pada industri obat herbal. Model SPK cerdas bisa dimanfaatkan untuk jenis industri yang lain dengan melakukan perubahan modul pada aplikasi sesuai kebutuhan pada menu administrator. Aplikasi SPK cerdas obat herbal memuat metode untuk praktik MRPH dan pengukuran kinerja pengelolaan dampak lingkungan pada menu GSCOR. Menu FANP memberikan alternatif pemilihan praktik terbaik untuk meminimalkan dampak lingkungan akibat proses rantai pasok. Adapun pemilihan lokasi serta jalur distribusi terpendek berhasil diterapkan pada menu Algoritme Genetika. Aplikasi SPK cerdas dibangun berbasis website sehingga menjadi salah satu pilihan untuk kolaborasi antar *stakeholder* terkait manajemen rantai pasok.

## SARAN

1. Pada model GSCOR footprint baru dilakukan pada proses make bisa dilanjutkan terhadap proses rantai pasok yang lain.
2. Perlu di teliti lebih lanjut korelasi kepentingan pada proses FANP dengan melibatkan pakar dan pemerhati rantai pasok lebih banyak lagi.
3. Terbuka kemungkinan untuk mengembangkan aplikasi tanpa *software* superdecision.
4. Pada proses optimasi bisa ditambahkan parameter yang lain seperti jumlah bahan bakar yang habis terpakai dan menggunakan multi objektif Algoritme Genetika atau algoritme optimasi lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Kesehatan RI atas ijin belajar yang diberikan kepada penulis di Institut Pertanian Bogor. Pakar pengembangan obat herbal yang membantu penelitian sampai penelitian selesai serta komisi pembimbing yang telah mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penulisan makalah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiarni N, 2007. *Rekayasa sistem rantai pasok bahan baku berbasis jaringan pada agroindustri farmasi* [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (ID).
- Arkeman Y, Dharma RA. 2013. Sistem penunjang keputusan cerdas untuk mengelola rantai pasok pada agroindustri hortikultura. *Journal Industri Pertanian*, 19(3):152-163.
- Cheng JCP, Law KH. 2011. A web service framework for environmental and carbon footprint monitoring in construction supply chains. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 5(38): 1-12 (US).
- Chopra S, Meindl P. 2001. Supply chain management: strategy, planning, and operation. *Prentice Hall*. New Jersey (US).
- Dennis A, Wixom B, Tegarden D. 2005 *Systems Analysis and Design with UML Version 2.0 An Object Oriented Approach*, Edisi 2. Wiley (US).
- Etaati L, Nezhad SS, Abyaneh PMM. 2011. Fuzzy analytical network process: an overview on methods. *American Journal of Scientific Research*. 41: 01-114.
- Kang HY, Hung MC, Pearn WL, Lee AH, Kang MS. 2011. An integrated multi criteria decision making model for evaluating wind farm performance. *Journal Energies* 4: 2002-2026.doi:10.3390/en4112002.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta (ID): KLH.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta (ID): KLH.
- Logistic Management Institute. 2010. Supply Chain Operation Reference.
- Suhajito. 2011. *Pemodelan sistem pendukung pengambilan keputusan cerdas manajemen risiko rantai pasok produk/komoditi jagung* [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor(ID).