

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan setiap penelitian diperlukan dasar teori dan argumen yang saling berhubungan dengan konsep-konsep permasalahan penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan menjelaskan tentang beberapa dasar-dasar teori dan argumen yang dapat mendukung penelitian ini.

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain :

1. Wulandari (2013) menggambarkan perencanaan strategi dilakukan agar organisasi dapat melihat secara objektif kondisi-kondisi internal dan eksternal sehingga organisasi dapat mengantisipasi perubahan lingkungan eksternal. Metode *Fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)* digunakan untuk pengambilan keputusan dalam proses perencanaan strategi bisnis perusahaan berdasarkan hasil analisis internal dan eksternal organisasi. Perencanaan strategi diawali dengan pengenalan organisasi guna mengetahui visi dan misi organisasi yang akan menghasilkan gambaran umum lingkungan internal dan lingkungan eksternal. Selanjutnya melakukan analisa SAP (*Strategic Advantage Profile*) untuk menentukan posisi organisasi berdasarkan kekuatan dan kelemahan dari hasil analisa internal organisasi dan melakukan analisa ETOP (*Environmental Threat and Opportunity Profile*) sesuai dengan analisa eksternal organisasi baik peluang dan ancaman. Dengan analisis SWOT untuk merumuskan alternatif strategi yang sesuai dengan posisi organisasi baik internal maupun eksternal. Tahap terakhir adalah pengambilan keputusan strategi menggunakan FQSPM (*Fuzzy Quantitative Strategic Planning Matrix*) untuk menentukan dan memilih strategi terbaik dari sejumlah alternatif strategi yang diberikan dengan kriteria tertentu menggunakan FTOPSIS (*Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*). Hasil penentuan strategi terpilih dengan *Fuzzy TOPSIS* untuk perusahaan mebel adalah peningkatan *intelligent marketing* dan promosi produk melalui pameran luar negeri dan dalam negeri, media cetak dan elektronik.
2. Sabiq (2013) mengembangkan suatu metode pengambilan keputusan dengan menggunakan *Fuzzy AHP* untuk menentukan bobot dari kriteria yang ditentukan,

yaitu dukungan terhadap *hardware*, layanan, *update*, *repository*, aplikasi dan komunitas serta menggunakan *Fuzzy TOPSIS* untuk menentukan peringkat dari alternatif distro Linux yang akan dipilih. Pada paper ini dijelaskan urutan metode eksperimen yang dilakukan untuk menentukan peringkat dari beberapa distribusi Sistem Operasi Linux yang dijadikan alternatif untuk dipilih.

- Buyukozkan (2011) membahas tentang manajemen GSC (GSCM) dan dimensi kemampuan GSCM untuk mengusulkan kerangka evaluasi untuk *green supplier*. Namun, sifat dari pemilihan supplier merupakan masalah multi kriteria yang kompleks yang didalamnya termasuk faktor kuantitatif dan kualitatif yang mungkin ada dalam konflik dan mungkin juga tidak pasti. Mengidentifikasi komponen yang terintegrasi dalam sebuah DEMATEL (*hybrid fuzzy making trial dan evaluation laboratory model*), ANP (*The analytical network process*), dan TOPSIS (*Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution*) dalam konteks *fuzzy*. Studi kasus diusulkan untuk evaluasi *green supplier* di sebuah perusahaan tertentu yaitu Ford Otosan.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

PENELITI	OBJEK	METODE	HASIL
Wulandari (2013)	Perusahaan mebel	Metode FQSPM (<i>Fuzzy Quantitative Strategic Planning Matrix</i>) dan Metode <i>Fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)</i>	Metode <i>Fuzzy TOPSIS</i> dapat digunakan pada proses perencanaan strategi bisnis yang dapat membantu para pembuat keputusan strategi bisnis perusahaan untuk melakukan proses formulasi strategi dan proses penentuan strategi utama yang harus diterapkan pada perusahaan.
Sabiq (2013)	Sistem operasi Linux	Metode <i>Fuzzy AHP</i> dan <i>Fuzzy TOPSIS</i>	Pada penelitian ini telah dibangun sebuah sistem untuk memilih distro linux dengan menggunakan metode <i>Fuzzy AHP</i> dan <i>Fuzzy TOPSIS</i> . Metode <i>Fuzzy AHP</i> digunakan untuk menentukan bobot

PENELITI	OBJEK	METODE	HASIL
			<p>setiap kriteria berdasarkan perbandingan antar masing-masing kriteria yang ada menggunakan bilangan Triangular Fuzzy, sedangkan metode Fuzzy TOPSIS digunakan untuk menentukan peringkat distro linux yang menjadi alternatif berdasarkan nilai bobot yang dihasilkan dari metode Fuzzy AHP dan penilaian terhadap setiap kriteria pada masing-masing alternatif distro linux yang direpresentasikan dengan bilangan Triangular Fuzzy.</p>
Buyukozkan (2011)	Perusahaan Ford Otosan	metode ANP (<i>Analytic Network Process</i>) dan TOPSIS dalam konteks <i>fuzzy</i>	mendapatkan hasil evaluasi green supplier yang sudah ada dan dapat menemukan alternatif green supplier terbaik yang dapat digunakan oleh perusahaan.
Penelitian ini	PT Mermaid Textile Indonesia Mojokerto	Metode ANP (<i>Analytical Network Process</i>) dan <i>Fuzzy TOPSIS</i>	Pemilihan strategi pemasaran terbaik bagi perusahaan untuk dapat meningkatkan pangsa pasar bagi perusahaan dengan menggunakan metode ANP untuk menentukan bobot setiap kriteria yang ada dan menggunakan metode <i>Fuzzy TOPSIS</i> strategi pemasaran terbaik berdasarkan nilai bobot yang dihasilkan dari metode ANP.

2.2 Strategi Pemasaran

Pada dasarnya strategi pemasaran tidak memiliki standar baku jenis strategi yang diterapkan. Strategi pemasaran biasanya beragam dan terkadang bersifat *hybrid* (campuran dari beberapa metode dasar). Strategi yang dibentuk harus berdasarkan kriteria yang disyaratkan, sesuai dengan konstrain yang ada, mengandung apa yang dibutuhkan perusahaan dan tidak lepas dari visi misi perusahaan. Maka dari itu, strategi pemasaran tidak dibentuk hanya satu jenis tetapi biasanya para tim di bidang *marketing* mempertimbangkan beberapa alternatif untuk dipilih. Berdasarkan sumber yang didapatkan, kriteria strategi pemasaran secara umum dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Kriteria Strategi Pemasaran

Kriteria	Atribut Evaluasi
<i>Management capabilities</i>	Kondisi keuangan, sumber daya manusia yang efektif, teknologi manajemen operasi dan layanan manajemen
<i>Customer linking capabilities</i>	Tingkat layanan pelanggan,, hubungan dengan pelanggan target utama, memahami kebutuhan pelanggan dan requirements, menciptakan hubungan dengan pelanggan, dan memelihara dan meningkatkan hubungan dengan pelanggan.
<i>Market inovatoin capabilities</i>	Kemampuan untuk meluncurkan produk baru dan layanan dan proses pengembangan produk dan layanan baru yang efektif.
<i>Human resource asset</i>	Tingkat kepuasan kerja karyawan dan tingkat retensi karyawan
<i>Reputation assets</i>	Perusahaan atau merek atau reputasi dan kredibilitas dengan pelanggan.

Sumber : cheng-shiung Wu, 2009

Salah satu metode dasar pemasaran adalah metode “*Marketing Mix*”. *Marketing Mix* pertama kali diperkenalkan oleh Neil Borden pada tahun 1950-an. Metode ini terkenal dengan teori 4P-nya yaitu ,

- *Product* (produk)
- *Price* (harga)

- *Place* (tempat, termasuk juga distribusi)
- *Promotion* (promosi)

Karena pemasaran bukanlah ilmu pasti seperti keuangan, teori bauran pemasaran juga terus berkembang. Dalam perkembangannya, dikenal juga istilah 7P dimana 3P yang selanjutnya adalah *people* (orang), *physical evidence* (bukti fisik), dan *process* (proses). Penggunaan *marketing mix* 7P ini dinilai lebih kompleks dalam penetapan strategi pemasaran bagi perusahaan.



