

**PERBANDINGAN *EIGENVECTOR METHOD* (EM) DAN
GENERALIZED CHI-SQUARE METHOD (GCSM) SEBAGAI
METODE PENDUGAAN BOBOT PRIORITAS RELATIF
PADA *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)**

SKRIPSI

oleh :

ARIF ASHARI

0210950001



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

**PERBANDINGAN *EIGENVECTOR METHOD* (EM) DAN
GENERALIZED CHI-SQUARE METHOD (GCSM) SEBAGAI
METODE PENDUGAAN BOBOT PRIORITAS RELATIF
PADA *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Statistika

oleh :

ARIF ASHARI

0210950001



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERBANDINGAN *EIGENVECTOR METHOD* (EM) DAN
GENERALIZED CHI-SQUARE METHOD (GCSM) SEBAGAI
METODE PENDUGAAN BOBOT PRIORITAS RELATIF
PADA *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)**

oleh:
ARIF ASHARI
0210950001

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 23 Desember 2008
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Statistika

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Prof. Dr. Ir. Waego Hadi N.
NIP. 130 704 146

Suci Astutik, SSi, MSi
NIP. 132 233 148

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, MSc.
NIP. 132 126 049

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Ashari
NIM : 0210950001
Jurusan : Matematika
Penulis Skripsi berjudul : Perbandingan *Eigenvector Method* (EM) dan *Generalized Chi-Square Method* (GCSM) sebagai Metode Pendugaan Bobot Prioritas Relatif pada *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung segala risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 23 Desember 2008

Yang menyatakan,

(Arif Ashari)
0210950001

PERBANDINGAN *EIGENVECTOR METHOD* (EM) DAN *GENERALIZED CHI-SQUARE METHOD* (GCSM) SEBAGAI METODE PENDUGAAN BOBOT PRIORITAS RELATIF PADA *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)

ABSTRAK

Pengambilan keputusan merupakan suatu kegiatan yang biasa dilakukan oleh setiap orang. Dalam mengambil keputusan seorang pengambil keputusan seringkali dihadapkan pada suatu kondisi yang kompleks. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang menstruktur permasalahan yang kompleks dalam sebuah hirarki yang terdiri dari beberapa level yang memuat tujuan, kriteria, dan atau sub kriteria serta alternatif pada level yang paling bawah. Pendugaan bobot prioritas relatif masing-masing elemen keputusan pada setiap level hirarki merupakan salah satu prosedur yang sangat penting dalam AHP. Pada umumnya, metode pendugaan yang digunakan oleh para pengambil keputusan untuk menduga bobot prioritas relatif adalah *Eigenvector Method* (EM). Beberapa metode pendugaan baru mulai dikembangkan sebagai alternatif selain EM, salah satu di antaranya adalah *Generalized Chi-Square Method* (GCSM). Tujuan penelitian ini adalah membandingkan hasil pendugaan bobot prioritas relatif pada AHP yang didapatkan dari EM dan GCSM ditinjau dari jarak euclidisnya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mempelajari keeratan hubungan antara tingkat konsistensi matriks perbandingan berpasangan dengan tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM dan GCSM. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data simulasi. Data terdiri dari sepuluh buah matriks perbandingan berpasangan berukuran 3×3 yang konsisten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk setiap data, jarak euclidis GCSM, untuk ketiga nilai β yang digunakan, selalu lebih kecil daripada jarak euclidis EM sehingga dapat disimpulkan bahwa GCSM merupakan metode yang lebih baik daripada EM dalam menduga bobot prioritas relatif pada AHP. Selain itu, dari penelitian ini juga dapat diketahui bahwa semakin tinggi tingkat konsistensi suatu matriks perbandingan berpasangan, maka tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM maupun GCSM cenderung semakin tinggi.

Kata kunci : AHP, pendugaan, bobot, EM, GCSM, CR, euclidis.

THE COMPARISONS OF EIGENVECTOR METHOD (EM) AND GENERALIZED CHI-SQUARE METHOD (GCSM) AS THE ESTIMATION METHOD OF RELATIVE PRIORITY'S WEIGHT IN THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

ABSTRACT

Decision making is an activity which is usually done by everyone. In making decision, someone is often faced to complex conditions. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) is one method of multi-criteria decision making which arranges complex problems in hierarchy which consists of several levels that includes the purposes, criteria and sub-criteria and the alternative way in the lowest level. The estimation of relative priority's weight for each element of decision in each hierarchical level is one procedure which is very important in AHP. Commonly, the estimation method which is used by the decision maker for the estimation of relative priority's weight is *Eigenvector Method* (EM). Some new estimation methods are started to be developed as the alternative method beside EM, and one of them is *Generalized Chi-Square Method* (GCSM). The aim of the research is to compare the result of the estimation of relative priority's weight in AHP which is obtained by EM and GCSM based on the euclidean distance. Beside that, the research is also aim to study the correlation between the consistency level of paired comparison matrix and the accuracy level of relative priority's weight which is resulted by EM dan GCSM. The data which is used in the research is simulation data. The data is consists of ten consistent paired comparison matrix of order 3×3 . The result of the research shows that for each data, GCSM's euclidean distance for third value of β which is used, are always smaller than EM's euclidean distance so that it can be concluded that GCSM is better than EM as the method to estimate the relative priority's weight in AHP. Beside that, from this research can be known that the higher the consistency level of paired comparison matrix, the higher the accuracy level of relative priority's weight which is resulted by EM dan GCSM.

Keyword : AHP, estimation, weight, EM, GCSM, CR, euclidean.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah swt, karena dengan izin dan pertolongan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan *Eigenvector Method* (EM) dan *Generalized Chi-Square Method* (GCSM) sebagai Metode Pendugaan Bobot Prioritas Relatif pada *Analytic Hierarchy Process* (AHP)”.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak-pihak yang turut berperan atas terselesaikannya skripsi ini, yakni kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Waego Hadi N., selaku dosen pembimbing I, dan Ibu Suci Astutik, SSi, MSi, selaku dosen pembimbing II. Terima kasih atas bimbingan, nasehat dan motivasi serta masukannya.
2. Ibu Eni Sumarminingsih, SSi, MM, Ibu Ir. Heni Kusdarwati, MS, dan Bapak Adji Achmad Rinaldo F., SSi, MSc, selaku dosen penguji. Terima kasih atas saran, kritik dan masukannya.
3. Ibu Ir. Heni Kusdarwati, MS, selaku Ketua Program Studi Statistika FMIPA Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr. Agus Suryanto, MSc, selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya.
5. Ibu dan Bapak (alm.) serta segenap keluarga penulis. Terima kasih atas semua doa, nasehat, dukungan dan motivasinya.
6. Teman-teman Statistika FMIPA Universitas Brawijaya angkatan 2002 hingga 2006. Terima kasih atas doa, dukungan dan motivasinya.
7. Teman-teman Forkalam FMIPA Universitas Brawijaya dan Alief Foundation Malang. Terima kasih atas doa, dukungan dan motivasinya.
8. Segenap karyawan tata usaha dan semua pihak yang turut membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, Desember 2008

Penulis

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK/ ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	5
2.1.1 Gambaran Umum AHP	5
2.1.2 Aksioma-aksioma dalam AHP	5
2.1.3 Prinsip-prinsip dalam AHP	7
2.1.4 Hirarki	8
2.1.5 Matriks perbandingan berpasangan	9
2.1.6 Menentukan bobot prioritas relatif	11
2.1.7 Konsistensi matriks perbandingan berpasangan	11
2.2 <i>Eigenvector Method (EM)</i>	12
2.2.1 Konsep Dasar EM	12
2.2.2 Prosedur pendugaan bobot prioritas relatif dengan EM	14
2.3 <i>Generalized Chi-Square Method (GCSM)</i>	16
2.3.1 Konsep Dasar EM	16
2.3.2 Prosedur pendugaan bobot prioritas relatif dengan GCSM	17

2.4 Penentuan Metode Terbaik	18
2.5 Analisis Korelasi	18
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Data	21
3.2 Metode	21
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pendugaan Bobot Prioritas Relatif	25
4.2 Perhitungan dan Analisis Jarak Euclidis	27
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
DAFTAR LAMPIRAN	35



DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1 Hirarki Linier Sederhana	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian	23
Gambar 4.1 Plot antara CR dan Jarak Euclidis EM dan GCSM	28

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	Contoh tabel matriks perbandingan berpasangan..	9
Tabel 2.2	Skala banding berpasangan	10
Tabel 2.3	Nilai <i>Random Consistency Index (RI)</i>	12
Tabel 3.1	<i>Range</i> nilai CR masing-masing data	21
Tabel 4.1	Bobot prioritas relatif hasil EM dan GCSM	26
Tabel 4.2	Jarak euclidis EM dan GCSM	27
Tabel 4.3	Hasil uji korelasi antara CR dengan jarak euclidis EM dan GCSM	29



DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran 1.	Matriks Perbandingan Berpasangan	35
Lampiran 2.	Proses dan Hasil Pendugaan Bobot Prioritas Relatif dengan <i>Eigenvector Method</i> (EM)	37
Lampiran 3.	<i>Listing Program C++</i> untuk Menghitung Bobot Prioritas Relatif dengan GCSM	47
Lampiran 4.	Matriks Perbandingan Berpasangan (MPB) menurut Bobot Prioritas Relatif	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pengambilan keputusan merupakan suatu kegiatan yang biasa dilakukan oleh setiap orang. Kegiatan ini dilakukan seseorang ketika menghadapi suatu kondisi tertentu yang mengharuskannya untuk menetapkan sebuah pilihan dari sejumlah alternatif pilihan yang ada sebagai sebuah sikap atau tindakan yang akan diambil. Dalam mengambil sebuah keputusan seorang pengambil keputusan seringkali dihadapkan pada suatu kondisi yang kompleks. Banyak faktor yang membuat suatu permasalahan menjadi kompleks, seperti banyaknya alternatif pemecahan yang harus dipilih, beragamnya kriteria yang dijadikan pertimbangan, banyaknya pihak/kelompok pengambil keputusan yang terlibat, serta besarnya resiko yang harus ditanggung jika keputusan yang diambil ternyata kurang tepat. Sebuah keputusan akan sulit diambil apabila kondisi yang kompleks tersebut tidak didukung dengan data dan informasi yang cukup tentang permasalahan yang tengah dihadapi. Data yang tersedia seringkali berupa data kualitatif yang mungkin didasari oleh persepsi, pengalaman, penginderaan atau bahkan intuisi pengambil keputusan. Persoalan-persoalan inilah yang kemudian menuntut suatu metode dan logika baru dalam proses pengambilan sebuah keputusan.

