

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang hal-hal yang mengenai landasan teori, konsep-konsep dan acuan yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian. Tinjauan pustaka digunakan untuk pedoman agar pelaksanaan penelitian dapat menjawab tujuan yang ingin dihasilkan dan bersumber pada buku, jurnal, internet dan lainnya.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Susetyo (2009) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengukur dan mengendalikan produktivitas pada tingkat pekerjaan yang dapat digunakan secara relatif mudah dan cepat untuk meningkatkan daya saing organisasi proyek. Tahap pertama adalah merumuskan berbagai variabel yang menentukan produktivitas proyek, serta tahap kedua adalah menyusun sistem untuk mengukur dan mengendalikan produktivitas pekerjaan menggunakan pendekatan logika Fuzzy.
2. Suhartono dan Sami (2010) melakukan penelitian yang bertujuan mempertahankan dan merencanakan target produktivitas di masa yang akan datang menggunakan logika Fuzzy. Logika Fuzzy dapat mengetahui efisiensi dari sumber daya input dalam menghasilkan output dengan melakukan pengukuran produktivitas parsial. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas parsial tenaga kerja adalah ketrampilan, motivasi dan tingkat penghasilan, dan untuk produktivitas parsial bahan baku dipengaruhi oleh kualitas bahan baku dan supply bahan baku yang meliputi pengaturan persediaan, pemanfaatan dan kedatangan bahan baku.
3. Gafur, Mohidin, dan Nurwan melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kriteria-kriteria produktivitas kinerja asisten laboratorium. Metode yang digunakan adalah konsep *Analytical Hierarchy Process*. *Analytical Hierarchy Process* atau lebih dikenal dengan AHP merupakan sebuah formula matematis untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan yang kompleks dan memecahkan persoalan-persoalan yang didapat kedalam bagian-bagiannya, menata bagian atau variabel ini dalam suatu susunan hierarki, memberi nilai numerik (berdasarkan skala Saaty) pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan menetapkan variabel mana

yang memiliki prioritas paling tinggi. Dengan menilai kinerja asisten laboratorium, maka dapat melihat sejauh mana perkembangan pembelajaran dalam jurusan tersebut dan juga dapat meningkatkan kinerja dari para asisten laboratorium.

4. Rouyendegh dan Erkan (2012) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian kandidat untuk pemilihan staf akademik seiring dengan peningkatan perbaikan dalam bidang pendidikan yang memiliki kualitas tinggi. Metode yang digunakan adalah Analytic Hierarchy Process kabur (FAHP) untuk memilih staf akademik yang paling sesuai, di mana lima kandidat bawah sepuluh sub-kriteria yang berbeda dievaluasi dan diprioritaskan.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Objek	Metode	Hasil
Budi Susetyo (2009)	PT X	<i>Fuzzy Logic</i>	Menganalisis variabel-variabel yang mempengaruhi produktivitas proyek. dan mengembangkan suatu sistem yang dapat membantu pengambilan keputusan secara efektif dalam mengendalikan produktivitas proyek
Suhartono dan Achmad Sani (2010)	PT XYZ	<i>Fuzzy Logic</i>	Mengetahui tingkat produktivitas perusahaan dan dapat mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas tersebut.
Nila Novita Gafur, Abdul Djabar Mohidin, dan Nurwan	Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas MIPA, UNG	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	Menganalisis kinerja asisten laboratorium dengan 6 kriteria kinerja dan meningkatkan produktivitas kerja asisten.
Babak Daneshvar Rouyendegh dan Turan Erman Erkan	Staf Akademik Manajemen Sumber Daya Manusia (SDM)	<i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</i>	Mengevaluasi kesesuaian kandidat untuk pemilihan staf akademik seiring dengan peningkatan perbaikan dalam bidang pendidikan yang memiliki kualitas tinggi.
Penelitian ini (2016)	PT Swabina Gatra	<i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</i>	Mengetahui tingkat produktivitas faktor-faktor apa saja yang mempunyai pengaruh paling signifikan terhadap produktivitas perusahaan.