Gambar 2.1 Komponen 7P dalam *Marketing Mix*
Sumber: Kar, 2013

1. **Product** – Menentukan, merencanakan, dan merancang produk atau jasa yang akan dipasarkan merupakan tahapan awal dalam suatu usaha. Produk merupakan inti dari sebuah penawaran, jika produk rusak maka akan berpengaruh terhadap yang lain. Ide untuk produk bisa didapatkan dari beberapa sumber. Cara yang cukup mudah untuk memilih suatu produk atau jasa yang akan menjadi objek dari aktifitas utama perusahaan adalah dengan melakukan *benchmarking* dengan produk sejenis seperti yang ingin dijual. Hal-hal yang diperlukan dengan melakukan *benchmarking* tersebut adalah untuk mengetahui posisi produk kita dengan mengetahui kelebihan dan kekurangan dari produk tersebut. Dengan dilakukannya *benchmarking*, maka

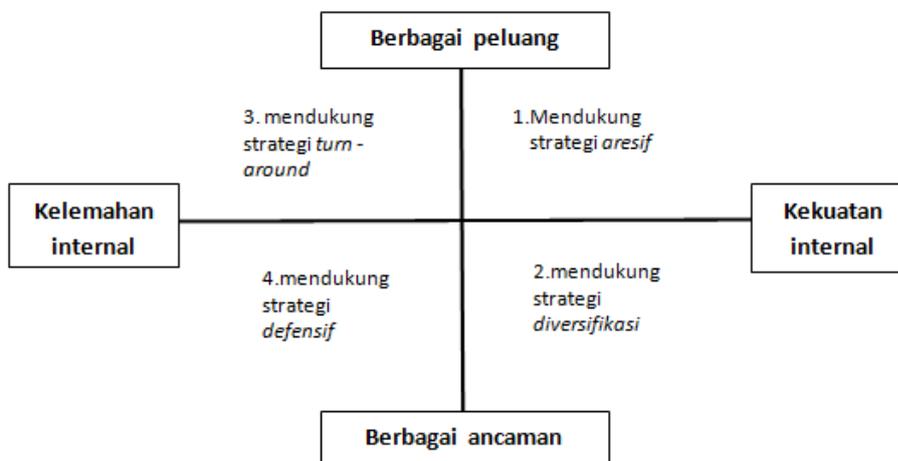
dapat diketahui prospek pasar atas produk macam mana yang diharapkan oleh target pasar.

2. **Price** – Penentuan harga dilakukan dengan sangat hati-hati karena harga yang ditetapkan harus bisa diterima oleh pasar. Cara yang umum digunakan adalah dengan menggunakan patokan hitungan biaya produk tersebut dari awal disiapkan hingga siap jual atau HPP (Harga Poko Penjualan). Setiap produk memiliki berbagai komponen biaya sendiri, dari awal produksi hingga produk tersebut dipajang di rak-rak *display* penjualan. Selain itu diperlukan juga penambahan *margin* tertentu ke biaya produk seperti presentase keuntungan. Dengan metode seperti itu memiliki kelemahan sendiri. Produk akan mengalami krisis keunikan (*uniqueness*) dimana keunikan yang memiliki daya pembeda produk dari saingannya luput dipertimbangkan. Keunikan justru mampu membantu produk agar memiliki harga premium di pasar.
3. **Place** – Penentuan mengenai dimana produk yang ditawarkan mudah ditemukan oleh target pasar yang dituju merupakan hal yang sangat penting. Pada beberapa jenis usaha, penempatan dimana produk atau jasa kita akan ditawarkan sebaiknya sangat diperhatikan oleh pengusaha, karena bisa jadi pemilihan lokasi tempat usaha yang buruk dapat berakibat langsung kepada kegagalan dari usaha yang dijalankan.
4. **Promotion** – Aspek penting lainnya adalah mengenai promosi dari produk. Bagaimana suatu produk akan dikenalkan ke pasar agar pelanggan tergerak untuk membelinya. Salah satu cara berpromosi efektif adalah dengan beriklan. Iklan dilakukan dengan mempertimbangkan efektifitas dan efisiensi-nya. Untuk memanfaatkan efektifitas beriklan sebaiknya dilakukan pemilihan media iklan yang benar-benar cocok dengan karakter target pasar dari produk. Mungkin tidak diperlukan untuk memasang iklan di segala media atau tempat karena belum tentu berpengaruh kepada peningkatan penjualan. Selain itu pemasangan iklan juga berhubungan dengan biaya yang dikeluarkan. Pada tahap-tahap awal memulai bisnis, sebaiknya masalah biaya mendapat perhatian khusus agar tidak menjadi ganjalan dalam operasional usaha. Tentukan juga tujuan dari promosi serta apakah hasil dari promosi sesuai dengan harapan atau masih perlu perbaikan untuk kegiatan promosi berikutnya.
5. **People** – Unsur ‘orang’ merupakan unsur yang penting karena memainkan peranan dalam penyajian jasa sehingga dapat mempengaruhi persepsi konsumen.

6. **Physical Evidence** – Sarana fisik merupakan tampilan paling awal yang dapat membuat konsumen mengambil keputusan atas pembelian ataupun penggunaan produk atau jasa yang dipasarkan. Elemen-elemen dari sarana fisik ini bisa berupa bangunan, interior, eksterior, perlengkapan, dan lainnya.
7. **Process** – Proses merupakan semua aktifitas yang terjadi dalam rangka menjalankan strategi yang ada. Proses berguna untuk pencapaian data, pemberitahuan prosedur, serta mekanisme suatu metode kerja. Jika dilihat dari pihak konsumen, suatu jasa harus bisa berjalan sesuai dengan fungsinya.

2.3 Analisis SWOT

Analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*) adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi perusahaan. Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strength*) dan peluang (*opportunities*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weakness*) dan ancaman (*Threat*). Proses pengambilan keputusan strategis selalu berkaitan dengan pengembangan misi, tujuan, strategi dan kebijakan perusahaan. Dengan demikian perencana strategis (*strategic planner*) harus menganalisis faktor-faktor strategis perusahaan (kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman) dalam kondisi yang ada saat ini. Hal ini disebut analisis situasi dan model yang paling populer untuk analisis situasi adalah analisis SWOT. Analisis SWOT membandingkan antara faktor eksternal peluang dan ancaman dengan faktor internal kekuatan dan kelemahan (Lihat Gambar 2.2) Penelitian menunjukkan bahwa kinerja perusahaan dapat ditentukan oleh kombinasi faktor internal dan eksternal.



Gambar 2.2 Analisis SWOT
Sumber: Rangkuti, 2005.

Kuadran 1:

Ini merupakan situasi yang sangat menguntungkan. Perusahaan tersebut memiliki peluang dan kekuatan sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*Growth oriented strategy*).

Kuadran 2:

Meskipun menghadapi berbagai ancaman, perusahaan ini masih memiliki keekuatan dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi (produk/pasar).

Kuadran 3:

Perusahaan menghadapi peluang pasar yang sangat besar, tetapi dilain pihak ia menghadapi beberapa kendala/kelemahan internal. Fokus strategi ini adalah meminimalkan masalah-masalah internal perusahaan sehingga dapat merebut peluang pasar yang lebih baik.

Kuadran 4:

Ini merupakan situasi yang sangat tidak menguntungkan, perusahaan tersebut menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal.