Ada beberapa metode pengambilan keputusan multikriteria yang sering digunakan oleh para pengambil keputusan ketika data yang ada merupakan data kualitatif, salah satu di antaranya adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP). AHP merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang cukup sederhana dan fleksibel. Metode ini menstruktur suatu permasalahan yang kompleks dalam sebuah hirarki yang terdiri dari beberapa level yang memuat tujuan, beberapa kriteria dan atau subkriteria pertimbangan serta sejumlah alternatif pemecahan pada level paling bawah. Kriteria-kriteria, subkriteria-subkriteria dan alternatif-alternatif ini disebut dengan elemen-elemen keputusan. Elemen-elemen ini dibandingkan satu sama lain secara berpasangan dan diduga bobot prioritas relatifnya masing-masing untuk mendapatkan prioritas menyeluruh sebagai hasil akhir dari AHP.

Pendugaan bobot prioritas relatif masing-masing elemen pada setiap level hirarki merupakan salah satu prosedur yang sangat menentukan dalam AHP. Ini bisa dipahami karena bobot prioritas relatif elemen-elemen yang dihasilkan pada satu level hirarki akan dipadukan dengan bobot prioritas relatif elemen-elemen pada level hirarki yang ada di atas ataupun yang ada di bawahnya untuk mendapatkan prioritas menyeluruh yang merupakan hasil akhir dari AHP. Dengan demikian, besar kecilnya bobot prioritas relatif masing-masing elemen di setiap levelnya akan sangat berpengaruh terhadap bobot prioritas menyeluruh dan urutan preferensi masing-masing alternatif. Pada umumnya, metode yang digunakan oleh para pengambil keputusan untuk menduga bobot prioritas relatif adalah *Eigenvector Method* (EM). Mengingat pentingnya prosedur ini dan juga kebutuhan terhadap hasil keputusan yang lebih optimal, maka beberapa metode pendekatan baru mulai dikembangkan sebagai alternatif untuk menduga bobot prioritas relatif pada AHP. Salah satu di antara beberapa metode pendekatan baru itu adalah *Generalized Chi-Square Method* (GCSM). Adapun prinsip kerja dari metode ini adalah dengan meminimumkan fungsi simpangan umum.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Manakah di antara EM dan GCSM yang lebih baik dalam menduga bobot prioritas relatif pada AHP jika ditinjau dari jarak euclidisnya.
2. Bagaimanakah hubungan antara tingkat konsistensi matriks perbandingan berpasangan dengan tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM dan GCSM.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Membandingkan hasil pendugaan bobot prioritas relatif pada AHP yang didapatkan dari EM dan GCSM ditinjau dari jarak euclidisnya.
2. Mempelajari keeratan hubungan antara tingkat konsistensi matriks perbandingan berpasangan dengan tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM dan GCSM.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Matriks perbandingan berpasangan yang digunakan sebagai data dalam penelitian ini adalah matriks berukuran 3x3 yang konsisten ($CR < 0.05$).
2. Ukuran yang digunakan untuk menilai kebaikan hasil dari kedua metode pendugaan adalah jarak euclidis.
3. Nilai-nilai β yang digunakan pada GCSM adalah 0.75, 1.00 dan 1.25.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Para pengguna AHP mampu memahami konsep dan cara kerja kedua metode pendugaan bobot prioritas relatif, khususnya GCSM.
2. Para pengguna AHP dapat menentukan metode pendugaan yang sebaiknya digunakan agar mendapatkan bobot prioritas relatif yang lebih optimal.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analytic Hierarchy Process (AHP)

2.1.1 Gambaran umum AHP

AHP adalah suatu prosedur pengambilan keputusan multi kriteria yang terstruktur (Saaty, 1980). Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang matematikawan dari *University of Pittsburgh* Amerika Serikat, pada tahun 1970-an. AHP merupakan model yang luwes yang memungkinkan kita mengambil keputusan yang mengkombinasikan pertimbangan dan nilai-nilai pribadi secara logis (Saaty, 1993).

AHP digunakan untuk mengkaji permasalahan yang dimulai dengan mendefinisikan permasalahan tersebut secara seksama kemudian menyusunnya ke dalam sebuah hirarki yang terdiri dari beberapa tingkat/level, yaitu level tujuan, kriteria dan alternatif. Setelah menyusun hirarki, selanjutnya adalah memberi nilai numerik pada pertimbangan subyektif tentang tingkat preferensi antar elemen pada setiap level hirarki. Hasil akhir dari AHP adalah prioritas bagi alternatif-alternatif yang ada untuk memenuhi tujuan dari permasalahan yang dihadapi (Saaty, 1993).

Secara umum, langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan menggunakan AHP adalah sebagai berikut :

1. Mendefinisikan permasalahan dan menentukan tujuan.
2. Menyusun hirarki untuk menguraikan permasalahan ke dalam elemen-elemennya.
3. Melakukan pertimbangan komparatif antar elemen pada setiap level hirarki untuk mendapatkan matriks perbandingan berpasangan.
4. Melakukan sintesis terhadap matriks perbandingan berpasangan untuk mendapatkan prioritas lokal dan global.
5. Melakukan pengujian konsistensi terhadap matriks perbandingan berpasangan.

2.1.2 Aksioma-aksioma dalam AHP

Menurut Saaty (1994), AHP mensyaratkan beberapa aksioma yang harus dipenuhi, antara lain :

1. Resiprokal

Perbandingan antara dua elemen dikatakan resiprokal jika memenuhi persamaan :

$$P_c(A_j, A_i) = 1/P_c(A_i, A_j) \text{ untuk semua } A_i, A_j \in U \text{ dan } C \in S$$

atau bisa juga ditulis :

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (2.1)$$

di mana a_{ij} adalah nilai perbandingan antara elemen ke- i dari suatu level dan elemen ke- j dari level yang sama. U adalah himpunan terbatas dari n elemen yang disebut alternatif. S adalah atribut dari U yang dibandingkan, $A_i, A_j \in U$. P_c mewakili intensitas atau kekuatan preferensi suatu alternatif dibandingkan yang lainnya. Persamaan (2.1) juga dapat diterjemahkan bahwa jika elemen i lebih disukai dari elemen j pada skala x , maka elemen j lebih disukai dari elemen i pada skala $1/x$. Aksioma 1 ini harus dipenuhi sebagai salah satu syarat konsistensi matriks. Apabila aksioma ini tidak terpenuhi, maka preferensi dari sepasang elemen yang dibandingkan tidak tepat. Ketidaktepatan ini akan memperbesar inkonsistensi sehingga hasil yang diperoleh kurang optimal.

2. Homogenitas

Homogenitas sangat diperlukan untuk membandingkan dua hal yang serupa. Jika kondisi tidak homogen terjadi, maka elemen-elemen hirarki harus ditempatkan terpisah pada kelompok yang memiliki ukuran perbandingan lebih seragam. Pelanggaran pada aksioma ini akan menyebabkan penurunan nilai perbandingan seorang pengambil keputusan. Pada dasarnya, pengelompokan pada AHP bertujuan untuk mempermudah proses perbandingan. Bila dalam kelompok tersebut memiliki suatu ciri umum yang dibandingkan, maka akan lebih mudah mengukur obyek dengan ukuran yang sebanding.

3. Independen

Aksioma independen menyatakan bahwa sekelompok alternatif dikatakan bebas jika mereka *mutually independent*. Dua alternatif A_i dan A_j dikatakan *mutually independent* pada suatu kriteria jika dan hanya jika untuk setiap A_k perbandingan berpasangan (A_i, A_j) memenuhi :

$$P_c[\{A_i, A_j\}, A_k] = P_c(A_i, A_k) P_c(A_j, A_k)$$

$$P_c[A_k, \{A_i, A_j\}] = P_c(A_k, A_i) P_c(A_k, A_j)$$

di mana P_c menyatakan intensitas preferensi suatu alternatif dibandingkan dengan yang lainnya berdasarkan kriteria C . Aksioma ini menunjukkan bahwa pola ketergantungan perbandingan dalam AHP adalah selaras ke atas (linier). Pelanggaran aksioma ini dapat dijumpai pada hirarki non linier, yaitu terdapat hubungan timbal balik antara kriteria dan alternatif sehingga informasi yang diberikan menjadi tumpang tindih.

4. Ekspektasi

Ada dua hal yang terkait dalam aksioma ini. Pertama, untuk tujuan pengambilan keputusan, struktur hirarki diasumsikan lengkap. Yang kedua adalah *rank* dari alternatif, dalam hal ini adalah *rank A*, untuk matriks yang konsisten $rank A = 1$ karena setiap baris dalam A yang konsisten adalah kelipatan baris pertamanya. Adanya aksioma ini akan mengizinkan *rank* alternatif dipengaruhi oleh banyaknya alternatif yang ditambahkan atau dihapus dari kelompok. Secara sederhana, aksioma ini menyatakan bahwa *rank* alternatif tergantung pada harapan pembuat keputusan dan masalah keputusan itu sendiri.

2.1.3 Prinsip-prinsip dalam AHP

Menurut Saaty (1994), ada tiga prinsip yang menjadi pedoman dalam menyelesaikan persoalan dengan AHP, yaitu : *decomposition*, *comparative judgment* dan *synthesis of priority*.

1. *Decomposition*

Prinsip ini digunakan dalam menstruktur suatu permasalahan yang kompleks dalam sebuah hirarki. Prinsip ini menyatakan bahwa dalam AHP permasalahan diuraikan atau dipecah menjadi unsur-unsur yang terpisah. Jika ingin mendapatkan hasil yang lebih akurat, pemecahan juga dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin lagi dilakukan pemecahan lebih lanjut, sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan tadi. Karena alasan inilah, maka proses analisis ini dinamakan hirarki (*hierarchy*).