2.2 Produktivitas

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan input, dimana rasio keluaran dihasilkan oleh aktivitas kerja dibagi dengan jam kerja (*man hours*) yang dikontribusikan sebagai sumber masukan dengan rupiah atau unit produksi lainnya sebagai dimensi tolak ukurnya (Wignjosobroto, 2003). Produktivitas berkaitan dengan efisiensi penggunaan *input* dalam memproduksi *output* baik barang maupun jasa (Gaspersz, 2000). Produktivitas dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (2-1)$$

Sumber: Gaspersz, 2000

Untuk menghasilkan suatu produk berbentuk barang atau jasa, terlebih dahulu harus menyediakan sarana serta sumber daya. Dengan sarana dan sumber daya tersebut, maka proses dapat berlangsung sedemikian rupa, sehingga mencapai hasil seperti diharapkan. Uraian tersebut dapat dipersingkat dengan sebuah model bergaya sistem sebagai berikut:



Gambar 2.1 Model produktivitas
Sumber: Wignjosoebroto, 2003

Tolak ukur yang memperlihatkan produktivitas akan meningkat apabila:

1. Volume/kuantitas keluaran bertambah besar, tanpa menambah jumlah masukan.
2. Volume/kuantitas keluaran tidak bertambah, akan tetapi masukannya berkurang.
3. Volume/kuantitas keluaran bertambah besar sedangkan jumlah masukan juga berkurang.
4. Jumlah masukan bertambah, asalkan volume/ kuantitas keluaran bertambah.

2.3 Konsep Produktivitas

Konsep produktivitas atau pengukuran produktivitas yaitu suatu ukuran yang menunjukkan kemampuan yang dimiliki oleh sebuah perusahaan untuk mengubah *input* menjadi *output* yang bernilai tambah.

2.3.1 Produktivitas Parsial

Produktivitas parsial merupakan perbandingan antara *output* dengan satu jenis *input* atau *input* persatuan waktu, seperti upah tenaga kerja, *capital*, bahan, energi, dan lain-lain. (Anonymous, 2003)

$$\text{Human Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Human Input}} \quad (2-2)$$

$$\text{Material Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Material Input}} \quad (2-3)$$

$$\text{Capital Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Capital Input}} \quad (2-4)$$

$$\text{Energy Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Energy Input}} \quad (2-5)$$

Sumber: Gaspersz, 2000

2.3.2 Produktivitas Total

Produktivitas total adalah perbandingan antara keluaran dengan jumlah seluruh faktor masukannya. Jadi pengukuran produktivitas total mencerminkan pengaruh bersama seluruh masukan dalam menghasilkan keluaran.

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \quad (2-6)$$

Sumber: Gaspersz, 2000

2.3.3 Produktivitas Total Faktor

Produktivitas total faktor adalah perbandingan antara keluaran dan bersih dengan masukan tenaga kerja dan masukan *capital* dimana keluaran bersih adalah total akurasi jumlah barang dan jasa yang dibeli.

$$\text{Total Factor Productivity} = \frac{\text{Net Output}}{(\text{Labor} + \text{Capital})\text{Input}} \quad (2-7)$$

Sumber: Gaspersz, 2000

2.4 Komponen Produktivitas

Menurut Hadari dan Nawawi (1990), terdapat beberapa komponen yang berhubungan dengan tingkat produktivitas. Komponen-komponen tersebut antara lain:

1. Produktivitas tanah, penggunaan tanah dapat dinilai produktif apabila di atasnya diselenggarakan suatu kegiatan atau usaha yang memberikan hasil atau manfaat tertinggi yang tidak dapat dicapai oleh kegiatan atau usaha lain di atas tanah tersebut.
2. Produktivitas bahan baku, penggunaan bahan baku untuk menghasilkan sesuatu secara tepat dan hemat akan meningkatkan produktivitas. Sebaliknya, bahan baku yang penggunaannya tidak tepat atau tidak hemat akan berakibat pada menurunnya produktivitas.
3. Produktivitas mesin atau alat, mesin dan alat yang dipergunakan harus dipilih yang dapat menghasilkan sesuatu yang jumlah dan mutunya maksimal. Di samping itu harus diupayakan juga agar mesin yang dipergunakan tidak sulit menjalankannya dan tidak mudah rusak serta tidak sulit memperbaikinya.
4. Produktivitas manusia, produktivitas manusia satu sisi tergantung atas keterampilan dan keahlian dalam melaksanakan suatu pekerjaan, personel yang terampil dan berkeahlian di dalam bidang yang dikerjakannya cenderung lebih produktif daripada yang tidak atau kurang ahli dalam bidang kerja yang sama.

Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pusat dari segala produktivitas adalah manusia karena manusialah yang dapat mengatur kelima sumber produktivitas berupa pikiran, tenaga jasmani, waktu, ruangan, dan material/bahan baku. Disamping itu, manusia jugalah yang dapat memilih penggunaan tanah, bahan baku, dan mesin serta alat dalam bekerja.

2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

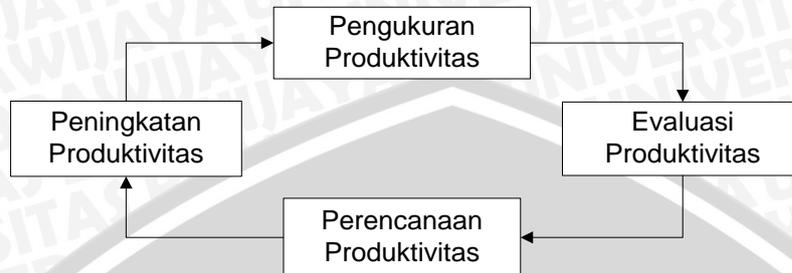
Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya produktivitas, diantaranya adalah (Anonymous, 2008):

1. Kemampuan, adalah kecakapan yang dimiliki berdasarkan pengetahuan, lingkungan kerja yang menyenangkan akan menambah kemampuan tenaga kerja.
2. Sikap, sesuatu yang menyangkut perangai tenaga kerja yang banyak dihubungkan dengan moral dan semangat kerja.
3. Situasi dan keadaan lingkungan, faktor ini menyangkut fasilitas dan keadaan dimana semua karyawan dapat bekerja dengan tenang serta sistem kompensasi yang ada.
4. Motivasi, setiap tenaga kerja perlu diberikan motivasi dalam usaha meningkatkan produktivitas. Upah atau gaji minimum yang tidak sesuai dengan peraturan pemerintah dapat menyebabkan penurunan produktivitas kerja.
5. Tingkat pendidikan, latar belakang pendidikan dan latihan dari tenaga kerja yang mempengaruhi produktivitas, karenanya perlu diadakan peningkatan pendidikan dan latihan bagi tenaga kerja.
6. Perjanjian kerja, merupakan alat yang menjamin hak dan kewajiban karyawan. Sebaiknya ada unsur-unsur peningkatan produktivitas kerja.
7. Penerapan teknologi, kemajuan teknologi sangat mempengaruhi produktivitas, karena itu penerapan teknologi harus berorientasi mempertahankan produktivitas.
8. Keselamatan dan kesehatan kerja juga tidak dapat diabaikan dalam meningkatkan produktivitas sebab K3 dalam suatu perusahaan akan memegang peran penting dalam kinerja karyawan dan tentunya akan mempengaruhi produktivitas perusahaan.

2.6 Siklus Produktivitas

Sumanth memperkenalkan suatu model daur produktivitas yang disebut sebagai siklus 'MEPI'. Pada dasarnya konsep siklus produktivitas terdiri dari empat tahap utama untuk dipergunakan dalam peningkatan produktivitas terus-menerus (Sumanth, 1988), yaitu:

1. Pengukuran produktivitas
2. Evaluasi Produktivitas
3. Perencanaan Produktivitas
4. Peningkatan Produktivitas



Gambar 2.2 Siklus produktivitas
Sumber: Gaspersz. 2004

Dari gambar diatas tampak bahwa siklus produktivitas merupakan suatu proses yang *continue*, yang melibatkan aspek-aspek pengukuran, evaluasi, perencanaan, dan peningkatan produktivitas. Berdasarkan siklus diatas, apabila produktivitas dari sistem industri telah dapat diukur, langkah berikut adalah mengevaluasi tingkat produktivitas aktual untuk diperbandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan. Kesenjangan yang terjadi antara produktivitas aktual dan rencana merupakan masalah produktivitas yang harus dievaluasi dan dicari akar penyebab yang menimbulkan kesenjangan produktivitas itu. Berdasarkan evaluasi ini, selanjutnya dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Untuk mencapai target produktivita yang telah direncanakan berbagai program formal dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas terus-menerus.