2.3.1 Matrik TOWS atau Matrik SWOT

Alat yang dipakai untuk menyusun faktor-faktor strategis perusahaan adalah matrik SWOT. Matrik ini dapat menggambarkan secara jelas bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi perusahaan dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimilikinya. Matrik ini dapat menghasilkan empat set kemungkinan alternatif strategis yang dijelaskan dalam tabel 2.3

Tabel 2.3 Matrix SWOT

	STRENGTH (S) Tentukan faktor-faktor kekuatan internal	WEAKNESS (W) Tentukan faktor-faktor kelemahan internal
OPPORTUNITY (O) Tentukan faktor peluang eksternal	Strategi SO Menggunakan semua kekuatan yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang yang ada	Strategi WO Mengatasi semua kelemahan dengan memanfaatkan semua peluang yang ada
THREATS (T) Tentukan faktor ancaman eksternal	Strategi ST Menggunakan semua kekuatan untuk menghindari ancaman	Strategi WT Menekan semua kelemahan dan mencegah semua ancaman

Sumber : Rangkuti, 2005.

2.4 Multi Criteria Decision Making (MCDM)

Tabucanon, (1988) dalam bukunya menyatakan bahwa proses pengambilan keputusan adalah pemilihan suatu alternatif dari berbagai alternatif sehingga menghasilkan pilihan terbaik berdasarkan beberapa kriteria optimasi. Kriteria disini adalah ukuran, aturan dan standar untuk membantu proses pengambilan keputusan. Sebelum melakukan proses pengambilan keputusan, maka himpunan alternatif dan kriteria terlebih dahulu harus ditetapkan.

MCDM menjadi rumit dikarenakan banyaknya kriteria yang terlibat dalam permasalahan. Pada permasalahan yang hanya melibatkan satu kriteria penilaian, proses pemilihan alternatif akan relatif lebih mudah walaupun terdapat banyak alternatif yang harus dipertimbangkan, dengan demikian bisa dikatakan bahwa tingkat kesulitan pengambilan keputusan sensitif terhadap jumlah kriteria yang dipertimbangkan.

Tabucanon, (1988) menyatakan bahwa suatu permasalahan tergolong MCDM jika dan hanya jika setidaknya terdapat dua kriteria yang saling bertentangan dan melibatkan dua solusi alternatif. Kriteria yang saling bertentangan (*conflicting criteria*) berarti kepuasan memilih suatu alternatif berdasarkan suatu kriteria tertentu akan berbeda berdasarkan kriteria yang lain. Sedangkan *nonconflicting criteria* memperlihatkan adanya dominasi yang kuat dari suatu alternatif terhadap alternatif lain yang diperbandingkan.

Dalam optimasi multikriteria, konsep untuk menemukan nilai optimal tidak hanya secara simultan meningkatkan semua tujuan yang saling bertentangan. Konsep optimal diganti dengan *satisfactory solution* (solusi kompromi terbaik), dimana hal tersebut tergantung kepada pengambilan keputusan dalam menentukan tujuannya.

Secara umum ada empat tahapan yang harus dilakukan dalam pencapaian solusi masalah pengambilan keputusan, yaitu :

- Mendefinisikan alternatif yang akan dipertimbangkan dan formulasi permasalahan.
- Menetapkan sudut pandang/kriteria yang akan dijadikan dasar penilaian dan pemodelan preferensi pengambilan keputusan pada tiap-tiap sudut pandang/kriteria tersebut.
- Mensintesis informasi yang ada ke dalam suatu model global untuk mengagregasikan preferensi pengambilan keputusan tersebut.
- Mengaplikasikan suatu prosedur tertentu sesuai tujuan pengambilan keputusan.

2.4.1 Analytic Network Process (ANP)

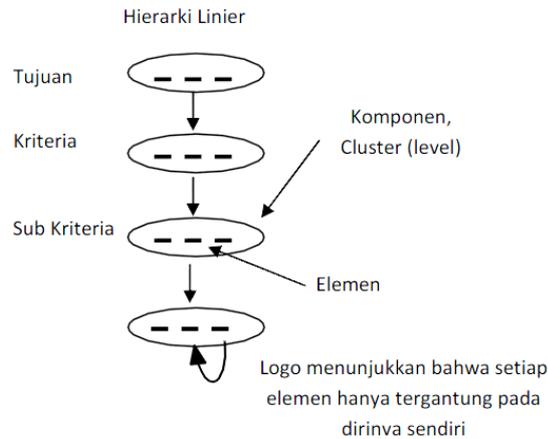
ANP (*Analytic Network Process*) adalah teori matematis yang memungkinkan seorang pengambil keputusan menghadapi faktor-faktor yang saling berhubungan (*dependence*) serta umpan balik (*feedback*) secara sistematis. ANP merupakan satu dari metode pengambilan keputusan berdasarkan banyaknya kriteria atau MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*) yang dikembangkan oleh Thomas L Saaty. Metode ini merupakan pendekatan baru metode kualitatif yang merupakan perkembangan lanjutan dari metode terdahulu yakni AHP (*Analytic Hierarchy Process*) (Tanjung dan Devi, 2013: 214).

Kelebihan ANP dari metode yang lain adalah kemampuannya untuk membantu para pengambil keputusan dalam melakukan pengukuran dan sintesis sejumlah faktor-faktor dalam hirarki atau jaringan. Banyak kelebihan dari metode baru yang diperkenalkan oleh Saaty ini, yang di antaranya adalah kesederhanaan konsep yang ditawarkan. Menurut Saaty (Tanjung dan Devi, 2013: 214) dari kesederhanaan metodenya membuat ANP menjadi metode yang lebih umum dan lebih mudah diaplikasikan untuk studi kualitatif yang beragam, seperti pengambilan keputusan, peramalan (*forecasting*), evaluasi, pemetaan (*mapping*), *strategizing*, alokasi sumber daya dan lain sebagainya.

Pada umumnya penelitian dengan pendekatan kualitatif hanya mendeskripsikan hasil penemuan yang ada dilapangan tanpa melakukan sintesis lebih dalam. Terlebih lagi jika dibandingkan dengan metode AHP, ANP memiliki banyak kelebihan, seperti perbandingan yang dihasilkan lebih objektif, kemampuan prediktif yang lebih akurat, dan hasil yang lebih stabil. ANP lebih bersifat general dari AHP yang digunakan pada *multi-criteria decision analysis*. Struktur AHP merupakan suatu *decision problem* dalam bentuk tingkatan suatu hirarki, sementara ANP menggunakan pendekatan jaringan tanpa harus menetapkan level seperti pada hirarki yang digunakan dalam AHP (Tanjung dan Devi, 2013: 214).

Menurut Saaty ANP digunakan untuk memecahkan masalah yang bergantung pada alternatif-alternatif dan kriteria-kriteria yang ada. Dalam teknik analisisnya, ANP menggunakan perbandingan berpasangan pada alternatif-alternatif dan kriteria proyek. Pada jaringan AHP terdapat level tujuan, kriterian, subkriteria, dan alternatif, dimana masing-masing level memiliki elemen. Sementara itu, level dalam AHP disebut *cluster*

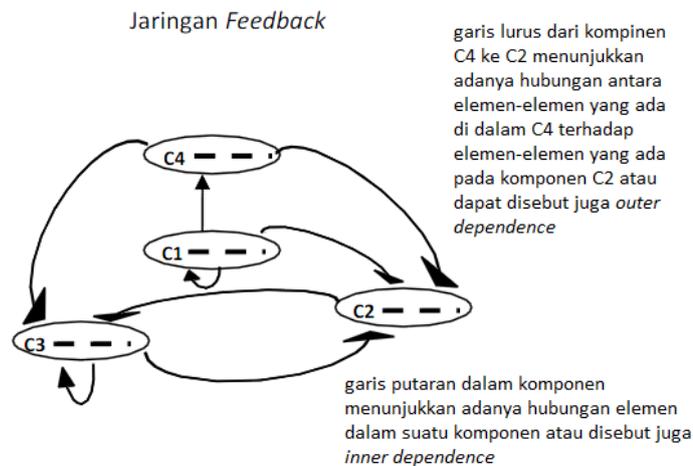
pada jaringan ANP yang dapat memiliki kriteria dan alternatif di dalamnya, yang sekarang disebut simpul.



