Desain Metrik Pengukuran Kinerja Rantai Pasok Sayuran Menggunakan Pendekatan SCOR dan Fuzzy AHP

A. Setiawan S
Departemen Manajemen
Fakultas Ekonomi dan Manajemen
Institut Pertanian Bogor
Bogor

Marimin
Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor
Bogor

Y. Arkeman
Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor
Bogor

F. Udin
Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor
Bogor

Keyword: performance measurement, SCOR Model, Fuzzy AHP

ABSTRACT

A performance measurement model is a necessary tool for highland vegetables supply chain network optimization in West Java. The performance measurement is conducted to support an objectives planning, the performance evaluation, and determination of the future steps in strategic, tactical and operational levels. The methods used in this study were the combination of the SCOR Model with the Fuzzy AHP to design performance metrics. The result of the combined SCOR -Fuzzy AHP analysis shows the performance metric values as follows: delivery performance (0.111), compliance to quality standards (0.299), order fulfillment performance (0.182), order leadtime (0.068), order fulfillment cycle time (0.080), supply chain flexibility (0.052), the cost of SCM (0.086), cash-to-cash cycle time (0.080), and the daily stock (0.048).

PENDAHULUAN

Sistem pengukuran kinerja *(performance measurement system)* diperlukan sebagai pendekatan dalam rangka mengoptimalisasi jaringan rantai pasok *(supply chain)* dan peningkatan daya saing pelaku rantai pasok. Pengukuran kinerja bertujuan untuk mendukung perancangan tujuan, evaluasi kinerja, dan menentukan langkah-langkah ke depan baik pada level strategi, taktik dan operasional (Van der Vorst, 2006).

Salah satu model pengukuran kinerja *supply chain* adalah SCOR (*Supply Chain Operation Reference*) yang dikembangkan oleh sebuah lembaga profesional yaitu *Supply Chain Council* (SCC). SCOR merupakan suatu cara yang dapat digunakan perusahaan untuk mengkomunikasikan sebuah kerangka yang menjelaskan mengenai rantai pasok secara detail, mendefinisikan dan mengkategorikan proses-proses yang membangun metrik-metrik atau indikator pengukuran yang diperlukan dalam pengukuran kinerja rantai pasok. Dengan demikian akan didapat pengukuran yang terintegrasi antara supplier, internal perusahaan dan konsumen (*Supply Chain Council*, 2006).

Menurut Aramyam *et al.* (2006), pengembangan sistem pengukuran kinerja rantai pasok perlu mempertimbangkan karakter-karakter khusus dari rantai pasok yang akan diukur. Secara umum terdapat dua jenis rantai pasok produk pertanian yaitu 1) rantai pasok produk pertanian segar dan 2) rantai pasok produk olahan pertanian.

Menurut Vorst (2000) dan Spiegel (2004) dalam Aramyam *et al.* (2006), aspek-aspek khusus yang perlu dipertimbangkan dalam rantai pasok pertanian segar adalah : 1) Mudah rusak dan perubahan tingkat kualitas produk sepanjang rantai pasok; 2) Waktu produksi/budidaya yang lama; 3) Produksi musiman; 4) Membutuhkan moda transportasi dan fasilitas penyimpanan yang terkondisi; 5) Kuantitas dan kualitas produk sangat dipengaruhi oleh banyak variabel seperti cuaca, hama/penyakit, dan lainnya; 6) *Bulky;* 7) Sensitif dengan isu-isu lingkungan; 8) Ditentukan oleh atribut fisik produk seperti rasa, warna, ukuran, tekstur, dan lainnya; 9) Kenyamanan saat dikonsumsi/dimakan; 10) Keamanan produk; dan 11) Persepsi kualitas.

Penentuan bobot metrik pengukuran kinerja rantai pasok sayuran adalah suatu permasalahan *multiple criteria decision making* (MCDM) dengan berbagai atribut kuantitatif dan kualitatif. Sehingga, dipilih metode *analytical hierarchy process (*AHP) yang dikembangkan oleh Saaty (1981), sebab teknik tersebut telah secara luas digunakan untuk memilih alternatif yang jauh lebih baik di antaranya (Ayag, 2002). Dengan menggunakan AHP, suatu persoalan yang akan dipecahkan dalam suatu kerangka berpikir yang terorganisir, sehingga memungkinkan dapat diekspresikan untuk mengambil keputusan yang efektif atas persoalan tersebut (Marimin, 2004).