2. *Comparative judgment*

Prinsip ini digunakan dalam membandingkan tingkat preferensi antar elemen. Dalam AHP elemen-elemen

keputusan pada suatu level hirarki yang sama dibandingkan tingkat preferensinya satu sama lain berdasarkan elemen yang berada pada level di atasnya. Hasil dari perbandingan ini dinyatakan dalam sebuah matriks yang disebut dengan matriks perbandingan berpasangan.

3. *Synthesis of Priority*

Prinsip ini menjelaskan tentang bagaimana mendapatkan bobot prioritas relatif. Dari setiap matriks perbandingan berpasangan yang telah disusun, selanjutnya dilakukan perhitungan matematis untuk mendapatkan bobot prioritas relatif dari setiap elemen berdasarkan kriteria tertentu pada level di atasnya. Proses perhitungan ini dilakukan pada setiap level hirarki. Proses selanjutnya adalah memadukan bobot prioritas relatif yang diperoleh dari setiap level hirarki untuk mendapatkan prioritas menyeluruh.

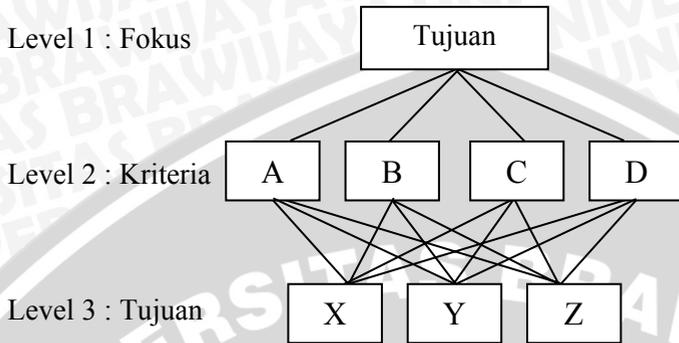
2.1.4 Hirarki

Menurut Saaty (1994), hirarki adalah gambaran dari suatu permasalahan yang kompleks dalam sebuah struktur yang tersusun secara bertingkat-tingkat (berlevel-level) di mana level pertama adalah tujuan, diikuti secara berturut-turut oleh level faktor, kriteria, subkriteria dan seterusnya hingga pada level yang paling bawah yakni level alternatif. Hirarki juga merupakan suatu cara yang tepat untuk menguraikan suatu permasalahan yang kompleks dalam mencari penjelasan sebab akibat dalam langkah-langkah yang berbentuk sebuah rantai/rangkaian yang linier.

Menurut Saaty (1980), dalam menyusun suatu hirarki tidak terdapat suatu pedoman tertentu yang harus diikuti, semuanya tergantung kepada kemampuan penyusun dalam memahami masalah. Meskipun demikian, ada beberapa patokan yang dapat dijadikan pegangan dalam menyusun hirarki, yaitu :

1. Walaupun suatu hirarki tidak dibatasi dalam jumlah levelnya, tetapi sebaiknya dalam setiap subsistem hirarki tidak terlalu banyak elemen (sekitar lima sampai sembilan elemen).
2. Karena setiap elemen akan dibandingkan dengan elemen lain dalam suatu subsistem hirarki yang sama, maka elemen-elemen tersebut haruslah setara secara kualitas.

Gambar berikut ini merupakan contoh hirarki linier sederhana yang terdiri dari tiga level.



Gambar 2.1 Hirarki Linier Sederhana

Gambar 2.1 di atas merupakan hirarki linier sederhana karena memiliki bentuk yang meningkat dari satu level ke level lain yang berdekatan. Bentuk tersebut tidak mutlak, sehingga dapat dilakukan pengembangan dengan menambahkan subkriteria. Hirarki memiliki sifat fleksibilitas, karena itu bila elemen-elemen dari suatu level tidak mudah untuk dibandingkan, maka suatu level baru dapat diciptakan (Saaty, 1980).

2.1.5 Matriks perbandingan berpasangan

Matriks perbandingan berpasangan merupakan suatu matriks yang digunakan untuk menyatakan suatu pertimbangan antara dua elemen yang dibandingkan (Saaty, 1991). Matriks yang digunakan merupakan matriks bujur sangkar dengan banyak baris (dan kolom) sebagaimana kriteria yang dihubungkan dengan tujuan. Angka dalam matriks ini mengekspresikan intensitas dari dominasi kriteria pada kolom sebelah kiri terhadap kriteria pada baris puncak. Matriks ini berupa matriks *reciprocal*, artinya angka yang simetrik berdasar diagonal utama adalah kebalikan satu sama lain, memenuhi persamaan (2.1). Dalam matriks ini, terdapat perbandingan dengan dirinya sendiri pada diagonal utama, maka perbandingan itu diberi angka satu (Saaty, 1994).

Misalkan kriteria C memiliki beberapa elemen di bawahnya, yaitu : A_1, A_2, \dots, A_n . Tabel matriks perbandingan berpasangan (a_{ij}) dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Contoh tabel matriks perbandingan berpasangan

C	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	1	...	a_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	1

Adapun pedoman untuk memberikan penilaian dalam perbandingan berpasangan yaitu dengan menggunakan skala perbandingan yang diusulkan oleh Thomas L. Saaty. Interval dalam perbandingan berpasangan tersebut antara satu sampai sembilan dengan masing-masing nilai mempunyai kriteria sendiri untuk dipilih. Skala perbandingan yang digunakan dalam AHP disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Skala banding berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama
3	Moderat lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
7	Sangat lebih penting	Satu elemen lebih disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata dibandingkan dengan pasangannya
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya pada tingkat keyakinan tertinggi
2, 4, 6, 8		Diberikan bila terdapat penilaian antara dua penilaian yang terdekat.
Kebalikan	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Jika untuk aktivitas ke- i mendapatkan satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas ke- j , maka j memiliki nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan i

Sumber : Saaty (1994)

2.1.6 Menentukan bobot prioritas relatif

Sintesis terhadap pertimbangan diperlukan untuk memperoleh perangkat prioritas menyeluruh bagi suatu permasalahan keputusan. Sintesis dilakukan melalui matriks perbandingan berpasangan dengan cara melakukan suatu pembobotan dan penjumlahan untuk menghasilkan bilangan tunggal yang menunjukkan prioritas setiap elemen (Saaty, 1991). Bobot prioritas yang dicari dinyatakan dalam vektor $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$. Nilai w_n menyatakan bobot relatif kriteria A_n terhadap keseluruhan set kriteria pada subsistem tersebut. Pada situasi penilaian yang konsisten sempurna (teoritis) didapatkan hubungan : $A_{ik} = a_{ij} a_{jk}$ untuk $i, j, k = 1, 2, \dots, n$. Dan matriks yang didapatkan adalah konsisten.

2.1.7 Konsistensi matriks perbandingan berpasangan

Konsistensi dari matriks perbandingan berpasangan diperlukan untuk menjamin bahwa pemikiran atau obyek yang serupa dikelompokkan menurut homogenitas dan relevansinya serta bahwa intensitas relasi antar gagasan atau antar obyek yang didasarkan pada suatu kriteria tertentu saling membenarkan secara logis (Saaty, 1991)

Jika w_i dan w_j berturut-turut merupakan bobot prioritas relatif elemen ke- i dan elemen ke- j , maka pada matriks perbandingan berpasangan yang konsisten berlaku :

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad (2.2)$$

dimana :

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2.3)$$

Apabila A adalah matriks perbandingan berpasangan yang konsisten, maka semua nilai eigen bernilai nol kecuali yang bernilai sama dengan n . Tetapi, bila A adalah matriks tak konsisten, variasi kecil atas a_{ij} akan membuat nilai eigen terbesar λ_{\max} selalu lebih besar atau sama dengan n : $\lambda_{\max} \geq n$. Perbedaan antara λ_{\max} dengan n dapat digunakan untuk meneliti seberapa besar ketidakkonsistenan yang ada dalam A , dimana rata-ratanya dinyatakan sebagai berikut :

$$\mu = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.4)$$

Menurut Saaty (1994), persamaan (2.4) didefinisikan sebagai *Consistency Index* (CI), dengan demikian :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.5)$$

Menurut Saaty (1980), suatu matriks yang dihasilkan dari perbandingan secara acak merupakan suatu matriks yang mutlak tak konsisten. Dari matriks acak tersebut, didapatkan nilai *Consistency Index* yang disebut *Random Consistency Index* (RI). Dengan membandingkan CI dengan RI, didapat suatu acuan untuk menentukan tingkat konsistensi suatu matriks. Acuan tersebut adalah *Consistency Ratio* yang dirumuskan sebagai berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.6)$$

Menurut Buchara (2003), suatu tingkat konsistensi tertentu diperlukan dalam penentuan prioritas untuk mendapatkan hasil yang sah. Nilai CR semestinya tidak lebih dari 5% untuk $n = 3$, tidak lebih dari 8% untuk $n = 4$, dan tidak lebih dari 10% untuk $n = 5$. Jika tidak, penilaian yang telah dibuat mungkin dilakukan secara random perlu direvisi. *Random Consistency Index* (RI) disajikan pada Tabel 2.3. di bawah ini :

Tabel 2.3 Nilai *Random Consistency Index* (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

Sumber : Saaty (1994)

2.2 Eigenvector Method (EM)

2.2.1 Konsep dasar EM

Kata "*eigenvector*" adalah perpaduan antara bahasa Jerman dan Inggris. Salah satu arti perkataan "*eigen*" di dalam bahasa Jerman adalah "asli" ("*proper*"), nilai eigen dinamakan juga nilai asli (*proper value*), nilai karakteristik (*characteristic value*), atau akar laten (*laten root*) oleh beberapa penulis (Anton, 1995).

Jika A adalah sebuah matriks $n \times n$, maka sebuah vektor yang tak nol x di dalam R^n dinamakan sebuah vektor eigen (*eigenvector*) dari A jika Ax adalah kelipatan skalar dari x , yakni : $Ax = \lambda x$ untuk suatu skalar λ . Skalar λ dinamakan nilai eigen (*eigenvalue*) dari A dan x dikatakan sebuah vektor eigen yang bersesuaian dengan λ (Anton, 1995).