Siklus produktivitas itu diulang kembali secara terus-menerus untuk mencapai peningkatan produktivitas dalam sistem industri. Faktor penting yang menyebabkan naik turunnya tingkat produktivitas adalah pihak manajemen, karena pihak manajemen terutama berpengaruh dalam proses perencanaan dan penjadwalan, pengaturan beban kerja, kejelasan instruksi kerja dan evaluasi, serta dalam menumbuhkan motivasi kerja dan loyalitas perkerja terhadap institusi.

2.7 Metode *Analytical Hierarchy Process*

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan oleh Prof. Thomas Lorie Saaty dari Wharton School untuk mencari rangking atau urutan prioritas dari berbagai alternatif dalam pemecahan suatu permasalahan. Menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur

multi dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya kebawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan kedalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis. AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut:

1. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan *output* analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

2.8 Kelebihan *Analytical Hierarchy Process*

Layaknya sebuah metode analisis, *Analytical Hierarchy Process* memiliki kelebihan dan kekurangan dalam sistem analisisnya. Kelebihan-kelebihan dari *Analytical Hierarchy Process* adalah sebagai berikut.

1. Kesatuan (*Unity*)
AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
2. Kompleksitas (*Complexity*)
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.
3. Saling ketergantungan (*Inter Dependence*)
AHP dapat digunakan pada elemen-elemen sistem yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.
4. Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)
AHP mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen yang serupa.
5. Pengukuran (*Measurement*)
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
6. Konsistensi (*Consistency*)
AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas.
7. Sistesis (*Synthesis*)

AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.

8. *Trade Off*

AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.

9. Penilaian dan Konsensus (*Judgement and Consensus*)

AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus, tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.

10. Pengulangan Proses (*Process Repetition*)

AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

2.9 Kekurangan *Analytical Hierarchy Process*

Kekurangan dari *Analytical Hierarchy Process* adalah sebagai berikut.

1. Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli selain itu juga model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.
2. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

2.10 Tahapan-tahapan dalam AHP

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani, 1998):

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan nilai yang diinginkan.

Dalam tahap ini kita ditentukan masalah yang akan dipecahkan secara jelas, detail, dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada dicoba menentukan solusi yang mungkin sesuai bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah mungkin berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya kita kembangkan lebih lanjut dalam tahap berikutnya.

2. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama.

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas akan disusun level hierarki yang berada dibawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kriteria

mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Hierarki dilanjutkan dengan subkriteria (jika mungkin diperlukan).

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

Matriks yang digunakan bersifat sederhana, memiliki kedudukan kuat untuk kerangka konsistensi, mendapatkan informasi lain yang mungkin dibutuhkan dengan semua perbandingan yang mungkin dan mampu menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan. Pendekatan dengan matriks mencerminkan aspek ganda dalam prioritas yaitu mendominasi dan didominasi. Perbandingan dilakukan berdasarkan *judgement* dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dipilih sebuah kriteria dari level paling atas hirarki misalnya K dan kemudian dari level dibawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya E1, E2, E3, E4, E5.

4. Mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Hasil perbandingan dari masing-masing elemen akan berupa angka 1 sampai 9 yang menunjukkan perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen. Apabila suatu elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri maka hasil perbandingan diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti dapat diterima dan bisa membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan tersebut diisikan pada sel yang bersesuaian dengan elemen yang dibandingkan. Tabel 2.2 menunjukkan skala perbandingan berpasangan dan maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty.