Pada AHP konvensional, perbandingan berpasangan *(pairwaise comparison)* untuk masing-masing level dengan orientasi pada tujuan pemilihan alternatif terbaik yang dilakukan menggunakan suatu skala sembilan poin. Karena itu, aplikasi dari Saaty AHP mempunyai beberapa kekurangan sebagai berikut (Saaty *dalam* Ayag dan Ozdemir, 2006); (1) metoda AHP sebagian besar digunakan dalam aplikasi keputusan yang mempunyai nilai *crisp*, (2) metoda AHP menciptakan suatu skala penilaian yang tidak seimbang, (3) metoda AHP tidak mempertimbangkan ketidakpastian yang dihubungkan dengan pemetaan dari salah satu penilaian bagi suatu jumlah, (4) pengaturan metoda AHP agak tidak jelas, (5) penilaian hubungan, pilihan dan pemilihan dari pengambil keputusan mempunyai pengaruh yang besar terhadap hasil AHP. Dengan demikian, AHP konvensional tidak cukup untuk menangkap persyaratan pengambil keputusan dengan tegas. Untuk tujuan model ketidakpastian seperti ini, aturan fuzzy *(fuzzy set theory)* dapat diintegrasikan dengan perbandingan berpasangan sebagai suatu perluasan dari AHP. Pendekatan fuzzy AHP memberikan suatu uraian yang lebih akurat tentang proses pengambilan keputusan itu (Ayag dan Ozdemir, 2006).

Dalam paper ini, suatu pendekatan fuzzy AHP ditujukan untuk menyusun ketidakpastian dan kekaburan yang dihubungkan dengan penilaian dari penentuan bobot masing-masing metrik pengukuran kinerja, sebab perbandingan berpasangan *crisp* dalam AHP konvensional tidak cukup dan tidak tepat untuk menangkap tingkat derajat pentingnya pengambil keputusan dalam mengevaluasi metrik pengukuran kinerja.

METODE PENELITIAN

Dalam paper ini, diusulkan suatu pendekatan yang mengintegrasikan model SCOR dan fuzzy AHP dalam perancangan dan penentuan bobot metrik pengukuran kinerja rantai pasok sayuran. Pertama, pengembangan metrik kinerja rantai pasok sayuran dengan mengadopsi metrik-metrik pada level 1 model SCOR yang disesuaikan dengan karakteristik produk pertanian segar. Kedua, penggunaan pendekatan fuzzy AHP digunakan untuk mengevaluasi dan menentukan bobot metrik pengukuran. Gambar 1 menunjukkan kerangka pemikiran penelitian yang mencakup langkah-langkah dari pendekatan yang diusulkan.

Model SCOR

SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) adalah suatu model referensi proses yang dikembangkan oleh Dewan Rantai Pasokan (*Supply Chain Council*) sebagai alat diagnosa (*diagnostic tool*) *supply chain management*. SCOR dapat digunakan untuk mengukur kinerja rantai pasok, meningkatkan kinerjanya, dan mengkomunikasikan kepada pihak-pihak yang terlibat di dalamnya. SCOR merupakan alat manajemen yang mencakup mulai dari pemasoknya pemasok, hingga ke konsumennya konsumen.

Dalam SCOR, proses-proses rantai pasokan tersebut didefinisikan ke dalam lima proses yang terintegrasi, yaitu perencananaan (*Plan*), pengadaan (*Source*), produksi (*Make*), distribusi (*Deliver*), dan pengembalian (*Return*). Metrik-metrik penilaian dalam model SCOR dinyatakan dalam beberapa level tingkatan meliputi level 1, level 2, dan level 3. Dengan demikian, selain proses rantai pasokan yang dimodelkan ke dalam bentuk hierarki proses, maka metrik penilaiannya pun dinyatakan dalam bentuk hierarki penilaian. Banyaknya metrik dan tingkatan metrik yang digunakan disesuaikan dengan jenis dan banyaknya proses, serta tingkatan proses rantai pasokan yang diterapkan di dalam perusahaan yang bersangkutan (SCC, *Supply Chain Council*, 2006).

Fuzzy AHP

Representasi Fuzzy Perbandingan Berpasangan

Suatu skala yang sering digunakan dalam AHP adalah titik-sembilan skala (Saaty 1989, Tabel 1) yang menunjukkan penilaian peserta atau pilihan di antara alternatif pilihan seperti sama penting, sedikit lebih penting, jelas lebih penting, sangat jelas lebih penting, dan mutlak lebih penting. Dalam studi ini, triangular fuzzy number, ~1 – ~9, digunakan untuk menunjukkan perbandingan berpasangan tentang proses pemilihan untuk tujuan menangkap ketidakjelasan. Angka fuzzy adalah fuzzy khusus yang di-set $F = \{(x, \mu f(x)), x \in R\}$, di mana x nilai di garis yang riil, $R : - \sim < x < + \sim$ dan $\mu f(x)$ adalah suatu memetakan lanjutan dari R pada interval tertutup [0, 1]. Suatu *triangular fuzzy number* dinyatakan sebagai $M = (l,m, u)$, di mana $l \leq m \leq u$, mempunyai jenis keanggotaan jenis fungsi triangular sebagai berikut;

$$\mu_F(x) = \begin{cases} 0 & x < l \\ x - l / m - l & l \leq x \leq m \\ u - x / u - m & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \end{cases}$$

Triangular fuzzy number, ~1 – ~9 , digunakan untuk meningkatkan rencana skala konvensional sembilan poin. Untuk tujuan impresisi dari penilaian manusia yang kualitatif ke dalam pertimbangan, lima *triangular fuzzy number* digambarkan sesuai dengan fungsi keanggotaan seperti pada Gambar 2.