Gambar 2.3 Jaringan Hirarki
 Sumber: Tanjung dan Devi, 2013

Gambar 2.3 menunjukkan analisa dengan pendekatan jaringan hirarki. Hirarki merupakan alat yang sangat dasar dari pikiran manusia dengan melakukan pengidentifikasian elemen-elemen suatu masalah, lalu elemen-elemen tersebut dikelompokkan dalam bentuk kumpulan-kumpulan (komponen) yang homogen dan dirumuskan dalam bentuk tingkatan yang berbeda. Tidak terdapat aturan baku dalam penyusunan jaringan hirarki, akan tetapi penyusunan jaringan hirarki tetaplah harus disesuaikan dengan situasi keputusan yang diambil (Tanjung dan Devi, 2013: 216).

Selain penggunaan jaringan hirarki, pengambilan keputusan juga dapat dilakukan dengan membuat jaringan *feedback* (jaringan timbal balik). Jaringan ini lebih tepat menggambarkan kondisi masalah penelitian yang sangat kompleks sebagaimana telah diungkapkan di awal. Secara ringkas jaringan *feedback* digambarkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Jaringan Feedback
 Sumber: Saaty dan Vargas, 2006.



Dengan menggunakan jaringan *feedback*, elemen-elemen dapat bergantung atau terikat pada komponen seperti pada jaringan hirarki akan tetapi juga dapat bergantung pada sesama elemen. Lebih jauh lagi, suatu elemen dapat tergantung pada elemen-elemen lain yang ada dalam suatu komponen. Komponen lainnya sebagaimana ditunjukkan pada garis lurus yang menghubungkan antara C_4 ke *cluster* lain (yaitu C_2 dan C_3) disebut *outer dependence*. Sedangkan elemen-elemen yang akan dibandingkan berada pada komponen yang sama, sehingga pada elemen tersebut membentuk hubungan “garis putaran” maka disebut *inner dependence* (Saaty dan Vargas, 2006).

2.4.2 Landasan ANP

ANP merupakan metode dengan pendekatan kualitatif di mana data yang akan dijadikan sebagai bahan analisis tidak tersedia, sehingga penelitian harus mencari data secara primer. Oleh karena itu, ANP memiliki tiga aksioma yang menjadi landasan teorinya. Aksioma atau postulat berfungsi untuk memperkuat suatu pernyataan agar dapat dilihat kebenarannya tanpa perlu adanya bukti. Menurut Tanjung dan Devi, (2013) aksioma-aksioma tersebut diantaranya:

1. Resiprokal.

Jika aktifitas X memiliki tingkat kepentingan 6 kali lebih besar dari aktifitas Y maka aktifitas Y besarnya $1/6$ dari aktifitas X.

2. Homogenitas.

Aksioma ini menyatakan bahwa elemen-elemen yang akan dibandingkan tidak memiliki perbedaan terlalu besar. Jika perbandingan terlalu besar maka akan berdampak pada kesalahan penilaian yang lebih besar. Skala yang digunakan dalam AHP dan ANP berbeda dengan skala yang digunakan pada skala likert umumnya (1 sampai 5). Skala yang digunakan dalam ANP memiliki rentang lebih besar, yaitu 1 sampai 9 bahkan lebih. Berikut skala yang digunakan dalam ANP diringkas pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Skala dalam ANP

Deskripsi	Tingkat Kepentingan	Penjelasan
Amat sangat lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	9	Bukti-bukti yang memihak satu elemen dibandingkan elemen lainnya memiliki bukti yang tingkat kemungkinan afirmasinya tertinggi.
Di antara nilai 7-9	8	Nilai kompromi di antara dua nilai yang berdekatan.

Deskripsi	Tingkat Kepentingan	Penjelasan
Sangat lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	7	Satu elemen sangat lebih dibandingkan elemen lainnya, dan dominan ditunjukkan dalam praktik.
Di antara nilai 5-7	6	Nilai kompromi di antara dua nilai yang berdekatan.
Lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	5	Pengalaman dan penilaian kuat mendukung satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya.
Di antara 3-5	4	Nilai kompromi di antara dua nilai yang berdekatan.
Sedikit lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	3	Pengalaman dan penilaian sedikit mendukung satu elemen dibandingkan elemen yang lain.
Di antara 1-3	2	Nilai kompromi di antara dua nilai yang berdekatan.
Sama besar pengaruh/ tingkat kepentingannya	1	Dua elemen yang dibandingkan memiliki kontribusi kepentingan yang sama terhadap tujuan.

Sumber : Tanjung dan Devi,2013.

- Aksioma yang ketiga adalah setiap elemen dan komponen yang digambarkan dalam jaringan kerangka kerja baik hirarki maupun *feedback*, betul-betul dapat mewakili agar sesuai dengan kondisi yang ada dan hasilnya sesuai pula dengan yang diharapkan.

2.4.3 Prinsip Dasar ANP

Saaty (1994) (Tanjung dan Devi, 2013) membagi prinsip dasar dalam AHP dan ANP menjadi tiga, yakni dekomposisi, penilaian komparasi, dan komposisi hirarki (sintesis). Penjelasan lebih lengkap ketiga prinsip tersebut adalah sebagai berikut:

- Dekomposisi. Masalah-masalah yang dikumpulkan dengan melakukan studi lapangan ketika penelitian sedang berlangsung merupakan masalah yang sangat kompleks. Untuk menstruktur masalah-masalah yang kompleks tersebut perlu didekomposisikan ke dalam suatu jaringan dalam bentuk komponen-komponen, *cluster-cluster*, sub *cluster*, dan alternatif. Mendekomposisikan masalah menjadi dalam bentuk kerangka kerja hirarki atau *feedback* dapat juga dikatakan dengan membuat model dengan pendekatan ANP.
- Penilaian komparasi. Prinsip ini diterapkan untuk melihat perbandingan *pairwise* (pasangan) dari semua jaringan/hubungan/pengaruh yang dibentuk dalam suatu kerangka kerja. Hubungan tersebut dapat berupa hubungan antara elemen-elemen dalam suatu komponen yang berbeda atau hubungan antara satu elemen dengan

elemen yang lainnya dalam komponen yang sama. Semua pasangan perbandingan itu digunakan untuk memperoleh hasil prioritas ‘lokal’ elemen-elemen dalam setiap komponen. Untuk melakukan penilaian komparasi inilah berlaku aksioma resiprokal. Tanjung dan Devi, (2013) menyebutkan bahwa jika terdapat elemen, maka matriks perbandingan komparasi adalah sejumlah $n \times n$. Oleh karena itu, banyaknya penilaian yang diperlukan untuk menyusun matriks tersebut adalah pertanyaan yang digunakan untuk menilai perbandingan pasangan ini berbeda antara pendekatan AHP dan ANP. Dalam AHP seseorang bertanya “Elemen mana yang lebih disukai atau lebih penting?”, sementara dalam ANP seseorang bertanya “Elemen mana yang mempunyai pengaruh lebih besar?”. Untuk memperoleh hasil prioritas ‘lokal’, dari setiap matriks penilaian perbandingan pasangan kemudian dicari nilai eigen vector.

3. Komposisi hirarki atau sintesis. Prinsip ini diterapkan untuk mengalikan prioritas lokal dari elemen-elemen dalam cluster dengan prioritas global dari elemen induk yang akan menghasilkan prioritas global seluruh hirarki dan menjumlahkannya untuk menghasilkan prioritas global untuk elemen level terendah (biasanya merupakan alternatif).

2.4.4 Fungsi Utama ANP

Menurut Tanjung dan Devi, (2013) ada tiga fungsi utama ANP, yaitu:

1. Menstruktur Kompleksitas

Permasalahan yang kompleks jika tidak distruktur dengan baik maka akan sulit dalam menguraikan masalah tersebut. Serumit apapun dan sekompleks apapun masalah yang dihadapi, ANP membantu dalam menstruktur masalah tersebut.