Untuk mencari nilai eigen matriks A yang berukuran $n \times n$, maka $Ax = \lambda x$ dituliskan kembali sebagai

$$Ax = \lambda x \quad (2.7)$$

atau secara ekuivalen

$$(\lambda I - A)x = 0 \quad (2.8)$$

Supaya λ menjadi nilai eigen, maka harus ada pecahan tak nol dari persamaan ini, dan ini bisa dipenuhi jika dan hanya jika :

$$\text{Det}(\lambda I - A) = 0 \quad (2.9)$$

Ini dinamakan persamaan karakteristik A , skalar yang memenuhi persamaan ini adalah nilai eigen dari A .

Pada AHP, vektor eigen x adalah vektor eigen *Perron* (w) dan nilai eigen *Perron* (λ_{max}). Digunakan λ_{max} karena matriks perbandingan berpasangan memiliki $n-1$ nilai eigen yang sama dengan nol, yaitu nilai eigen non-*Perron* dan satu nilai eigen yang bernilai sama dengan n , yaitu nilai eigen *Perron* yang dilambangkan dengan λ_{max} (Saaty, 1994).

Dengan demikian, diperoleh persamaan :

$$Aw = \lambda_{max} \cdot w \quad (2.10)$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \lambda_{max} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n \\ a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n \\ \vdots \\ a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{max} w_1 \\ \lambda_{max} w_2 \\ \vdots \\ \lambda_{max} w_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n a_{1j} w_j \\ \sum_{j=1}^n a_{2j} w_j \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^n a_{nj} w_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{\max} w_1 \\ \lambda_{\max} w_2 \\ \vdots \\ \lambda_{\max} w_n \end{bmatrix}$$

Nilai eigen terbesar diperoleh dari baris pertama, yaitu :

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{1j} w_j &= \lambda_{\max} w_1 \\ \lambda_{\max} &= \sum_{j=1}^n a_{1j} \frac{w_j}{w_1} \end{aligned} \quad (2.11)$$

Secara umum, untuk baris ke- i manapun akan didapatkan nilai eigen:

$$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_j}{w_i} \quad (2.12)$$

Misalkan terdapat n baris pada matriks, maka λ_{\max} yang diduga adalah :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \lambda_{\max} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_j}{w_i} \\ n \lambda_{\max} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_j}{w_i} \\ \lambda_{\max} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_j}{w_i} \end{aligned} \quad (2.13)$$

2.2.2 Prosedur pendugaan bobot prioritas relatif dengan EM

Vektor eigen diperoleh dari normalisasi matriks A sehingga $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$. Normalisasi ini dilakukan dengan membagi entri suatu kolom matriks dengan jumlah total entri dalam kolom tersebut. Kemudian entri dari matriks yang sudah dinormalisasi tersebut dijumlahkan menurut baris. Untuk mendapatkan vektor eigen, setiap baris dicari nilai rata-ratanya sebagai berikut :

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{a_{.j}} \quad (2.14)$$

Nilai eigen diperoleh dengan mempertimbangkan sifat-sifat konsisten dari matriks perbandingan berpasangan sehingga perbandingan dari pembobot memenuhi persamaan $a_{ij} = w_i/w_j$.

$$\begin{aligned} \lambda_{max} &= \sum_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_j}{w_i} \\ &= \frac{1}{w_i} \sum_{j=1}^n \frac{w_i}{w_j} w_j \\ &= \frac{w_i}{w_i} \sum_{j=1}^n \frac{w_j}{w_j} = n \end{aligned}$$

Berikut ini adalah langkah demi langkah prosedur pendugaan bobot prioritas relatif dengan menggunakan EM :

Langkah 1. Jumlahkan entri-entri dari matriks perbandingan berpasangan menurut kolom seperti berikut :

<i>C</i>	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	...	<i>A_n</i>
<i>A₁</i>	<i>a₁₁</i>	<i>a₁₂</i>	...	<i>a_{1n}</i>
<i>A₂</i>	<i>a₂₁</i>	<i>a₂₂</i>	...	<i>a_{2n}</i>
⋮	⋮	⋮		⋮
<i>A_n</i>	<i>a_{n1}</i>	<i>a_{n2}</i>	...	<i>a_{nn}</i>
<i>Jumlah A_j</i>	$\sum_{i=1}^n a_{i1} = a_{.1}$	$\sum_{i=1}^n a_{i2} = a_{.2}$...	$\sum_{i=1}^n a_{in} = a_{.n}$

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan dengan membagi setiap entri dari setiap kolom pada matriks perbandingan berpasangan dengan jumlah kolom yang besesuaian, sehingga didapat matriks seperti berikut :

<i>C</i>	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	...	<i>A_n</i>
<i>A₁</i>	$a_{11}/a_{.1} = z_{11}$	$a_{12}/a_{.2} = z_{12}$...	$a_{1n}/a_{.n} = z_{1n}$
<i>A₂</i>	$a_{21}/a_{.1} = z_{21}$	$a_{22}/a_{.2} = z_{22}$...	$a_{2n}/a_{.n} = z_{2n}$
⋮	⋮	⋮		⋮
<i>A_n</i>	$a_{n1}/a_{.1} = z_{n1}$	$a_{n2}/a_{.2} = z_{n2}$...	$a_{nn}/a_{.n} = z_{nn}$

Langkah 3. Hitung rata-rata tiap baris untuk mendapatkan vektor eigen (w) dengan cara membagi jumlah entri baris ke- i dari matriks yang telah dinormalisasi di atas dengan banyaknya elemen (n) seperti berikut :

C	A_1	A_2	...	A_n	w
A_1	z_{11}	z_{12}	...	z_{1n}	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{1j}$
A_2	z_{21}	z_{22}	...	z_{2n}	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{2j}$
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots	\vdots
A_n	z_{n1}	z_{n2}	...	z_{nn}	$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_{nj}$

Vektor eigen yang didapatkan merupakan bobot prioritas relatif dari masing-masing elemen.

2.3 Generalized Chi-Square Method (GCSM)

2.3.1 Konsep dasar GCSM

Generalized Chi-Square Method (GCSM) merupakan salah satu metode di antara beberapa metode pendekatan yang dapat digunakan dalam menduga bobot prioritas relatif pada AHP. Prinsip kerja dari metode ini adalah dengan meminimumkan fungsi simpangan umum (*generalized deviation function*) berikut :

$$F(w) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{[a_{ij}^\beta - (w_i / w_j)^\beta]^2}{(w_i / w_j)^\beta} \quad (2.15)$$

dimana :

$$w \in D = \left\{ w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T \mid w_j > 0, j \in \Omega; \sum_{i=1}^n w_i = 1 \right\},$$

$$\beta \neq 0 \text{ dan } \Omega = \{1, 2, \dots, n\}$$

Pendekatan dengan meminimumkan $F(w)$ pada persamaan (2.15) diistilahkan dengan *Generalized Chi-Square Method* (GCSM) (Xu, 2000).

Teorema 2.1 Fungsi simpangan umum $F(w)$ mempunyai suatu titik minimum yang khas $w^* = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T \in D$, yang juga merupakan solusi yang khas dari persamaan-persamaan dalam ruang vektor D berikut :

$$\sum_{j=1}^n (1 + a_{ij}^{2\beta}) \left(w_j / w_i \right)^\beta = \sum_{j=1}^n (1 + a_{ji}^{2\beta}) \left(w_i / w_j \right)^\beta ; i \in \Omega \quad (2.16)$$

2.3.2 Prosedur pendugaan bobot prioritas relatif dengan GCSM

Misalkan $A = (a_{ij})_{n \times n}$ adalah matriks perbandingan berpasangan dan k adalah banyaknya iterasi. Untuk menyelesaikan persamaan (2.16), diberikan sebuah algoritma iteratif konvergen sederhana sebagai berikut :

Langkah 1. Berikan sebuah vektor bobot prioritas awal $w(0) = (w_1(0), w_2(0), \dots, w_n(0))^T \in D$. Tetapkan parameter ε , $0 < \varepsilon < 1$, dan β , (pada umumnya, $\varepsilon \leq |\beta| \leq 2$) serta ambil $k = 0$.

Langkah 2. Hitung :

$$\eta_i(w(k)) = \sum_{j=1}^n \left[\left(1 + a_{ij}^{2\beta} \right) \left(\frac{w_j(k)}{w_i(k)} \right)^\beta - \left(1 + a_{ji}^{2\beta} \right) \left(\frac{w_i(k)}{w_j(k)} \right)^\beta \right] \quad (2.17)$$

jika $|\eta_i(w(k))| < \varepsilon$ memenuhi untuk semua $i \in \Omega$, maka $w^* = w(k)$; lanjutkan proses ke langkah 5; jika yang lain, maka proses dilanjutkan ke langkah 3.

Langkah 3. Tentukan bilangan m seperti ini :

$$|\eta_m(w(k))| = \max_{i \in \Omega} |\eta_i(w(k))| \quad (2.18)$$

dan hitung :

$$T(k) = \frac{\sum_{j \neq m}^n (1 + a_{mj}^{2\beta}) (w_j(k) / w_m(k))^\beta}{\sum_{j \neq m}^n (1 + a_{jm}^{2\beta}) (w_m(k) / w_j(k))^\beta}^{\frac{1}{2\beta}}, \quad (2.19)$$

$$x_i(k) = \begin{cases} T(k)w_m(k), & i = m, \\ w_i(k), & i \neq m, \end{cases} \quad (2.20)$$

$$w_i(k+1) = x_i(k) / \sum_{j=1}^n x_j(k), \quad i \in \Omega \quad (2.21)$$

Langkah 4. Ambil $k = k+1$, lanjut ke langkah 2.

Langkah 5. Didapat output w^* , yang merupakan vektor bobot prioritas relatif dari masing-masing elemen.

2.4 Penentuan Metode Terbaik

Ada beberapa cara untuk membandingkan hasil pendugaan dari dua metode penskalaan rasio. Salah satu diantaranya adalah dengan membandingkan jarak euclidisnya. Jarak euclidis digunakan untuk menunjukkan tingkat keakuratan hasil pendugaan bobot prioritas relatif. Metode yang mempunyai jarak euclidis lebih kecil berarti metode itu lebih baik dari metode yang lain. Secara matematis, jarak euclidis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Jarak Euclidis} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} - w_{ij})^2} \quad (2.22)$$

dimana a_{ij} adalah entri-entri pada matriks perbandingan berpasangan dan $w_{ij} = w_i/w_j$ adalah entri-entri pada matriks perbandingan berpasangan menurut bobotnya (Jensen, 1983).