Tabel 2.2 Intensitas Kepentingan

Tingkat Kepentingan	Deskripsi	Keterangan
9	Amat sangat lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai mutlak lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
8	Diantara nilai 7-9	Nilai yang berada diantara skala-skala 7-9
7	Sangat lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai sangat lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
6	Diantara 5-7	Nilai yang berada diantara skala-skala 5-7
5	Lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
4	Diantara 3-5	Nilai yang berada diantara skala-skala 3-5
3	Sedikit lebih besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai sedikit lebih berpengaruh dibandingkan kriteria/subkriteria lainnya
2	Diantara 1-3	Nilai yang berada diantara skala-skala 1-3
1	Sama besar pengaruh/tingkat kepentingannya	Satu kriteria/subkriteria dinilai berpengaruh sama terhadap tujuan

Sumber: Saaty (2001)

5. Menghitung rata-rata geometris

Bila pengambil keputusan lebih dari satu orang maka dilakukan perhitungan yang dinamakan rata-rata geometris. Rataan geometris digunakan untuk mendapatkan hasil tunggal dari beberapa responden.

$$\text{Rataan} = R_1^{w_1} * R_2^{w_2} * \dots * R_n^{w_n} \quad (2-8)$$

Hasil yang diperoleh dari para pengambil keputusan selanjutnya diambil nilai geometrisnya sebagai nilai bobot yang digunakan.

6. Menghitung matriks normalisasi

Matriks normalisasi dihitung dengan membagi nilai dalam setiap elemen didalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom. Langkah-langkah dalam menghitung matriks normalisasi adalah:

a. Melakukan penjumlahan bobot di setiap kolom j , dilambangkan dengan S_{ij} .

$$S_{ij} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (2-9)$$

b. Membagi nilai setiap kolom dengan total nilai kolomnya, dilambangkan dengan V_{ij} .

$$V_{ij} = \frac{a_{ij}}{s_{ij}}, \quad ij = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2-10)$$

c. Menghitung vektor prioritas relatif dari setiap kriteria dengan merata-ratakan bobot yang sudah dinormalisasi dengan baris ke- i , dilambangkan dengan P_i .

$$P_i = \sum_{i=1}^n Q_i / n \quad (2-11)$$

7. Menghitung *eigen vector*

Nilai *eigen vector* dihasilkan dari perkalian antara matriks perbandingan berpasangan subkriteria dengan bobot parsial subkriteria.

8. Melakukan pengujian/perhitungan konsistensi logis (CI)

Konsistensi data ditentukan dari indeks konsistensi (CI). Persamaan yang digunakan untuk menghitung CI adalah:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (2-12)$$

9. Menguji konsistensi dengan menggunakan persamaan $CR = CI/RI$, dimana RI adalah indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi $< 0,1$ maka hasil perhitungan dapat dibenarkan. Tabel 2.3 menunjukkan nilai indeks random dalam AHP.

Tabel 2.3 Nilai Indeks Random

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

2.11 Fuzzy

Teori himpunan *fuzzy* merupakan kerangka sistematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial. Ketidakjelasan juga dapat digunakan untuk mendeskripsikan sesuatu yang berhubungan dengan ketidakpastian yang diberikan dalam bentuk informasi linguistik atau intuisi (Setiawan, 2004).

Sebagai contoh, untuk menyatakan kualitas suatu data dapat dikatakan “baik”, atau derajat kepentingan seorang pengambil keputusan dikatakan “sangat penting”. Ada beberapa alasan digunakan logika *fuzzy* (Setiawan, 2004):

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.

2.11.1 Algoritma Fuzzy AHP

Prosedur perhitungan *fuzzy* AHP dapat dirangkum sebagai berikut (Hetharia, 2009):