2. Pengukuran dalam Skala Rasio

Pengukuran ke dalam skala rasio ini diperlukan untuk mencerminkan proporsi. Setiap metode dengan struktur hirarki harus menggunakan prioritas skala rasio untuk elemen di atas level terendah dari hirarki. Hal ini penting karena prioritas (bobot) dari elemen di level manapun dari hirarki ditentukan dengan mengalikan prioritas dari elemen induknya. Karena hasil perkalian dari dua pengukuran level interval secara matematis tidak memiliki arti, skala rasio diperlukan untuk perkalian ini. ANP menggunakan skala rasio pada semua level terendah dari hirarki/jaringan, termasuk level terendah (alternatif dalam model pilihan). Skala rasio ini menjadi semakin

penting jika prioritas tidak hanya digunakan untuk aplikasi pilihan, namun untuk aplikasi-aplikasi lain, seperti untuk aplikasi alokasi sumber daya.

3. Sintesis

Sintesis berarti menyatukan semua bagian menjadi satu kesatuan. Karena kompleksitas, situasi keputusan penting, atau prakiraan, atau alokasi sumber daya, sering melibatkan terlalu banyak dimensi bagi manusia untuk dapat melakukan sintesis secara intuitif, kita memerlukan suatu cara untuk melakukan sintesis dari banyak dimensi. Fungsi yang lebih penting lagi dalam ANP adalah kemampuannya untuk membantu pengambil keputusan dalam melakukan pengukuran dan sintesis sejumlah faktor-faktor dalam hirarki atau jaringan.

2.4.5 Konsistensi dalam ANP

Tanjung dan Devi (2013) membagi jenis penilaian konsistensi baik dalam AHP maupun ANP menjadi dua jenis. Pertama, konsistensi diukur berdasarkan objek-objek (elemen) yang akan diperbandingkan. Contoh sederhana adalah buah lengkeng dan kelereng dapat dikelompokkan menjadi satu himpunan yang seragam jika kriteria yang digunakan adalah “bulat”. Akan tetapi, buah lengkeng dan kelereng tidak dapat dijadikan dalam satu kelompok himpunan seragam jika kriteria yang digunakan adalah “rasa”. Karena jelas antara kedua elemen yakni buah lengkeng dan kelereng adalah berbeda dari segi rasa tapi sama dari segi bentuk. Oleh karena itu, seorang peneliti harus mampu mengelompokkan elemen-elemen dalam satu kriteria (komponen) tertentu dan meminimalisir terjadinya ambiguitas agar tidak terdapat kesalahan tafsir oleh pembaca (responden). Kedua, konsistensi juga terdapat ketika akan melakukan perbandingan pasangan. Penilaian perbandingan pasangan akan selalu konsisten jika elemen yang dibandingkan hanya dua. Akan tetapi, akan lebih sulit untuk konsisten jika komponen yang dibandingkan lebih dari dua. Misalnya, jika X enam kali lebih besar daripada Y, Y tiga kali lebih besar daripada Z, maka seharusnya X 18 kali lebih besar daripada Z. Jika X dinilai 10 kali lebih besar daripada Z maka penilaian komparasi perbandingan tersebut akan tidak konsisten sehingga proses penilaian perlu diulangi sampai penilaian yang dihasilkan konsisten.

2.4.6 Bentuk Jaringan dalam ANP

Pada umumnya, ada beberapa jaringan ANP yang telah dikembangkan menjadi lebih variatif. Hal ini dikarenakan ANP tidak dibatasi pada struktur hirarki sebagaimana

AHP, sehingga jaringan yang dibuat dalam ANP pun menjadi lebih beragam. Beberapa bentuk jaringan ANP yang diperkenalkan oleh Tanjung dan Devi (2013) antara lain dapat berbentuk hirarki, holarki, BORCR (*Benefit-Opportunity-Cost-Risk*), dan jaringan secara umum baik dari jaringan yang sederhana sampai jaringan yang lebih kompleks.

1. Jaringan Hirarki

Jaringan hirarki adalah jaringan yang paling umum dan sederhana. Jaringan inilah yang sering digunakan dalam AHP. Secara umum struktur dari hirarki linier berupa komponen-komponen (*cluster*) dan di dalam setiap *cluster* terdapat elemen-elemen. Level tertinggi jaringan hirarki adalah *cluster* tujuan, kemudian *cluster* kriteria (dan sub kriteria jika ada), dan terendah adalah alternatif. Penerapan jaringan ANP bentuk hirarki linier memiliki tiga *cluster*, yaitu *cluster* tujuan, kriteria, dan alternatif. Elemen dapat disebut juga dengan *node*. Setiap *cluster* memiliki *node* masing-masing.

2. Jaringan Holarki

Bentuk jaringan lainnya adalah jaringan holarki. Jaringan ini merupakan bentuk jaringan di mana elemen-elemen dalam suatu *cluster* pada level yang paling tinggi, terikat atau dependen terhadap elemen-elemen dalam *cluster* pada level yang paling rendah. Jaringan ini otomatis membentuk garis hubungan antara *cluster* level terendah dengan *cluster* pada level tertinggi. Perbedaan bentuk jaringan holarki dengan jaringan hirarki terletak pada adanya hubungan *feedback* antara *cluster* alternatif ke cluster faktor utama.

3. Jaringan BORC (*Benefit-Opportunity-Cost-Risk*)

Setiap kriteria-kriteria yang menjadi bahan pertimbangan pengambilan keputusan tentunya memiliki beberapa keuntungan dan ketidakuntungan bagi si pengambil keputusan. Beberapa dari kriteria tersebut bisa jadi sesuatu yang pasti atau bahkan belum pasti terjadinya. Oleh sebab itulah, pada umumnya keuntungan untuk sesuatu yang pasti itu disebut *benefit* (manfaat/keuntungan), sedangkan ketidakuntungannya adalah *cost* (biaya). Sedangkan keuntungan untuk sesuatu yang tidak pasti dikenal dengan *opportunities* (kesempatan) dan ketidakuntungan adalah *risk* (resiko) yang merupakan sesuatu yang belum pasti dan kemungkinan akan dihadapi oleh pengambil keputusan. Pada dasarnya teori ini senada dengan analisis SWOT (*Strenght, Weakness, Opportunity, Treats*).

Bentuk sederhana dari jaringan analisa BORG adalah jaringan pengaruh (*impact network*) sebagaimana bentuk jaringan ANP pada umumnya. Jaringan ini memiliki dua jaringan terpisah secara bagan, di mana untuk pengaruh positif, dan untuk pengaruh negatif. Sebagaimana diketahui bahwa pengaruh positif meliputi sesuatu yang memberikan keuntungan bagi pengambil keputusan yaitu *benefit* (pasti) dan *opportunities* (belum pasti), sedangkan pengaruh negatif meliputi sesuatu yang memberikan ketidakuntungan bagi pengambil keputusan yaitu *cost* (pasti) dan *risk* (belum pasti).

Untuk melakukan analisis *benefit*, *opportunities*, *cost* dan *risk* sebagai analisis strategis, perhitungannya menggunakan metode *pairwise comparison*. Menurut Saaty secara struktural, sebuah keputusan dibagi menjadi tiga bagian, pertama sistem penilaian, kedua sebagai pertimbangan membuat keputusan, dan ketiga hirarki atau jaringan keterkaitan, fakta (objektif) yang membuat sebuah alternatif keputusan lebih diinginkan dibanding yang lainnya. Hasil dari beberapa alternatif yang diprioritaskan, didapatkan tiga hasil, kondisi umum (*standard condition*) B/C, *pessimistic* B/(CxR), dan *realistic* (BxO)/(CxR). Alternatif yang terbaik dipilih dengan nilai *realistic* yang tinggi dan alternatif terpilih tersebut dipertimbangkan sebagai keputusan yang ditentukan dari alternatif lainnya.