2.5 Analisis Korelasi

Analisis korelasi digunakan untuk mempelajari keeratan hubungan antar peubah. Besarnya keeratan hubungan tersebut dinyatakan dalam koefisien korelasi yang dilambangkan dengan ρ (untuk populasi) dan dilambangkan r (untuk contoh) (Solimun, 2003). Dalam penelitian ini, koefisien korelasi digunakan untuk mengetahui seberapa erat hubungan antara nilai *Consistency Ratio* (CR) dengan jarak euclidis yang didapatkan dari EM dan GCSM. Menurut Walpole (1995), ukuran korelasi linier antara dua peubah yang paling banyak digunakan adalah yang disebut koefisien korelasi momen-hasil kali *Pearson* atau ringkasnya koefisien korelasi contoh.

Ukuran hubungan linier antara dua peubah X dan Y diduga dengan koefisien korelasi contoh r , yaitu :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}} \quad (2.23)$$

Besarnya koefisien korelasi berkisar dari -1 sampai dengan +1, atau dapat ditulis $-1 \leq r \leq +1$. Terjadi hubungan yang erat positif jika r mendekati +1 dan erat negatif jika r mendekati -1, dan dikatakan tidak ada hubungan jika r mendekati nol. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa koefisien korelasi dapat digunakan untuk menilai perubahan suatu peubah berdasarkan perubahan peubah lain. Akan tetapi, di dalam penilaian tersebut hanya dapat memberikan perkiraan (prediksi) bersifat kualitatif (Solimun, 2003).

Untuk menguji adanya korelasi antar dua peubah, hipotesis yang digunakan adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan untuk pengujian hipotesis tersebut adalah :

$$t_{\text{hitung}} = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

di mana :

r = koefisien korelasi contoh

n = banyaknya titik contoh

dengan kriteria keputusan jika $|t_{\text{hitung}}| < t_{\alpha/2 (n-2)}$ atau $p\text{-value} > \alpha$, maka terima H_0 pada taraf nyata α dan dapat disimpulkan bahwa kedua peubah saling bebas (tidak terdapat korelasi). Sebaliknya, jika $|t_{\text{hitung}}| \geq t_{\alpha/2 (n-2)}$ atau $p\text{-value} \leq \alpha$, maka tolak H_0 pada taraf nyata α dan dapat disimpulkan bahwa kedua peubah tidak saling bebas (terdapat korelasi).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data simulasi. Data terdiri dari sepuluh buah matriks perbandingan berpasangan berukuran 3×3 yang konsisten. Matriks perbandingan berpasangan ini disusun sedemikian rupa sehingga didapat matriks dengan nilai CR tertentu sesuai dengan *range* yang telah ditentukan. Adapun cara untuk mendapatkan data ini dapat dilihat pada sub bab 3.2.

Tabel 3.1 *Range* nilai CR masing-masing data.

Data ke-	Nilai CR
1	$0.0000 < CR \leq 0.0025$
2	$0.0050 < CR \leq 0.0075$
3	$0.0100 < CR \leq 0.0125$
4	$0.0150 < CR \leq 0.0175$
5	$0.0200 < CR \leq 0.0225$
6	$0.0250 < CR \leq 0.0275$
7	$0.0300 < CR \leq 0.0325$
8	$0.0350 < CR \leq 0.0375$
9	$0.0400 < CR \leq 0.0425$
10	$0.0450 < CR \leq 0.0475$

3.2 Metode

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

I. Menyiapkan data dan melakukan pendugaan bobot prioritas relatif dengan EM.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menyusun sebarang matriks perbandingan berpasangan berukuran 3×3 dengan ketentuan seperti pada Tabel 3.1.
2. Menduga bobot prioritas relatif dengan EM sesuai prosedur yang dijelaskan pada anak sub bab 2.2.2 di dalam bab sebelumnya.
3. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) dari matriks perbandingan berpasangan. Jika nilai CR terletak pada salah satu *range* pada Tabel 3.1, maka proses dilanjutkan ke

langkah no. 4. Jika tidak, maka proses diulangi kembali dari langkah no. 1 dengan mengganti entri-entri matriks perbandingan berpasangan yang sebelumnya dengan kombinasi yang baru.

4. Sebarang matriks perbandingan berpasangan pada langkah no. 1 ditetapkan sebagai data dalam penelitian ini, sedangkan bobot prioritas relatif yang dihasilkan pada langkah no. 2 ditetapkan sebagai bobot prioritas relatif hasil EM dalam penelitian ini.

Langkah-langkah di atas terus dilakukan hingga sepuluh buah data berhasil didapatkan.

- II. Melakukan pendugaan bobot prioritas relatif dengan GCSM dengan menggunakan tiga buah nilai β , yakni : $\beta=0.75$; $\beta=1.00$ dan $\beta=1.25$.

Prosedur perhitungan mengacu pada algoritma yang terdapat pada anak sub bab 2.3.2 di dalam bab sebelumnya.

- III. Menghitung jarak euclidis EM dan GCSM.

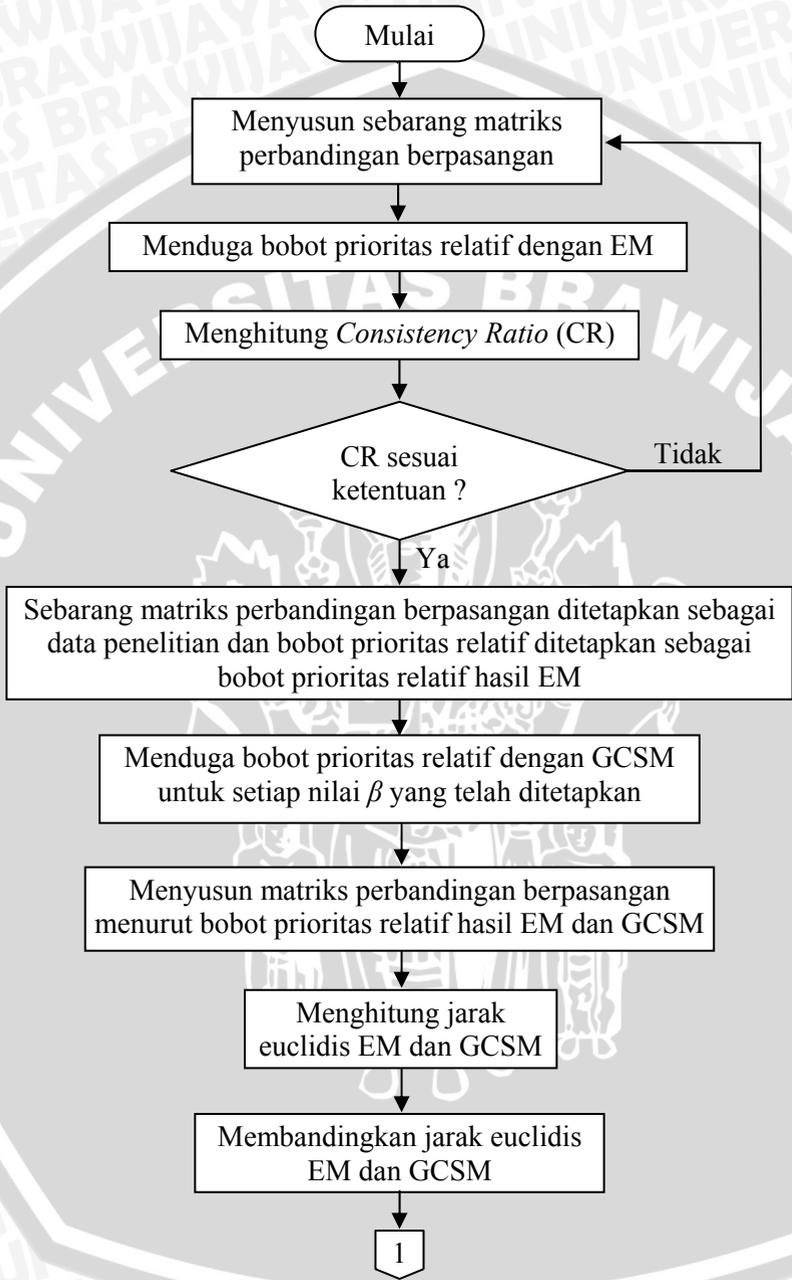
Langkah-langkah untuk menghitung jarak euclidis adalah sebagai berikut :

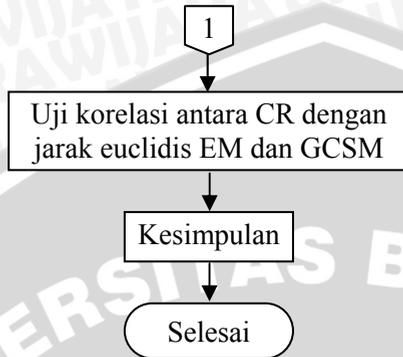
1. Mencari entri-entri dari matriks perbandingan berpasangan menurut bobotnya (W), yakni menurut bobot prioritas relatif hasil dari EM dan GCSM. Entri-entri matriks ini dilambangkan dengan w_{ij} yang merupakan hasil pembagian antara bobot elemen ke- i (w_i) dengan bobot elemen ke- j , (w_j).
2. Menghitung jarak euclidis dengan mensubstitusikan entri-entri dari matriks W ke dalam persamaan (2.21) sehingga didapatkan jarak euclidis EM dan GCSM.

- IV. Membandingkan jarak euclidis EM dan GCSM.

- V. Melakukan uji korelasi antara CR dengan jarak euclidis EM dan GCSM.