Tahapan pendekatan fuzzy AHP

Metoda AHP adalah juga dikenal sebagai suatu metoda eigenvektor. Itu menunjukkan bahwa eigenvektor yang sesuai dengan eigenvalue yang paling besar dari matriks perbandingan berpasangan menyediakan prioritas relatif dari faktor, dan memelihara pilihan nomor urut di antara alternatif. Ini berarti bahwa jika suatu alternatif lebih disukai daripada yang lain, komponen eigenvektornya adalah lebih besar dari lainnya. Suatu garis vektor dari anak timbangan yang diperoleh dari matriks perbandingan pairwise mencerminkan capaian relatif dari berbagai faktor. Di fuzzy AHP angka fuzzy segitiga digunakan untuk meningkatkan rencana skala dalam matriks penilaian, dan perhitungan interval digunakan untuk memecahkan eigenvektor yang tidak jelas (Cheng dan Mon, 1994).

Empat langkah prosedur dari pendekatan ini adalah sebagai berikut;

Langkah 1. Membandingkan capaian skor : triangular fuzzy number (~1,~3,~5,~7,~9) digunakan untuk menandai adanya kekuatan relative masing-masing penghembus unsur-unsur di hirarki yang sama.
Langkah 2. Membangun matriks perbandingan fuzzy menggunakan angka-angka fuzzy triangular dengan perbandingan berpasangan, matriks penilaian fuzzy A(αij) dibangun seperti berikut ;

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \dots & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Dimana $\sim a^{\alpha}_{ij} = 1$, jika i sama dengan j, dan $\sim a^{\alpha}_{ij} = \sim 1, \sim 3, \sim 5, \sim 7, \sim 9$ atau $\sim 1^{-1}, \sim 3^{-1}, \sim 5^{-1}, \sim 7^{-1}, \sim 9^{-1}$, jika i tidak sama dengan j.

Langkah 3. Pemecahan eigenvalue fuzzy: Suatu eigenvalue fuzzy, λ adalah suatu solusi nomor fuzzy untuk solusi.

$$\tilde{A}\tilde{x} = \tilde{\lambda}\tilde{x} \qquad (1)$$

dimana n x n matriks fuzzy yang berisi angka-angka fuzzy αij dan x adalah n x 1 tidak sama dengan nol, garis vektor fuzzy yang berisi nomor fuzzy xi. Untuk melaksanakan penambahan dan perkalian fuzzy dengan menggunakan perhitungan interval dan α – *cut*,, penyamaan A x = λ x setara dengan

$$\left[a_{i1l}^{\alpha} x_{1l}^{\alpha}, a_{i1u}^{\alpha} x_{1u}^{\alpha}\right] \oplus \cdots \oplus \left[a_{inl}^{\alpha} x_{nl}^{\alpha}, a_{inu}^{\alpha} x_{nu}^{\alpha}\right]$$
$$= \left[\lambda x_{il}^{\alpha}, \lambda x_{iu}^{\alpha}\right]$$

dimana,

$$\tilde{A} = \left[\tilde{a}_{ij}\right], \quad \tilde{x}^{t} = \left(\tilde{x}_1, \ldots, \tilde{x}_n\right),$$
$$\tilde{a}_{ij}^{\alpha} = \left[a_{ijl}^{\alpha}, a_{iju}^{\alpha}\right], \tilde{x}_i^{\alpha} = \left[x_{il}^{\alpha}, x_{iu}^{\alpha}\right], \tilde{\lambda}^{\alpha} = \left[\lambda_l^{\alpha}, \lambda_u^{\alpha}\right] \qquad (2)$$

untuk $0 < \alpha \leq 1$ dan semua i, j, dimana i = 1,2, …, n, dan j = 1,2, …, n.

α – *cut* dikenal untuk menyertakan ahli atau pengambil keputusan atas pilihan atau penilaiannya. Derajat tingkat kepuasan untuk matriks penilaian ~A diperkirakan oleh index optimisme μ. Nilai yang lebih besar tentang index μ menandai adanya derajat tingkat yang lebih tinggi tentang optimisme. Index dari optimisme adalah suatu kombinasi linier yang cembung (Lee, 1999) yang digambarkan sebagai

$$\tilde{a}_{ij}^{\alpha} = \mu a_{iju}^{\alpha} + (1-\mu) a_{ijl}^{\alpha}, \quad \forall \mu \in [0,1] \qquad (3)$$

Selagi α ditetapkan, matriks yang berikut dapat diperoleh setelah menentukan index dari optimisme, μ, untuk tujuan menaksir derajat tingkat dari kepuasan.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & .. & .. & \tilde{a}_{1n}^{\alpha} \\ \tilde{a}_{21}^{\alpha} & 1 & .. & .. & \tilde{a}_{2n}^{\alpha} \\ .. & .. & .. & .. & .. \\ .. & .. & .. & .. & .. \\ \tilde{a}_{n1}^{\alpha} & \tilde{a}_{n2}^{\alpha} & .. & .. & 1 \end{bmatrix}$$

Eigenvektor dihitung dengan menetapkan nilai μ dan mengidentifikasi nilai eigen yang maksimal. α – *cut*: Itu akan menghasilkan suatu satuan nilai-nilai interval dari suatu nomor fuzzy. Sebagai contoh, α = 0.5 akan menghasilkan sebuah set $\alpha_{0.5}$ = (2, 3, 4).