4. Jaringan Umum

Bentuk jaringan lainnya dalam ANP dan sangat umum digunakan adalah jaringan umum, di mana tidak memiliki bentuk khusus. Jaringan umum ini dapat berbentuk sederhana bahkan dapat terlihat kompleks asalkan memenuhi syarat ANP yang berlaku dimana terdapat beberapa *cluster* dan *node*, jaringan dependensi, dan jaringan *feedback*.

Jaringan umum menunjukkan bahwa satu *cluster* ke *cluster* lainnya memiliki hubungan dependensi (*inner dependence*) serta dari jaringan *feedback*. Hubungan *inner dependence* menunjukkan bahwa *node* dalam satu *cluster* memiliki hubungan dengan *node* lainnya dalam *cluster* yang sama. Sedangkan jaringan *feedback* menunjukkan bahwa antara satu *cluster* dengan *cluster* lainnya memiliki hubungan yang saling mempengaruhi.

2.4.7 Supermatrix dari Sistem Feedback

Jika diasumsikan suatu sistem memiliki N cluster di mana elemen-elemen dalam setiap cluster saling berinteraksi atau memiliki pengaruh terhadap beberapa atau seluruh cluster yang ada. Jika cluster dinotasikan dengan C_h di mana $h = 1, 2, \dots, N$ dengan elemen sebanyak n_h yang dinotasikan dengan $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hn_h}$. Pengaruh dari satu elemen dalam suatu cluster pada elemen yang lain dalam suatu sistem dapat direpresentasikan melalui vektor prioritas berskala rasio yang diambil dari perbandingan berpasangan. Pengaruh dari elemen terhadap elemen lain dalam suatu jaringan dapat diperlihatkan pada supermatrix berikut:

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_N \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_N \end{matrix} & \begin{bmatrix} e_{11}, e_{21} \dots e_{1n_1} & e_{21}, e_{22} \dots e_{2n_2} & \dots & e_{N1}, e_{N2} \dots e_{Nn_N} \\ \begin{matrix} e_{11} \\ e_{21} \\ \vdots \\ e_{1n_1} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{11} & & & W_{1N} \\ & W_{12} & & \\ & & \dots & \\ & & & \dots & & W_{1N} \end{matrix} \\ \begin{matrix} e_{21} \\ e_{22} \\ \vdots \\ e_{2n_2} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{21} & & & W_{2N} \\ & W_{22} & & \\ & & \dots & \\ & & & \dots & & W_{2N} \end{matrix} \\ \vdots & \vdots \\ \begin{matrix} e_{N1} \\ e_{N2} \\ \vdots \\ e_{Nn_N} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{N1} & & & W_{NN} \\ & W_{N1} & & \\ & & \dots & \\ & & & \dots & & W_{NN} \end{matrix} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2-1)$$

Di mana blok i, j dari matrix ini adalah :

$$W_{ij} = \begin{bmatrix} W_{i1}^{(j_1)} & W_{i1}^{(j_2)} & \dots & W_{i1}^{(j_{n_j})} \\ W_{i2}^{(j_1)} & W_{i2}^{(j_2)} & \dots & W_{i2}^{(j_{n_j})} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{in_i}^{(j_1)} & W_{in_i}^{(j_2)} & \dots & W_{in_i}^{(j_{n_j})} \end{bmatrix} \quad (2-2)$$

Masing-masing kolom dari adalah eigen vector utama dari pengaruh (penting) elemen dalam komponen ke- i dari jaringan pada suatu elemen dalam komponen ke- j . Beberapa masukan (entri) yang menunjukkan nilai nol pada elemen artinya tidak terdapat kepentingan pada elemen tersebut. Jika hal tersebut terjadi maka elemen tersebut tidak digunakan dalam perbandingan berpasangan untuk menurunkan eigen vector (Saaty, 2008: 10).

2.4.8 Tahapan ANP

Saaty menjelaskan tahapan dalam pengambilan keputusan dengan ANP sebagai berikut:

1. Menyusun struktur masalah dan mengembangkan model keterkaitan

Melakukan penentuan sasaran atau tujuan yang diinginkan, menentukan kriteria mengacu pada kriteria kontrol, dan menentukan alternatif pilihan. Jika terdapat elemen-elemen yang memiliki kualitas setara maka dikelompokkan ke dalam suatu komponen yang sama.

2. Membentuk matriks perbandingan berpasangan

ANP mengasumsikan bahwa pengambil keputusan harus membuat perbandingan kepentingan antara seluruh elemen untuk setiap level dalam bentuk berpasangan. Perbandingan tersebut ditransformasi ke dalam bentuk matriks A. Nilai a_{ij} merepresentasikan nilai kepentingan relatif dari elemen pada baris ke-i terhadap elemen pada kolom ke-j. misalnya $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ Jika ada n elemen yang dibandingkan maka matriks perbandingan A didefinisikan sebagai:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2-3)$$

3. Menghitung bobot elemen

Jika perbandingan berpasangan telah lengkap, vektor prioritas w yang disebut sebagai eigenvector dihitung dengan rumus:

$$A \cdot w = \lambda_{maks} \cdot w \quad (2-4)$$

dengan A adalah matriks perbandingan berpasangan dan adalah *eigen value* terbesar dari A. *Eigen vector* merupakan bobot prioritas suatu matriks yang kemudian digunakan dalam penyusunan supermatriks.

4. Menghitung rasio konsistensi

Rasio konsistensi tersebut harus 10 persen atau kurang. Jika nilainya lebih dari 10 persen, maka penilaian data keputusan harus diperbaiki. Dalam prakteknya, konsistensi tersebut tidak mungkin didapat. Pada matriks konsistensi secara praktis,

sedangkan pada matriks tidak setiap variasi dari akan membawa perubahan pada nilai. Deviasi dari n merupakan suatu parameter *Consistency Index* (CI) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (2-5)$$

di mana

CI = *Consistency Index*

λ_{max} = nilai eigen terbesar

n = jumlah elemen yang dibandingkan

Nilai CI tidak akan berarti apabila terdapat standar untuk menyatakan apakah CI menunjukkan matriks yang konsisten. Saaty (2008) memberikan patokan dengan melakukan perbandingan secara acak atas 500 buah sampel. Saaty berpendapat bahwa suatu matriks yang dihasilkan dari perbandingan yang dilakukan secara acak merupakan suatu matriks yang mutlak tidak konsisten. Dari matriks acak tersebut didapatkan juga nilai *Consistency Index*, yang disebut dengan *Random Index* (RI).

Dengan membandingkan CI dan RI maka didapatkan patokan untuk menentukan tingkat konsistensi suatu matriks, yang disebut dengan *Consistency Ratio* (CR), dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2-6)$$

di mana

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Index*

RI = *Random Index*

Nilai RI merupakan nilai random indeks yang dikeluarkan oleh Oarkridge *Laboratory* yang dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Tabel Nilai Random Indeks

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56

Sumber : Marimin,2004.

5. Membuat Supermatriks

Supermatriks merupakan hasil vektor prioritas dari perbandingan berpasangan antar *cluster*, kriteria, dan alternatif. Supermatriks terdiri dari tiga tahap, yaitu Supermatriks Tidak Tertimbang (*Unweighted Supermatrix*), Supermatriks

Tertimbang (*Weighted Supermatrix*), dan Supermatriks Limit (*Limmiting Supermatrix*).

a. Tahap *Unweighted Supermatrix*

Unweighted Supermatrix dibuat berdasarkan perbandingan berpasangan antar *cluster*, kriteria, dan alternatif dengan cara memasukkan vektor prioritas (*eigen vector*) kolom ke dalam matriks yang sesuai dengan selnya.

b. Tahap *Weighted Supermatrix*

Weighted Supermatrix diperoleh dengan cara mengalikan semua elemen pada *unweighted supermatrix* dengan nilai yang terdapat dalam matriks *cluster* yang sesuai sehingga setiap kolom memiliki jumlah satu.

c. Tahap *Limmiting Supermatrix*

Selanjutnya untuk memperoleh *limmiting supermatrix*, *weighted supermatrix* dinaikan bobotnya. Menaikan bobot *weighted supermatrix* dilakukan dengan cara mengalikan supermatriks tersebut dengan dirinya sendiri sampai beberapa kali. Ketika bobot pada setiap kolom memiliki nilai yang sama, maka *limmiting supermatrix* sudah didapatkan.