Perhitungan bobot prioritas relatif untuk EM dilakukan dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel 2003* sedangkan untuk GCSM dilakukan dengan bantuan program yang ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman $C++$. Diagram alir tahapan-tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :





Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pendugaan Bobot Prioritas Relatif

Proses pendugaan bobot prioritas relatif dimulai dengan menyusun sebarang matriks perbandingan berpasangan. Seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa data dalam penelitian ini merupakan matriks perbandingan berpasangan berukuran 3×3 berjumlah sepuluh buah yang entri-entri matriksnya disusun sedemikian rupa sehingga memiliki nilai *Consistency Ratio* (CR) tertentu sesuai dengan *range* yang telah ditentukan. Adapun prosedur yang digunakan untuk mengukur nilai CR adalah dengan mengikuti prosedur AHP seperti pada umumnya, yakni menggunakan *Eigenvector Method* (EM). Dengan demikian, nilai CR suatu matriks baru bisa dihitung setelah bobot prioritas relatif masing-masing elemen didapatkan. Oleh karena itu, setiap kali suatu proses perhitungan nilai CR dari sebarang matriks perbandingan berpasangan menghasilkan suatu nilai yang sesuai dengan range yang telah ditentukan, maka sebarang matriks perbandingan berpasangan tersebut ditetapkan sebagai data dalam penelitian ini, sedangkan bobot prioritas relatif yang didapatkan dalam proses perhitungan tersebut ditetapkan sebagai hasil dari pendugaan dengan EM. Proses perhitungan seperti ini terus dilakukan hingga didapatkan sepuluh buah matriks perbandingan berpasangan yang sesuai dengan ketentuan. Kesepuluh buah matriks tersebut selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1. Adapun hasil perhitungan langkah demi langkah hingga mendapatkan bobot prioritas relatif dengan EM untuk masing-masing data dapat dilihat pada Lampiran 2.

Setelah semua data dan bobot prioritas relatif hasil pendugaan dengan EM didapatkan, maka tahapan selanjutnya adalah menduga bobot prioritas relatif dengan GCSM. Proses perhitungan dilakukan dengan bantuan program yang ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman C++. Program yang dibuat mengacu pada algoritma yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Sebagai input dalam program ini diantaranya adalah entri-entri matriks perbandingan berpasangan, nilai parameter β dan nilai ϵ yang digunakan. Pada penelitian ini, ada tiga buah nilai parameter β yang digunakan, yakni $\beta=0.75$, $\beta=1.00$ dan $\beta=1.25$. Sedangkan nilai ϵ yang digunakan dalam

perhitungan ini sebesar 0.001 atau 10^{-3} . Adapun *listing* program untuk mendapatkan bobot prioritas relatif dengan GCSM ini bisa dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4.1 berikut ini menyajikan hasil pembobotan dengan EM dan GCSM untuk masing-masing data.

Tabel 4.1 Bobot prioritas relatif hasil EM dan GCSM

Data ke-	CR	Elemen ke-	Bobot Prioritas Relatif			
			EM	GCSM		
				$(\beta = 0.75)$	$(\beta = 1.00)$	$(\beta = 1.25)$
1	0.0015	1	0.6816	0.6798	0.6791	0.6785
		2	0.2364	0.2373	0.2377	0.2380
		3	0.0820	0.0829	0.0832	0.0835
2	0.0053	1	0.5643	0.5619	0.5603	0.5587
		2	0.3044	0.3059	0.3069	0.3080
		3	0.1313	0.1322	0.1328	0.1333
3	0.0116	1	0.7547	0.7544	0.7544	0.7547
		2	0.1696	0.1675	0.1664	0.1651
		3	0.0757	0.0781	0.0793	0.0803
4	0.0153	1	0.6234	0.6180	0.6145	0.6112
		2	0.2843	0.2883	0.2909	0.2935
		3	0.0924	0.0938	0.0946	0.0953
5	0.0214	1	0.7439	0.7447	0.7447	0.7450
		2	0.1749	0.1713	0.1697	0.1679
		3	0.0813	0.0840	0.0856	0.0871
6	0.0259	1	0.6870	0.6834	0.6809	0.6788
		2	0.2340	0.2355	0.2368	0.2379
		3	0.0790	0.0811	0.0823	0.0833
7	0.0313	1	0.7014	0.7009	0.6996	0.6988
		2	0.2132	0.2114	0.2111	0.2105
		3	0.0853	0.0878	0.0893	0.0907
8	0.0372	1	0.6333	0.6316	0.6291	0.6268
		2	0.2605	0.2608	0.2619	0.2629
		3	0.1062	0.1077	0.1090	0.1103
9	0.0421	1	0.6805	0.6759	0.6721	0.6687
		2	0.2440	0.2467	0.2493	0.2516
		3	0.0755	0.0774	0.0787	0.0797
10	0.0466	1	0.6493	0.6413	0.6352	0.6296
		2	0.2742	0.2810	0.2861	0.2909
		3	0.0765	0.0777	0.0787	0.0796

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa untuk setiap data, urutan preferensi antar elemen yang dihasilkan oleh EM selalu sama dengan urutan preferensi yang dihasilkan oleh GCSM. Dengan kata lain, tidak ada satupun urutan preferensi antar elemen yang dihasilkan oleh EM yang saling berkebalikan dengan urutan yang dihasilkan oleh GCSM. Hasil yang diperoleh dari kedua metode hanya sedikit berbeda pada bobot prioritas relatif elemen-elemennya.

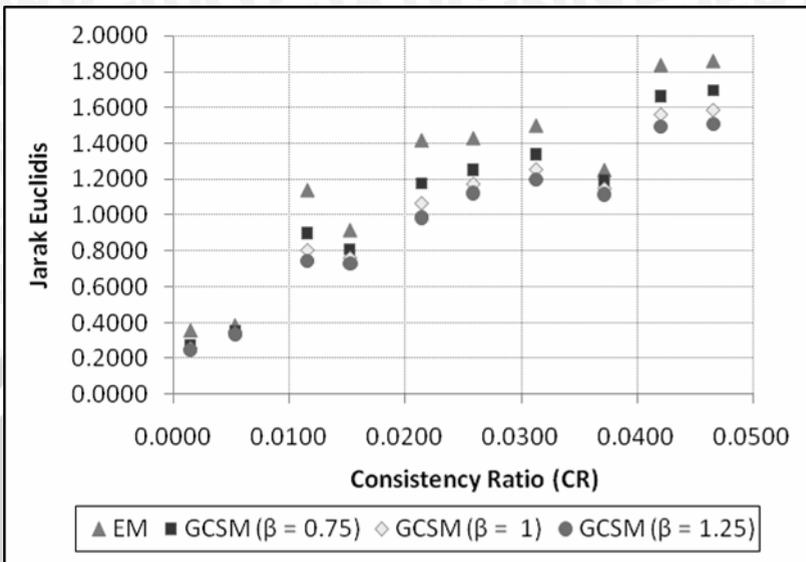
4.2 Perhitungan dan Analisis Jarak Euclidis

Salah satu ukuran yang sering digunakan dalam menentukan kebaikan suatu metode pendugaan bobot prioritas relatif pada AHP adalah jarak euclidis. Metode yang mempunyai jarak euclidis lebih kecil berarti metode itu lebih baik daripada metode yang lain.

Langkah pertama yang dilakukan setelah bobot prioritas relatif hasil dari kedua metode didapatkan adalah menyusun matriks perbandingan berpasangan menurut bobotnya (W). Matriks W dari EM dan GCSM untuk setiap data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Langkah selanjutnya adalah menghitung jarak euclidis dari kedua metode untuk masing-masing data. Perhitungan jarak euclidis dilakukan dengan mensubstitusikan entri matriks W ke dalam persamaan 2.21. Hasil perhitungan jarak euclidis EM dan GCSM untuk masing-masing data dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.2 Jarak euclidis EM dan GCSM

Data ke-	Consistency Ratio (CR)	Jarak Euclidis			
		EM	GCSM		
			$\beta = 0.75$	$\beta = 1.00$	$\beta = 1.25$
1	0.0015	0.3542	0.2817	0.2604	0.2477
2	0.0053	0.3825	0.3567	0.3435	0.3332
3	0.0116	1.1404	0.9024	0.8073	0.7409
4	0.0153	0.9158	0.8136	0.7644	0.7289
5	0.0214	1.4192	1.1808	1.0678	0.9847
6	0.0259	1.4301	1.2559	1.1754	1.1218
7	0.0313	1.5013	1.3421	1.2564	1.1957
8	0.0372	1.2521	1.1971	1.1498	1.1141
9	0.0421	1.8403	1.6651	1.5623	1.4910
10	0.0466	1.8630	1.6973	1.5864	1.5040



Gambar 4.1 Plot antara CR dan Jarak Euclidis EM dan GCSM

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa untuk setiap data, jarak euclidis GCSM, baik itu GCSM ($\beta=0.75$), GCSM ($\beta=1.00$), maupun GCSM ($\beta=1.25$), selalu lebih kecil daripada jarak euclidis EM. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pendugaan bobot prioritas relatif yang didapatkan dengan GCSM lebih baik daripada hasil pendugaan yang didapatkan dengan EM.

Dari Tabel 4.2 juga dapat ditentukan manakah di antara ketiga nilai β yang digunakan pada GCSM yang memberikan hasil paling optimal. Berdasarkan jarak euclidisnya, maka hasil paling optimal diperlihatkan pada penggunaan nilai $\beta=1.25$ (GCSM ($\beta=1.25$)). Hal ini bisa dilihat pada Tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa untuk setiap data, jarak euclidis yang didapatkan dari hasil pendugaan dengan menggunakan nilai $\beta=1.25$ (GCSM ($\beta=1.25$)) selalu menjadi yang paling kecil bila dibandingkan dengan jarak euclidis yang didapatkan dari hasil pendugaan dengan menggunakan nilai $\beta=1.00$ maupun $\beta=0.75$.