Normalisasi dari kedua matriks dari kalkulasi dan perbandingan yang dipasangkan dari bobot prioritas, dan matrik dan bobot prioritas untuk alternatif juga dilaksanakan sebelum menghitung λ_{max}. Untuk tujuan mengendalikan hasil dari metoda, perbandingan konsistensi untuk masing-masing dari matriks dan keseluruhan inconsistency untuk hirarki yang dihitung. Penyimpangan dari konsistensi dinyatakan oleh persamaan CI yang berikut, dan ukuran dari inkonsistensi disebut CI,

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \qquad (4)$$

Consistency ratio (CR) digunakan untuk perkiraan secara langsung konsistensi dari perbandingan berpasangan. CR dihitung dengan membagikan CI dengan nilai tabel dari *Random Consistency Index* (RI). Jika CR kurang dari 0.10, perbandingan bisa diterima,sebaliknya tidak. RI adalah rata-rata index untuk secara acak anak timbangan yang dihasilkan (Saaty, 1981).

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (5)$$

Langkah 4. Prioritas pertimbangan dari tiap alternatif dapat diperoleh dengan perkalian matriks dari nilai evaluasi dengan garis vektor dari kriteria dan penjumlahan di atas semua kriteria. Setelah menghitung beban dari tiap alternatif, keseluruhan index konsistensi dihitung untuk meyakinkan bahwa nilai konsistensi lebih kecil dibanding 0,10.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Atribut dan Metrik Kinerja SCOR

Dalam metode SCOR versi 6.0, metrik-metrik untuk mengukur performa perusahaan merupakan kesepakatan yang telah ditetapkan oleh *Supply Chain Council*. Metrik tersebut terbagi ke dalam dua tujuan. Tujuan pertama menerangkan metrik yang diinginkan oleh pasar (*customer*/eksternal), sedangkan tujuan kedua menerangkan metrik yang dihadapi oleh perusahaan serta pemegang saham (internal). Uraian metrik dalam metode SCOR, disajikan pada Tabel 2.

Penentuan bobot metrik kinerja

Penentuan bobot metrik kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi dilakukan dengan pendekatan *fuzzy* AHP. Struktur hirarki pemilihan metrik pengukuran kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi terdiri dari level 1 yaitu Proses Bisnis, level 2 terdiri Parameter kinerja, level 3 terdiri dari Atribut kinerja dan level 4 terdiri dari Metrik kinerja. Struktur hirarki penentuan bobot metrik pengukuran kinerja dapat dilihat pada Gambar 3.

Matriks perbandingan fuzzy dari perbandingan berpasangan berdasarkan rataan geometri untuk level proses bisnis, parameter kinerja dan atribut kinerja menggunakan *triangular fuzzy number* (~1,~3,~5,~7,~9) disampaikan dalam Tabel 3, 4 dan 5. Sementara, matriks perbandingan fuzzy dari alternatif metrik pengukuran kinerja dapat dilihat pada Tabel 6. Batas atas dan batas bawah dari angka-angka fuzzy dengan α didefinisikan dengan menerapkan persamaan berikut;

$$\begin{aligned}
\tilde{1}_\alpha &= [1, 3-2\alpha], \\
\tilde{3}_\alpha &= [1+2\alpha, 5-2\alpha], \quad \tilde{3}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{5-2\alpha}, \frac{1}{1+2\alpha}\right], \\
\tilde{5}_\alpha &= [3+2\alpha, 7-2\alpha], \quad \tilde{5}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{7-2\alpha}, \frac{1}{3+2\alpha}\right], \\
\tilde{7}_\alpha &= [5+2\alpha, 9-2\alpha], \quad \tilde{7}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{9-2\alpha}, \frac{1}{5+2\alpha}\right], \\
\tilde{9}_\alpha &= [7+2\alpha, 11-2\alpha], \quad \tilde{9}_\alpha^{-1} = \left[\frac{1}{11-2\alpha}, \frac{1}{7+2\alpha}\right].
\end{aligned}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai, α = 0.5 dan μ = 0.5 dari persamaan di atas ke dalam matriks perbandingan fuzzy, akan diperoleh semua α – *cut* dari matriks perbandingan fuzzy. Perhitungan nilai CR untuk matrik perbandingan fuzzy pada level proses bisnis terhadap tujuan pemilihan metrik pengukuran kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi adalah sebagai berikut :

$$
\begin{aligned}
CI &= (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \\
&= (5{,}396 - 5)/(5 - 1) \\
&= 0{,}099 \\
CR &= CI/RI \\
&= 0{,}099/1{,}12 \\
&= 0{,}09
\end{aligned}
$$

Untuk matriks perbandingan fuzzy dari alternatif produk dan lokasi yang sisanya, CR dihitung dengan menggunakan cara yang sama, dan dengan jelas ditemukan sebagian besar nilai CR mendekati 0,01. Secara keseluruhan, bobot akhir perbandingan berpasangan masing-masing level pada hirarki pemilihan metrik pengukuran kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi dapat dilihat pada Tabel 7, 8, 9 dan 10.