2.5 *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*

TOPSIS adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang tahun 1981. Menurut Hwang dan Zeleny (Kusumadewi, dkk., 2006), TOPSIS didasarkan pada konsep dimana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, namun juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi ideal negatif terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap atribut (Meliana, 2011).

Konsep ini banyak digunakan pada beberapa model MADM untuk menyelesaikan masalah keputusan secara praktis (Hwang, 1993; Liang, 1999; Yeh, 2000). Hal ini disebabkan konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relative dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana (Kusumadewi, dkk., 2006: 88).

2.5.1 Prosedur TOPSIS

Secara umum, prosedur TOPSIS mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi

TOPSIS membutuhkan rating kinerja setiap alternatif A_i pada setiap kriteria C_j yang ternormalisasi, yaitu:

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m f_{ij}^2}}; \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, m; \text{ dan } j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2-7)$$

2. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot

Solusi ideal positif A^+ dan solusi ideal negatif A^- dapat ditentukan berdasarkan rating bobot ternormalisasi (y_{ij}) sebagai:

$$y_{ij} = w_i r_{ij}; \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, m; \text{ dan } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2-8)$$

Dimana :

y_{ij} = matriks ternormalisasi terbobot

w_i = vektor bobot ke- i

3. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

Solusi ideal positif (A^+) dihitung berdasarkan:

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+); \quad (2-9)$$

Solusi ideal negatif (A^-) dihitung berdasarkan:

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-); \quad (2-10)$$

Dengan

$$y_1^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \min_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases}$$

$$y_1^- = \begin{cases} \min_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut keuntungan} \\ \max_i y_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut biaya} \end{cases}$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

4. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif

Jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j^+ - y_{ij})^2}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2-11)$$

Jarak antara alternatif A_i dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2-12)$$

5. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai:

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2-13)$$

Nilai V_i yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif A_i lebih dipilih.

2.6 Fuzzy

2.6.1 Fuzzy Set

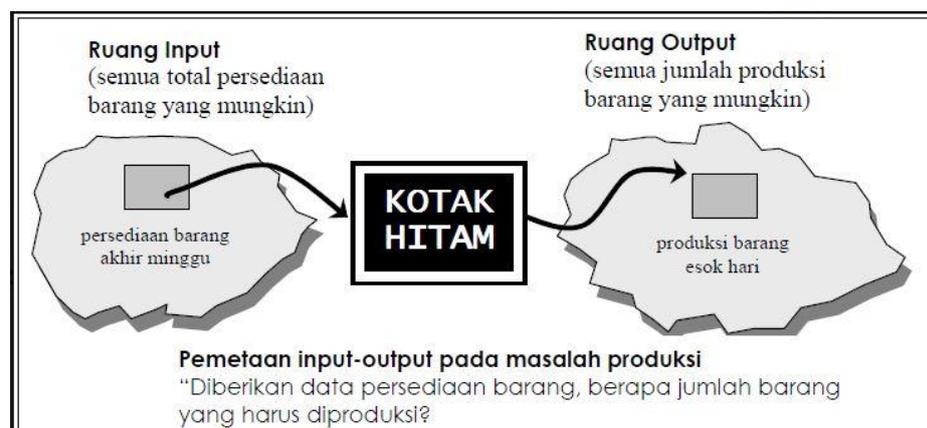
Semua pernyataan dapat dikatakan bersifat *Fuzzy*. *Fuzzy* mempunyai kemampuan menjawab pertanyaan *yes-no* tanpa kata “agak”. Hal seperti ini merupakan cara berpikir manusia sejak dahulu, tetapi hal ini agak baru dalam bidang komputer.

Fuzzy bekerja dengan logika *crisp* yang telah ada. Pada logika *crisp*, jika benar maka mempunyai nilai 1 dan jika salah mempunyai nilai 0, sedang pada logika *Fuzzy* mengizinkan nilai seperti 0,2; 0,75.

Fuzzy system adalah gabungan dari himpunan *fuzzy* yang mendefinisikan variabel *input* dan *output* dengan himpunan *fuzzy rules* yang menghubungkan satu input atau lebih pada sebuah *output fuzzy* (Welstead, Stephen T., 1994).

2.6.2 Fuzzy Logic

Fuzzy logic atau sistem *fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Gambar 2.5 Merupakan salah satu contoh gambar dari pemetaan suatu ruang *input* ke *output*.



Gambar 2.5 Contoh Pemetaan *Input-Output* pada *Fuzzy Logic*
Sumber: *The Math Works, Inc*, 2013.

Ada beberapa hal yang menjadi lingkup dari sistem *fuzzy*, yaitu :

1. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

2. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh:

- Variabel jarak, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : DEKAT, SEDANG dan JAUH.

3. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya. Contoh :

- Semesta pembicaraan untuk variabel umur : $[0 + \infty]$

4. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Contoh :

- MUDA = $[0, 45]$
- PAROBAYA = $[35, 55]$
- TUA = $[45, +\infty]$

2.6.3 Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan-himpunan yang akan dibicarakan pada suatu variabel dalam sistem *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi nilai-nilai yang bersifat tidak pasti. Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item dalam suatu himpunan dapat memiliki dua kemungkinan, yaitu satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan. Sedangkan pada

himpunan *fuzzy* dapat mewakili interpretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu (Sri Ksumadewi, 2004)

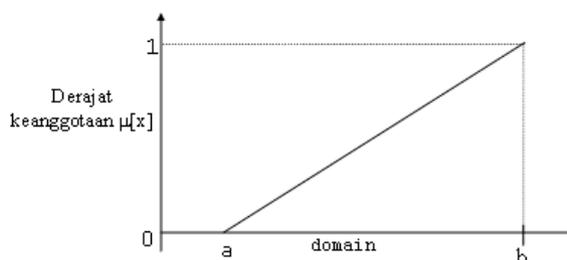
1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : DEKAT, SEDANG, JAUH.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40, 25, 50 dan sebagainya.

2.6.4 Fungsi Keanggotaan (Membership Function)

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan (Sri Kusuma dewi, 2004) :

1) Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* yang linier. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (gambar 2.6) dan kedua adalah kebalikannya.



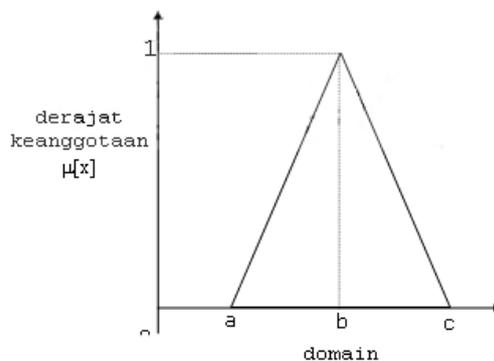
Gambar 2.6 Representasi Linier Naik
Sumber: Kusumadewi, 2004.