Sementara itu, dari plot antara nilai CR dengan jarak euclidis EM dan GCSM pada Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa titik-titik dalam plot tersebut, baik EM maupun GCSM, membentuk suatu pola yang berupa garis diagonal dari kiri bawah ke kanan atas. Hal ini

mengindikasikan adanya hubungan yang positif antara CR dengan jarak euclidis EM dan GCSM. Untuk memperkuat hal ini, maka dilakukan uji korelasi. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil uji korelasi antara CR dengan jarak euclidis EM dan GCSM

Korelasi	r	p -value
CR dengan jarak euclidis EM	0.908	0.000
CR dengan jarak euclidis GCSM ($\beta = 0.75$)	0.949	0.000
CR dengan jarak euclidis GCSM ($\beta = 1.00$)	0.960	0.000
CR dengan jarak euclidis GCSM ($\beta = 1.25$)	0.967	0.000

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa semua koefisien korelasi (r) bernilai sangat besar (mendekati satu) dan positif dengan nilai p -value kurang dari $\alpha=0.05$. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang erat dan positif antara CR dengan jarak euclidis EM dan jarak euclidis GCSM -untuk semua nilai β . Dengan kata lain, jarak euclidis dari EM maupun GCSM akan cenderung semakin besar dengan semakin besarnya nilai CR dari matriks perbandingan berpasangan yang digunakan. Jika CR merupakan ukuran untuk menyatakan tingkat konsistensi suatu matriks perbandingan berpasangan dan jarak euclidis menunjukkan tingkat keakuratan hasil pendugaan bobot prioritas relatif, maka secara umum dapat juga disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat konsistensi suatu matriks perbandingan berpasangan, maka tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM dan GCSM akan cenderung semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah tingkat konsistensi suatu matriks perbandingan berpasangan, maka tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM dan GCSM juga akan cenderung semakin rendah.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. *Generalized Chi-Square Method* (GCSM) merupakan metode yang lebih baik daripada *Eigenvector Method* (EM) dalam menduga bobot prioritas relatif pada *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ditinjau dari jarak euclidisnya.
2. Semakin tinggi tingkat konsistensi suatu matriks perbandingan berpasangan, maka tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM maupun GCSM cenderung semakin tinggi. Sebaliknya, semakin rendah tingkat konsistensi suatu matriks perbandingan berpasangan, maka tingkat keakuratan bobot prioritas relatif yang dihasilkan oleh EM maupun GCSM juga akan cenderung semakin rendah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka disarankan kepada para pengguna AHP agar sebaiknya menggunakan GCSM, khususnya GCSM ($\beta=1.25$), sebagai alternatif dalam menduga bobot prioritas relatif sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji metode-metode pendugaan bobot prioritas relatif yang lain, seperti *Logarithmic Least Square Method* (LLSM) dan *Singular Value Decomposition Method* (SVDM).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. 1995. *Aljabar Linier Elementer*. Cetakan keenam. Alih Bahasa : Silaban, P. dan Susila, I. N. Erlangga. Bandung.
- Buchara, U.H. 2003. *Analisis Keputusan*. Departemen Teknik Industri ITB. Bandung.
- Jensen, B. 1983. *Comparison of Eigenvector, Least Squares, Chi Square, and Logarithmic Least Squares Methods of Scaling a Reciprocal Matrix, Working Paper 153*. <http://www.trinity.edu/rjensen/127wp/127wp.htm>. tanggal akses 30 Maret 2007.
- Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process. Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill. USA.
- _____. 1991. *Pengambilan Keputusan bagi Para Pemimpin*. Alih Bahasa : Soetiono, L. PT. Dharma Angkasa Perkasa. Jakarta.
- _____. 1993. *Pembuatan Keputusan bagi Para Pemimpin*. Cetakan kedua. Alih Bahasa : Soetiono, L. Gramedia. Jakarta.
- _____. 1994. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. Edisi ke-1*. Universitas Pittsburgh. USA.
- Solimun. 2003. *Structural Equation Modeling LISREL dan AMOS*. Fakultas MIPA Universitas Brawijaya. Malang.
- Walpole, R.E. 1995. *Pengantar Statistika*. Cetakan keenam. Alih Bahasa : Sumantri, B. Gramedia. Jakarta.
- Xu, Z. S. 2000. *Generalized Chi Square Method for the Estimation of Weights*. Journal of Optimization Theory And Applications, Vol. 107, No. 1, 183–192. Plenum Publishing Corporation.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1. Matriks Perbandingan Berpasangan (MPB)

MPB 1 (Data ke-1)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.00	8.00
Elemen 2	0.33	1.00	3.00
Elemen 3	0.13	0.33	1.00

MPB 2 (Data ke-2)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.00	4.00
Elemen 2	0.50	1.00	2.50
Elemen 3	0.25	0.40	1.00

MPB 3 (Data ke-3)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	5.00	9.00
Elemen 2	0.20	1.00	2.50
Elemen 3	0.11	0.40	1.00

MPB 4 (Data ke-4)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.50	6.00
Elemen 2	0.40	1.00	3.50
Elemen 3	0.17	0.29	1.00

MPB 5 (Data ke-5)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	5.00	8.00
Elemen 2	0.20	1.00	2.50
Elemen 3	0.13	0.40	1.00

Lampiran 1. (lanjutan)

MPB 6 (Data ke-6)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.50	7.50
Elemen 2	0.29	1.00	3.50
Elemen 3	0.13	0.29	1.00

MPB 7 (Data ke-7)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.00	7.00
Elemen 2	0.25	1.00	3.00
Elemen 3	0.14	0.33	1.00

MPB 8 (Data ke-8)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.00	5.00
Elemen 2	0.33	1.00	3.00
Elemen 3	0.20	0.33	1.00

MPB 9 (Data ke-9)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.50	7.50
Elemen 2	0.29	1.00	4.00
Elemen 3	0.13	0.25	1.00

MPB 10 (Data ke-10)

X_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.00	7.00
Elemen 2	0.33	1.00	4.50
Elemen 3	0.14	0.22	1.00

Lampiran 2. Proses dan Hasil Pendugaan Bobot Prioritas Relatif dengan *Eigenvector Method* (EM)

Data ke-1

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.00	8.00
Elemen 2	0.33	1.00	3.00
Elemen 3	0.13	0.33	1.00
Jumlah	1.46	4.33	12.00

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.69	0.69	0.67
Elemen 2	0.23	0.23	0.25
Elemen 3	0.09	0.08	0.08

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$\sum_{ij} x_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.6816	2.0468	3.0031	3.0015	0.0008	0.0015
Elemen 2	0.2364	0.7096	3.0011			
Elemen 3	0.0820	0.2460	3.0004			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-2

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.00	4.00
Elemen 2	0.50	1.00	2.50
Elemen 3	0.25	0.40	1.00
Jumlah	1.75	3.40	7.50

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.5714	0.5882	0.5333
Elemen 2	0.2857	0.2941	0.3333
Elemen 3	0.1429	0.1176	0.1333

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$\sum_{ij} x_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.5643	1.6982	3.0093	3.0055	0.0028	0.0053
Elemen 2	0.3044	0.9148	3.0052			
Elemen 3	0.1313	0.3941	3.0021			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-3

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	5.00	9.00
Elemen 2	0.20	1.00	2.50
Elemen 3	0.11	0.40	1.00
Jumlah	1.31	6.40	12.50

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.7627	0.7813	0.7200
Elemen 2	0.1525	0.1563	0.2000
Elemen 3	0.0847	0.0625	0.0800

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$\sum_{ij} x_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.7547	2.2844	3.0271	3.0120	0.0060	0.0116
Elemen 2	0.1696	0.5099	3.0065			
Elemen 3	0.0757	0.2274	3.0025			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-4

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.50	6.00
Elemen 2	0.40	1.00	3.50
Elemen 3	0.17	0.29	1.00
Jumlah	1.57	3.79	10.50

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.6383	0.6604	0.5714
Elemen 2	0.2553	0.2642	0.3333
Elemen 3	0.1064	0.0755	0.0952

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$X_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.6234	1.8882	3.0291	3.0159	0.0079	0.0153
Elemen 2	0.2843	0.8569	3.0144			
Elemen 3	0.0924	0.2775	3.0042			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-5

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	5.00	8.00
Elemen 2	0.20	1.00	2.50
Elemen 3	0.13	0.40	1.00
Jumlah	1.33	6.40	11.50

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.7547	0.7813	0.6957
Elemen 2	0.1509	0.1563	0.2174
Elemen 3	0.0943	0.0625	0.0870

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$\sum_{ij} x_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.7439	2.2683	3.0493	3.0223	0.0111	0.0214
Elemen 2	0.1749	0.5268	3.0127			
Elemen 3	0.0813	0.2442	3.0049			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-6

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.50	7.50
Elemen 2	0.29	1.00	3.50
Elemen 3	0.13	0.29	1.00
Jumlah	1.42	4.79	12.00

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.7047	0.7313	0.6250
Elemen 2	0.2013	0.2090	0.2917
Elemen 3	0.0940	0.0597	0.0833

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$X_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.6870	2.0985	3.0545	3.0269	0.0135	0.0259
Elemen 2	0.2340	0.7068	3.0205			
Elemen 3	0.0790	0.2375	3.0058			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-7

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.00	7.00
Elemen 2	0.25	1.00	3.00
Elemen 3	0.14	0.33	1.00
Jumlah	1.39	5.33	11.00

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.7179	0.7500	0.6364
Elemen 2	0.1795	0.1875	0.2727
Elemen 3	0.1026	0.0625	0.0909

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan Consistency Ratio (CR)

	w_i	$\sum_{ij} x_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.7014	2.1517	3.0675	3.0326	0.0163	0.0313
Elemen 2	0.2132	0.6446	3.0228			
Elemen 3	0.0853	0.2566	3.0075			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-8

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.00	5.00
Elemen 2	0.33	1.00	3.00
Elemen 3	0.20	0.33	1.00
Jumlah	1.53	4.33	9.00

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.6522	0.6923	0.5556
Elemen 2	0.2174	0.2308	0.3333
Elemen 3	0.1304	0.0769	0.1111

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$X_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.6333	1.9456	3.0720	3.0387	0.0194	0.0372
Elemen 2	0.2605	0.7901	3.0330			
Elemen 3	0.1062	0.3197	3.0112			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-9

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.50	7.50
Elemen 2	0.29	1.00	4.00
Elemen 3	0.13	0.25	1.00
Jumlah	1.53	4.33	9.00

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.7047	0.7368	0.6000
Elemen 2	0.2013	0.2105	0.3200
Elemen 3	0.0940	0.0526	0.0800

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$\sum_{ij} x_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.6805	2.1008	3.0871	3.0438	0.0219	0.0421
Elemen 2	0.2440	0.7405	3.0354			
Elemen 3	0.0755	0.2273	3.0088			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data ke-10

Langkah 1. Penjumlahan entri matriks perbandingan berpasangan menurut kolomnya

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.00	7.00
Elemen 2	0.33	1.00	4.50
Elemen 3	0.14	0.22	1.00
Jumlah	1.48	4.22	12.50

Langkah 2. Normalisasi matriks perbandingan berpasangan

	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	0.6774	0.7105	0.5600
Elemen 2	0.2258	0.2368	0.3600
Elemen 3	0.0968	0.0526	0.0800