Hasil perancangan model pengukuran kinerja rantai pasok sayuran tinggi menggunakan pendekatan *Fuzzy* AHP dengan mengadaptasi model evaluasi SCOR menghasilkan metrik pengukuran kinerja dengan bobot masing-masing yaitu: kinerja pengiriman (0,111), kesesuaian dengan standar mutu (kualitas) (0,299), kinerja pemenuhan pesanan (0,182), *lead time* pemenuhan pesanan (0,068), siklus waktu pemenuhan pesanan (0,080), fleksibilitas rantai pasok (0,052), biaya SCM (0,086), *cash-to-cash cycle time* (0,080) dan persediaan harian (0,048).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pendekatan fuzzy AHP yang digunakan untuk mengevaluasi metrik pengukuran kinerja rantai pasok sayuran dengan pendekatan model SCOR menghasilkan dua keuntungan utama yang berikut: (1) Angka-angka fuzzy adalah lebih baik untuk memperluas cakupan dari suatu matriks perbandingan yang *crisp* dari metoda AHP konvensional, sebab terdapat ketidakjelasan dalam penilaian manusia dalam perbandingan dari metrik kinerja, (2) Adopsi dari angka-angka fuzzy dapat mengijinkan pengambil keputusan mempunyai kebebasan untuk penilaian mengenai metrik kinerja. Beberapa saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah: 1) perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut tentang implementasi sistem pengukuran kinerja rantai pasok sayuran dengan metode yang lain seperti *Data Envelopment Analysis*, dan 2) perlunya mengkombinasi *fuzzy* AHP dan *fuzzy expert system* dengan *user interface* untuk input-output, sehingga dapat dijadikan alat yang lebih baik dalam pengambilan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

Aramyan, L.H.; Ondersteijn, C.J.M.; Kooten, O. van; Oude Lansink, A.G.J.M. 2006. Performance indicators in agri-food production chains. *In: Quantifying the agri-food supply chain/Ondersteijn, dr.ir. C.J.M., Wijnands, ir. J.H.M., Huirne, prof.dr.ir R.B.M., Kooten, van prof.dr. O.,. - Dordrecht : Springer/Kluwer, (Wageningen UR Frontis series 15) - p. 47 - 64.*

Ayag, Z. 2002. An analytic-hierarchy-process based simulation model for implementation and analysis of computer-aided systems. *International Journal of Production Research*, 40:3053–3073.

Ayag, Z., & R.G. Ozdemir. 2006. A Fuzzy AHP approach to evaluating machine tool alternative. *J Intell Manuf. Springer Science + Bussiness Media Inc*, 17:179-190.

Cheng, C. H., & Mon, D. L. 1994. Evaluating weapon system by analytic hierarchy process based on fuzzy scales. *Fuzzy Sets and Systems* 63:1–10.

Chopra S dan P. Meindl. 2007. Supply Chain Management: Strategy, Planning and Opertiation. Pearson Prentice Hall.

Kaufmann, A., Gupta, M. M. 1985. Introduction to fuzzy arithmetic: theory and applications. New York: Van Nostrand Reinhold.

Lee,W. B.,Lau,H., Liu, Z. Z.,&Tam, S. 2001. Afuzzy analytic hierarchy process approach in modular product design. *Expert Systems* 18:32–42.

Hadiguna, R.A., Marimin. 2007. Alokasi pasokan berdasarkan produk unggulan untuk rantai pasok sayuran segar. *Jurnal Teknik Industri* Nomor 2 Volume 9.

Marimin. 2004. Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Jakarta: Grassindo

Marimin. 2005. Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial. Bogor: IPB Press.

Pujawan, I.N. 2005. Supply Chain Management. Guna Widya. Surabaya.

Saaty, T. L. 1981. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill: New York

Supply-Chain Council, 2006. *SCOR*. Available: [http://www.supply-chain.org/index.ww] (2006).

Van der Vorst, J.G.A.J. 2006. Performance Measurement in Agrifood Supply Chain Networks : An Overview. *In: Quantifying the agri-food supply chain/ Ondersteijn, dr.ir. C.J.M., Wijnands, ir. J.H.M., Huirne, prof.dr.ir R.B.M., Kooten, van prof.dr. O., . - Dordrecht : Springer/Kluwer, (Wageningen UR Frontis series 15).*

Yandra, Marimin. I. Jamaran, Eriyatno, and H. Tamura. 2007. An Integration of Multi-objective Genetic Algorithm and Fuzzy Logic for Optimization of Agroindustrial Supply Chain Design. Proceeding of the 51st International Society for the System Science Conference, Tokyo, August 2007 (to appear).