Rumus fungsi keanggotaan representasi linier.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2-14)$$

2) Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada gambar 2.7



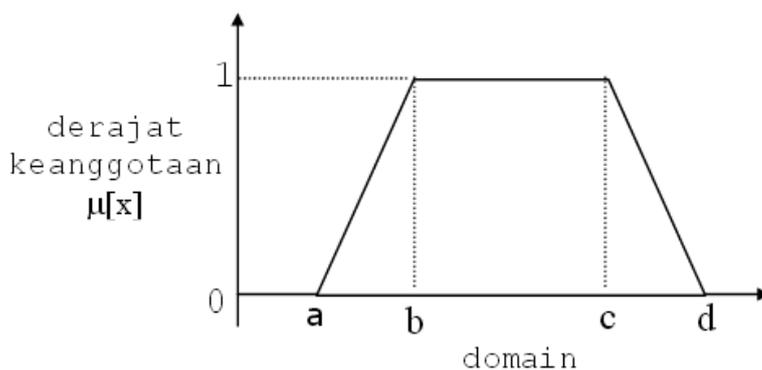
Gambar 2.7 Kurva Segitiga
Sumber: Kusumadewi, 2004.

Rumus fungsi keanggotaan kurva segitiga :

$$\mu[x; a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2-15)$$

3) Representasi Kurva Trapesium

Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (gambar 2.8).



Gambar 2.8 Kurva Trapesium
Sumber: Kusumadewi, 2004.

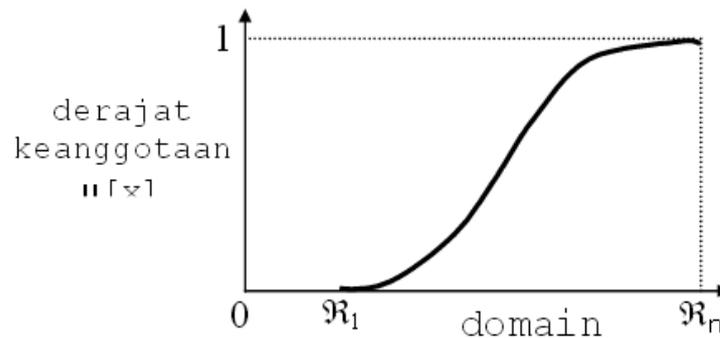
Rumus fungsi keanggotaan kurva trapesium :



$$\mu[x; a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2-16)$$

4) Representasi Kurva-S

Kurva-S hampir sama dengan kurva linear akan tetapi nilai yang tidak pasti berurut naik atau turun melainkan fleksibel (gambar 2.9).



Gambar 2.9 Kurva-S
Sumber: Kusumadewi, 2004.

Rumus fungsi keanggotaan kurva-S:

$$S[x; \alpha, \beta, \gamma] = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \quad (2-17)$$

2.7 Fuzzy TOPSIS

TOPSIS (*Technique Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) adalah metode analisis keputusan dari banyak kriteria yang telah ditetapkan, TOPSIS didasarkan pada konsep bahwa alternatif yang dipilih harus memiliki jarak geometris terpendek dari solusi ideal positif dan jarak geometris terpanjang dari solusi ideal negatif. Metode ini merupakan metode agregasi kompensasi yang membandingkan satu set alternatif dengan mengidentifikasi bobot untuk setiap kriteria, normalisasi skor untuk setiap kriteria dan menghitung jarak geometris antara setiap alternatif dan alternatif yang ideal, yang merupakan nilai terbaik dalam setiap kriteria. Sedangkan untuk *Topsis Fuzzy* merupakan metode pengambilan keputusan yang anggotanya merupakan himpunan bilangan fuzzy. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan TOPSIS adalah sebagai berikut. (Tansel,Y. 2012)

Langkah I :

Menentukan nilai linguistik dengan nilai parameter $(a_1, a_2, a_3,)$ untuk penilaian alternatif terhadap kriteria.

Langkah 2:

Pada prosedur TOPSIS *Fuzzy*, dibuat matriks keputusan dari nilai-nilai karakteristik yang diberikan tim ahli yang selanjutnya dicocokkan untuk diubah ke bilangan *fuzzy*. Matriks perbandingan tersebut terlampir pada Tabel 2.6 yang merupakan matriks keputusan yang memuat \tilde{x}_{mn} dengan $\tilde{x}_{ij}; i = 1, 2, \dots, m$ (strategi ke-i), $j = 1, 2, \dots, n$ (kriteria ke-j)]

Tabel 2.6 Bentuk Umum Matriks Keputusan TOPSIS

	Kriteria 1	Kriteria 2	...	Kriteria ke-j
Alternatif 1	f_{11}	f_{12}	...	f_{1j}
Alternatif 2	f_{21}	f_{22}	...	f_{2j}
...
Alternatif ke-i	f_{i1}	f_{i2}	...	f_{ij}

Sumber: Rahman, 2013

Dimana f_{ij} merupakan nilai karakteristik yang diberikan oleh tim ahli berdasarkan Tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2.7 Nilai-nilai Karakteristik dari Tim Ahli

Sangat rendah	{1, 2}
Rendah	{3, 4}
Sedang	{5, 6}
Tinggi	{7, 8}
Sangat Tinggi	{9, 10}

Sumber: Rahman, 2013

Dari nilai-nilai karakteristik tersebut, akan diubah ke dalam nilai-nilai himpunan *fuzzy*.

$$D = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (2-18)$$

Dengan \tilde{x}_{ij} adalah bilangan *fuzzy*, hal itu diwakili oleh bilangan *fuzzy triangular*; dengan nilai parameter sebagai $\tilde{x}_{ij} = (a_1, a_2, a_3)$ sedangkan untuk pembobotan *fuzzy* dapat didefinisikan oleh w_i .

Jika tim ahli yang memberikan penilaian lebih dari satu, maka perlu dicari rata-rata geometrik dari setiap bilangan *fuzzy triangular* \tilde{D} . Yang secara sistematis ditulis dengan

$$X_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_i^{f_i}} \quad (2-19)$$

Dengan

\bar{X}_g = rata-rata geometrik

n = banyak data (total responen)

X_i = skor yang diberikan atau besar data.

f_i = Jumlah responden yang memilih skor X_i

kemudian dilakukan defuzzifikasi dengan menggunakan metode sugeno yaitu dengan cara mencari nilai rata-ratanya (*weighted average*).

Langkah 3 :

Normalisasi matriks keputusan \tilde{D} dengan menormalisasi setiap elemen \tilde{D} yaitu \tilde{x}_{ij} dengan rumusan sebagai berikut

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n f_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n \quad (2-20)$$

Langkah 4 :

Pembobotan matriks keputusan \tilde{D} ternormalisasi oleh w_j yang dirumuskan sebagai berikut.

$$v_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times w_j \quad (2-21)$$

Langkah 5 :

Menentukan solusi ideal positif, A^* yang terbentuk dari semua nilai performa terbaik dan solusi negatif-ideal, A^- yang terbentuk dari semua nilai performa terburuk pada langkah 3 dan 4. Dengan

$$A^* = v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+ \quad (2-22)$$

$$A^- = v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^- \quad (2-23)$$

$$v_j^+ = \begin{cases} \max v_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut benefit } i \\ \min v_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut cost } i \end{cases}$$

$$v_j^- = \begin{cases} \max v_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut benefit } i \\ \min v_{ij}; & \text{jika } j \text{ adalah atribut cost } i \end{cases}$$

Untuk solusi ideal positif (FPIS, A^*) dan solusi ideal negatif (FPIS, A^-) pada fuzzy trapezoidal memiliki nilai $\tilde{v}_j^- = (0,0,0,0)$ untuk kriteri *benefit* dan memiliki nilai $\tilde{v}_j^* = (0,0,0,0)$ dan $\tilde{v}_j^- = (1,1,1,1)$ untuk kriteria biaya.

Langkah 6 :

Menentukan jarak dari v_{ij} alternatif ke solusi ideal A^* dan kesolusi ideal negative A^- yang dihitung menggunakan persamaan dibawah ini

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad (2-24)$$

$i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$;

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad (2-25)$$

$i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$; $z = 4$

Langkah 7 :

Nilai preferensi V_i dihitung menggunakan persamaan dibawah ini sehingga hasilnya akan dirangking.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (2-26)$$

$0 \leq V_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, m$