Langkah 3. Perhitungan bobot prioritas relatif (vektor eigen, w_i) dan *Consistency Ratio* (CR)

	w_i	$X_{ij} \times w_i$	λ	λ_{max}	CI	CR
Elemen 1	0.6493	2.0072	3.0913	3.0485	0.0242	0.0466
Elemen 2	0.2742	0.8348	3.0442			
Elemen 3	0.0765	0.2302	3.0099			

Lampiran 3. Listing Program C++ untuk Menghitung Bobot Prioritas Relatif dengan GCSM

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<math.h>
#include<conio.h>
//#include<ncurses.h>

int ukuran_matriks, whasil;
float a[8][8], alpha, e;
double maxn, T[100], T1k, T2k, x[8][8], w[8][8];
double jml, n[8][8];
double metrik_euclidis;
int i, j, k, p, r, m;
char yt, dbaru;

int main() {
    //initscr();
    clrscr();

    do {
        clrscr();
        metrik_euclidis = 0;
        whasil = 0;

        printf("Data Baru[Y/T]?");
        dbaru = getch();
        if (dbaru == 'y' || dbaru == 'Y') {
            //input ukuran matriks
            printf("\nMasukkan ukuran matriks(n x n, maksimal 8) : ");
            scanf("%d", &ukuran_matriks);

            //inisialisasi semua array dengan nilai 0
            for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++)
                for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++) {
                    a[i][j] = 0.0;
                    n[i][j] = 0.0;
                    x[i][j] = 0.0;
                    w[i][j] = 0.0;
                };
        }
    }
}
```

Lampiran 3. (Lanjutan)

```
//input elemen matriks segi tiga atas
printf("input elemen a[baris][kolom] matriks segi tiga atas \n");
for (i = 0; i < ukuran_matriks - 1; i++)
    for (j = i + 1; j < ukuran_matriks; j++) {
        printf("elemen a[%d][%d] = ", i + 1, j + 1);
        scanf("%e", &a[i][j]);
        a[j][i] = 1 / a[i][j];
    };
printf("\n");

//isi elemen diagonal matriks dengan nilai 1
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) a[i][i] = 1.0;
}

//bersih_layar();
clrscr();
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++)
    for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++) {
        printf("%e ", a[i][j]);
        if (j == ukuran_matriks - 1) printf("\n\n");
    };

//input nilai alpha & e
printf("Masukkan nilai alpha = ");
scanf("%e", &alpha);
printf("nilai alpha = %e\n", alpha);
printf("Masukkan nilai e = ");
scanf("%e", &e);
printf("nilai e = %e\n", e);

//Langkah 1:
hitung  $W_i(k)$ , dalam program  $w[i][k]$ ,  $k = 0$ , bobot prioritas awal

k = 0.0;
printf("k = %d\n", k);
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) {
    jml = 0.0;
        for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++)
            jml = jml + a[j][i];
    w[i][k] = 1 / jml;
}
do {
```

Lampiran 3 (Lanjutan)

```
//Langkah 2
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++)
    for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++)
        n[i][j] = 0.0;
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) {
    for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++) {
        n[i][k] = n[i][k] + ((1 + pow(a[i][j], (alpha * 2))) *
            pow((w[j][k] / w[i][k]), alpha) - (1 + pow(a[j][i],
            (alpha * 2))) * pow((w[i][k] / w[j][k]), alpha));
    }
    //n[i][k] = fabsf(n[i][k]);
    //printf("%ld(w%d)| = %f, ", i + 1, k + 1, n[i][k]);
}
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) {
    if (fabs(n[i][k]) > e) { // apakah ni(w(k)) < e ?

        //langkah 3
        maxn = n[0][k];
        for (p = 0; p < ukuran_matriks; p++) {
            if (n[p][k] >= maxn) {
                maxn = n[p][k];
                m = p;
            }
        };

//2.17
T1k = 0; T2k = 0;
for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++)
    if (j != m)
        T1k = T1k + (1 + pow(a[m][j], alpha * 2)) *
            pow((w[j][k] / w[m][k]), alpha);
for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++)
    if (j != m)
        T2k = T2k + (1 + pow(a[j][m], alpha * 2)) *
            pow((w[m][k] / w[j][k]), alpha);
T[k] = pow((T1k / T2k), (alpha / 2));

//2.18
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) {
    if (i == m)
        x[i][k] = T[k] * w[m][k];
    else
        x[i][k] = w[i][k];
}
}
```

Lampiran 3. (Lanjutan)

```
jml = 0;
for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++)
    jml = jml + x[j][k];

//2.19
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++)
    w[i][k + 1] = x[i][k] / jml;

//langkah 4
k++;
} else if (i == ukuran_matriks - 1) whasil = 1;
}
} while(whasil == 0);
//hasil
printf("\nHasil \n");
jml = 0;
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) {
    printf("w%d(%d) = %f\n", i + 1, k + 1, w[i][k]);
    jml = jml + w[i][k];
}
printf("Jumlah = %f", jml);

//metrik euclidis
for (i = 0; i < ukuran_matriks; i++) {
    for (j = 0; j < ukuran_matriks; j++) {
        metrik_euclidis = metrik_euclidis + pow((a[i][j] - (w[i][k] /
            w[j][k])), 2);
    }
}
metrik_euclidis = pow(metrik_euclidis, 0.5);
printf("\nMetrik euclidis = %f", metrik_euclidis);
//printf("\nW3(k) = %f", w[3][k]);
printf("\nNyoba Lagi[Y/T]?");
yt = getch();
} while(yt == 'y' || yt == 'Y');
//getch();
//endwin();
return 0;
}
```

Lampiran 4. Matriks Perbandingan Berpasangan (MPB) menurut Bobot Prioritas Relatif

Data ke-1

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.88	8.31
Elemen 2	0.35	1.00	2.88
Elemen 3	0.12	0.35	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.86	8.20
Elemen 2	0.35	1.00	2.86
Elemen 3	0.12	0.35	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.86	8.16
Elemen 2	0.35	1.00	2.86
Elemen 3	0.12	0.35	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.85	8.13
Elemen 2	0.35	1.00	2.85
Elemen 3	0.12	0.35	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-2

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	1.85	4.30
Elemen 2	0.54	1.00	2.32
Elemen 3	0.23	0.43	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	1.84	4.25
Elemen 2	0.54	1.00	2.31
Elemen 3	0.24	0.43	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	1.83	4.22
Elemen 2	0.55	1.00	2.31
Elemen 3	0.24	0.43	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	1.81	4.19
Elemen 2	0.55	1.00	2.31
Elemen 3	0.24	0.43	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-3

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.45	9.96
Elemen 2	0.22	1.00	2.24
Elemen 3	0.10	0.45	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.50	9.66
Elemen 2	0.22	1.00	2.15
Elemen 3	0.10	0.47	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.53	9.52
Elemen 2	0.22	1.00	2.10
Elemen 3	0.11	0.48	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.57	9.40
Elemen 2	0.22	1.00	2.06
Elemen 3	0.11	0.49	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-4

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.19	6.75
Elemen 2	0.46	1.00	3.08
Elemen 3	0.15	0.32	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.14	6.59
Elemen 2	0.47	1.00	3.07
Elemen 3	0.15	0.33	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.11	6.50
Elemen 2	0.47	1.00	3.08
Elemen 3	0.15	0.33	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.08	6.42
Elemen 2	0.48	1.00	3.08
Elemen 3	0.16	0.32	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-5

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.25	9.15
Elemen 2	0.24	1.00	2.15
Elemen 3	0.11	0.46	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.35	8.86
Elemen 2	0.23	1.00	2.04
Elemen 3	0.11	0.49	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.39	8.70
Elemen 2	0.23	1.00	1.98
Elemen 3	0.11	0.50	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	4.44	8.56
Elemen 2	0.23	1.00	1.93
Elemen 3	0.12	0.52	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-6

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.94	8.70
Elemen 2	0.34	1.00	2.96
Elemen 3	0.11	0.34	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.90	8.43
Elemen 2	0.34	1.00	2.90
Elemen 3	0.12	0.34	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.88	8.27
Elemen 2	0.35	1.00	2.88
Elemen 3	0.12	0.35	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.85	8.14
Elemen 2	0.35	1.00	2.85
Elemen 3	0.12	0.35	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-7

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.29	8.22
Elemen 2	0.30	1.00	2.50
Elemen 3	0.12	0.40	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.32	7.99
Elemen 2	0.30	1.00	2.41
Elemen 3	0.13	0.42	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.31	7.83
Elemen 2	0.30	1.00	2.36
Elemen 3	0.13	0.42	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	3.32	7.70
Elemen 2	0.30	1.00	2.32
Elemen 3	0.13	0.43	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-8

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.43	5.97
Elemen 2	0.41	1.00	2.45
Elemen 3	0.17	0.41	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.42	5.87
Elemen 2	0.41	1.00	2.42
Elemen 3	0.17	0.41	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.40	5.77
Elemen 2	0.42	1.00	2.40
Elemen 3	0.17	0.42	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.38	5.68
Elemen 2	0.42	1.00	2.38
Elemen 3	0.18	0.42	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-9

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.79	9.01
Elemen 2	0.36	1.00	3.23
Elemen 3	0.11	0.31	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.74	8.73
Elemen 2	0.36	1.00	3.19
Elemen 3	0.11	0.31	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.70	8.55
Elemen 2	0.37	1.00	3.17
Elemen 3	0.12	0.32	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.66	8.39
Elemen 2	0.38	1.00	3.16
Elemen 3	0.12	0.32	1.00

Lampiran 4. (Lanjutan)

Data ke-10

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil EM

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.37	8.49
Elemen 2	0.42	1.00	3.59
Elemen 3	0.12	0.28	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=0.75$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.28	8.25
Elemen 2	0.44	1.00	3.62
Elemen 3	0.12	0.28	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.00$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.22	8.07
Elemen 2	0.45	1.00	3.63
Elemen 3	0.12	0.28	1.00

MPB menurut bobot prioritas relatif hasil GCSM ($\beta=1.25$)

W_{ij}	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3
Elemen 1	1.00	2.16	7.91
Elemen 2	0.46	1.00	3.66
Elemen 3	0.13	0.27	1.00