Zahedi, F. 1986. The analytic hierarchy process: A survey of the method and its application. *Interfaces* 16:96–108.

TABEL

Tabel 1. Definisi dan fungsi keanggotaan dari fuzzy number (Ayag, 2005b)

Tingkat kepenti-ngan	Fuzzy number	Definisi	Fungsi keanggo-taan
1	~1	Sama penting	(1,1,2)
3	~3	Sedikit lebih penting	(2,3,4)
5	~5	Jelas lebih penting	(4,5,6)
7	~7	Sangat jelas lebih penting	(6,7,8)
9	~9	Mutlak lebih penting	(8,9,10)

Tabel 2. Metrik Level 1 dan Atribut Kinerja

Metrik Level 1	Atribut Kinerja					Perhitungan
	Eksternal (*Customer*)			Internal		
	Relia-bilitas	Respo n-sivitas	Fleksi -bilitas	Biay a	Aset	
Pemenuhan Pesanan (PP)	x					Permintaan konsumen yang dipenuhi dalam waktu dan jumlah yang sesuai/total pesanan
Kinerja pengirman (KP)	x					Pengiriman pesanan yang tepat waktu/total pesanan konsumen
Kesesuaian dengan standar mutu (KS)	x					Pengiriman yang sesuai dengan tertinggi/ jumlah pengiriman
Siklus Pemenuhan Pesanan (SPP)		x				Waktu siklus pemesanan (*source+make+deliver*)
Lead time pemenuhan pesanan (LTPP)		x				Jumlah hari sejak produk diproduksi/diproses hingga dikirim sampai ke tangan konsumen
Fleksibilitas Pasokan (FP)			x			Jumlah hari dari siklus (*source+make+deliver)* untuk memenuhi peningkatan/penurunan jumlah pesanan sebesar 20%
Biaya SCM (BSCM)				x		Jumlah biaya dari proses (*plan+source+make+process+deliver*)
Siklus Cash-to-Cash (SCTC)					x	Rata-rata persediaan (per hari) + rata- rata konsumen membayar (hari) - rata-rata perusahaan membayar ke pemasok (hari)
Persediaan Harian (PH)					x	Waktu yang dibutuhkan sampai barang dikirim ke pelanggan

Sumber: *Supply Chain Council* 2006, Disesuaikan

Tabel 3. Matrik perbandingan fuzzy dari level proses bisnis terhadap tujuan pemilihan metrik kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi

	Perencanaan	Pengadaan	Budidaya	Pengolahan	Pengiriman
Perencanaan	1	~ 5	~ 1	~ 3	~ 5
Pengadaan	$\sim 5^{-1}$	1	~ 1	~ 1	~ 1
Budidaya	$\sim 1^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	1	~ 1	~ 3
Pengolahan	$\sim 3^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	1	~ 1
Pengiriman	$\sim 5^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	$\sim 3^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	1

Tabel 4. Matrik perbandingan fuzzy dari level parameter kinerja terhadap aspek perencanaan pada proses bisnis rantai pasok sayuran dataran tinggi

	Nilai tambah	Kualitas	Risiko
Nilai tambah	1	$\sim 1^{-1}$	~ 1
Kualitas	~ 1	1	~ 3
Risiko	$\sim 1^{-1}$	$\sim 3^{-1}$	1

Tabel 5. Matrik perbandingan fuzzy dari level atribut kinerja terhadap kualitas pada level parameter kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi

	Flexibility	*Responsiveness*	*Reliability*	*Cost*	*Asset*
Flexibility	1	~ 3	$\sim 3^{-1}$	~ 7	~ 7
Responsiveness	$\sim 3^{-1}$	1	~ 1	~ 1	~ 1
Reliability	~ 3	$\sim 1^{-1}$	1	~ 7	~ 7
Cost	$\sim 7^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	$\sim 7^{-1}$	1	~ 3
Asset	$\sim 7^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	$\sim 7^{-1}$	$\sim 3^{-1}$	1

Tabel 6. Matrik perbandingan fuzzy dari level metrik pengukuran kinerja terhadap *Reliability* pada level atribut kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi

	(KP)	(PP)	(SPP)	(LTPP)	(FP)	(KS)	(BSCM)	(SCT C)	(PH)
Kinerja Pengiriman (KP)	1	~ 1	~ 1	~ 1	~ 5	$\sim 7^{-1}$	~ 5	~ 1	~ 3
Pemenuhan pesanan (PP)	$\sim 1^{-1}$	1	~ 5	~ 5	~ 5	~ 1	~ 5	~ 5	~ 5
Siklus pemenuhan pesanan (SPP)	$\sim 1^{-1}$	$\sim 5^{-1}$	1	~ 1	~ 1	$\sim 5^{-1}$	~ 1	$\sim 5^{-1}$	~ 5
Lead time pemenuhan	$\sim 1^{-1}$	$\sim 5^{-1}$	$\sim 1^{-1}$	1	~ 1	$\sim 5^{-1}$	~ 1	~ 1	~ 1

(LTPP)									
Fleksibilitas Pasokan (FP)	$\sim5^{-1}$	$\sim5^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim1^{-1}$	1	$\sim5^{-1}$	~1	~1	~1
Kesesuaian standar mutu (KS)	~7	$\sim1^{-1}$	~5	~5	~5	1	~7	~7	~7
Biaya SCM (BSCM)	$\sim5^{-1}$	$\sim5^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim7^{-1}$	1	~1	~3
Siklus Cash to cash cycle (SCTC)	$\sim1^{-1}$	$\sim5^{-1}$	~5	$\sim1^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim7^{-1}$	$\sim1^{-1}$	1	~3
Persediaan Harian (PH)	$\sim3^{-1}$	$\sim5^{-1}$	$\sim5^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim1^{-1}$	$\sim7^{-1}$	$\sim3^{-1}$	$\sim3^{-1}$	1

Tabel 7. Bobot akhir pada level proses bisnis rantai pasok sayuran dataran tinggi

Proses bisnis	Bobot (nilai eigen)
Perencanaan (Plan)	**0,418**
Pengadaan (Source)	**0,102**
Budidaya (Make)	**0,231**
Pengolahan (Process)	**0,130**
Pengiriman (Deliver)	**0,119**

Tabel 8. Bobot akhir pada level parameter kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi

Parameter kinerja	*Plan*	*Source*	*Make*	*Process*	*Deliver*	Bobot pada level proses bisnis	Bobot (nilai eigen)
Nilai tambah	0,311	0,376	0,311	0,500	0,200	0,418	**0,329**
Kualitas	0,493	0,474	0,493	0,250	0,400	0,102	**0,449**
Risiko	0,196	0,149	0,196	0,250	0,400	0,231	**0,222**
						0,130	
						0,119	

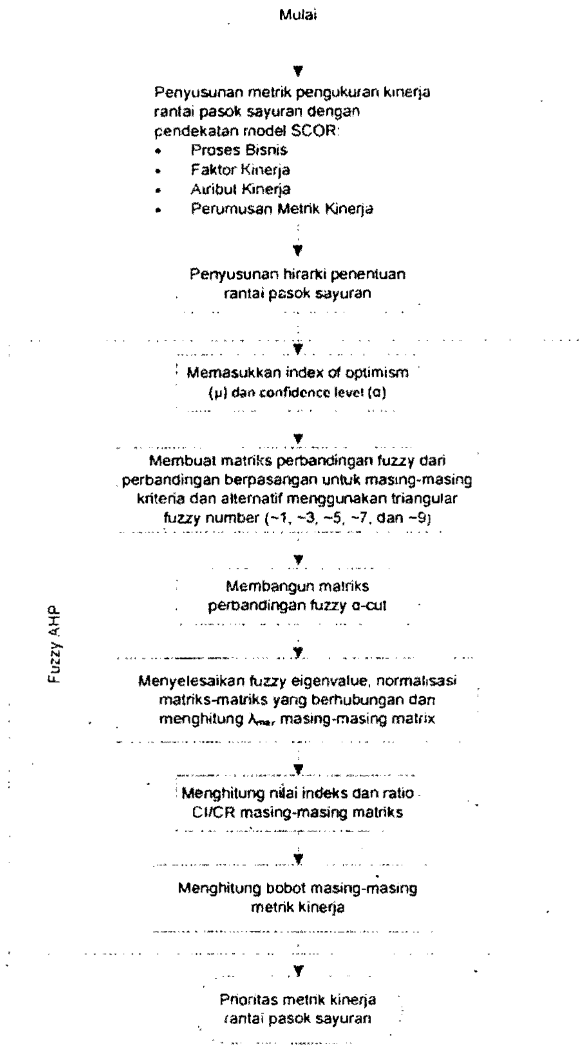
Tabel 9. Bobot akhir pada level atribut kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi

Atribut kinerja	Nilai tambah	Kualitas	Risiko	Bobot pada level parameter kinerja	Bobot (nilai eigen)
Flexibility	0,216	0,309	0,177	0,329	**0,249**
Responsiveness	0,282	0,135	0,152	0,449	**0,187**
Reliability	0,255	0,428	0,454	0,222	**0,377**
Cost	0,123	0,077	0,140		**0,106**
Asset	0,124	0,051	0,076		**0,081**

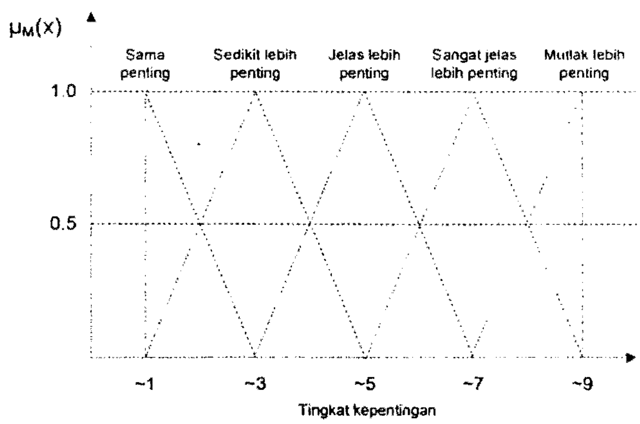
Tabel 10. Bobot akhir pada level metrik kinerja rantai pasok sayuran dataran tinggi

Metrik kinerja	Flexibility	Respon-siveness	Reliability	Cost	Asset	Bobot pada level atribut kinerja	Bobot (nilai eigen)
Kinerja Pengiriman	0.093	0,058	0,129	0,166	0,122	0,249	**0,110**
Pemenuhan pesanan	0,125	0,244	0,229	0,093	0,119	0,187	**0,182**
Siklus waktu pesanan	0,094	0,112	0,056	0,046	0,045	0,377	**0,074**
Lead time pemenuhan	0,084	0,069	0,065	0,048	0,053	0,106	**0,068**
Fleksibilitas pemenuhan	0,053	0,064	0,048	0,039	0,053	0,081	**0,052**
Kesesuaian dengan standar	0,229	0,307	0,315	0,338	0,373		**0,299**
Biaya SCM	0,139	0,067	0,056	0,105	0,085		**0,086**
Cash to cash cycle	0,105	0,049	0,071	0,100	0,083		**0,080**
Inventory days of supply	0,077	0,030	0,030	0,065	0,065		**0,048**

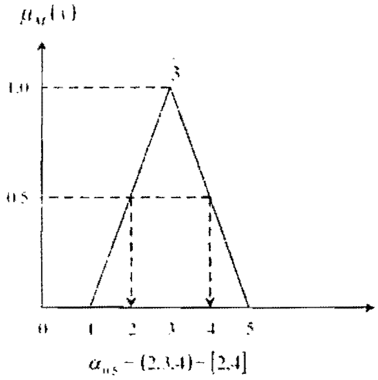
GAMBAR



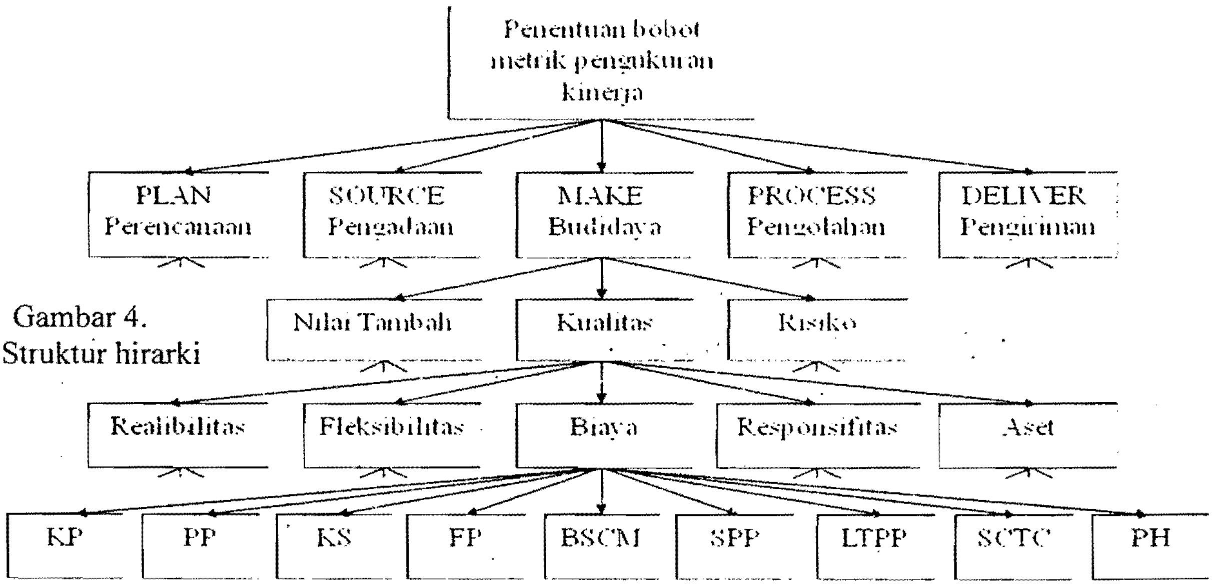
Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian



Gambar 2. *Membership function* fuzzy untuk nilai linguistik kriteria dan alternatif (Ayag dan Ozdemir, 2006)



Gambar 3. Operasi α-cut pada *TFN*



Gambar 4. Struktur hirarki penentuan bobot metrik kinerja rantai pasok sayuran