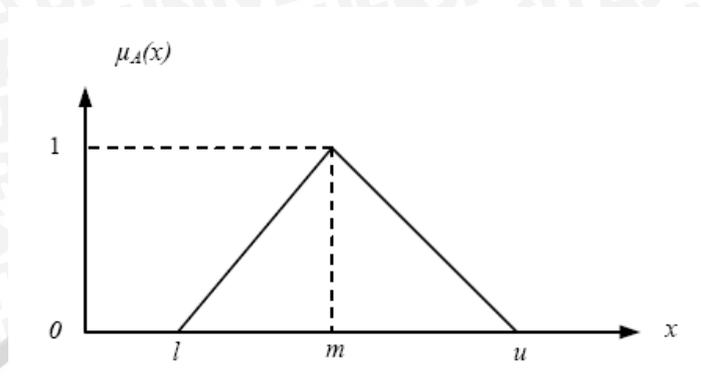
1. Menetapkan nilai *fuzzy*. Digunakan *triangular fuzzy number* untuk mengidentifikasi tingkat kepentingan dari setiap pasang faktor-faktor yang ada dalam pengambilan keputusan. Langkah ini akan menghasilkan beberapa matriks *fuzzy*. Matrik *fuzzy* ini kemudian akan dijabarkan menjadi matriks untuk batas bawah, batas tengah, dan batas atas.
2. Mencari *eigen vector fuzzy* untuk setiap matriks. *Eigen vector fuzzy* didapatkan dengan cari mengalikan semua elemen dalam satu baris lalu mengambil akar n dari hasil perkalian tersebut, dimana n adalah jumlah elemen yang dikalikan.
3. Menormalisasi setiap vektor dengan membagi setiap elemen dengan jumlah dari seluruh elemen tersebut.
4. Mencari nilai prioritas dari setiap alternatif dengan mengalikan semua *weights* dari kriteria dengan nilai pada kolom dari setiap alternatif dan menjumlahkan nilai-nilai tersebut.
5. Langkah terakhir, menentukan ranking dari setiap pilihan dan pilih yang terbaik.

2.11.2 Representasi Fuzzy AHP

Deng pada tahun 1999 menyatakan, walaupun metode AHP lebih banyak digunakan dalam membangun sebuah sistem pendukung keputusan, namun metode ini memiliki kekurangan, yaitu tidak mempertimbangkan adanya ketidakpastian dan keraguan dalam pengambilan keputusan. Sejak ketidakpastian dan keraguan sering muncul dalam proses pengambilan keputusan, maka pada penelitian Mikhailov dan Tsvetinov tahun 2004, dikembangkanlah FAHP. Metode FAHP dikenal juga sebagai AHP Konvensional atau AHP Lanjutan, yang menggabungkan logika ketidakpastian (*fuzzy logic*) yaitu mempertimbangkan adanya ketidakpastian dan keraguan, dengan adanya interval pada setiap peringkat, sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan suatu masalah yang kompleks (*multi attribute*) (Vahidniaa dkk, 2008).

Zadeh pada tahun 1965, untuk pertama kalinya memperkenalkan suatu metode matematika tentang ketidakpastian (*fuzzy sets*). Karakteristik utama dari *fuzzy sets* adalah pengelompokan masing-masing anggota dari u fungsi ke dalam peringkat-peringkat (kelas-kelas) yang memiliki interval-interval (Hansen, 2005). Dalam *fuzzy sets*, interval pada peringkat-peringkat (kelas-kelas) tersebut berkisar antara nol hingga satu, dan dinyatakan dalam *Triangular Fuzzy Number* (TFN), yang dimisalkan (l, m, u) , dengan l merupakan

nilai kemungkinan yang paling kecil, m merupakan nilai kemungkinan tengah, dan u merupakan kemungkinan yang paling besar sehingga dapat digambarkan kurva segitiga seperti Gambar 2.2



Gambar 2.3 Grafik *Triangular Fuzzy Number*
Sumber: Ozdagoglu, dkk (2007)

Sebelum memulai proses FAHP, maka disusun kriteria dan sub kriteria secara hierarki. Kemudian sub kriteria dari masing-masing kriteria tersebut dievaluasi menggunakan bilangan TFN. Setelah masing-masing sub kriteria diberikan penilaian kemudian disusun ke dalam bentuk matrik berpasangan.

Berikut akan dijelaskan tahapan-tahapan dalam menghitung bobot kepentingan relatif menggunakan metode *Fuzzy AHP* :

1. Pembuat keputusan membandingkan kriteria atau alternatif melalui istilah linguistik seperti yang ditampilkan oleh Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Istilah Linguistik dan *Triangular Fuzzy Number* yang Berkaitan

Skala Saaty	Definisi	<i>Fuzzy Triangular Scale</i>
1	Sama penting	(1,1,1)
3	Sedikit lebih penting	(2,3,4)
5	Cukup penting	(4,5,6)
7	Sangat penting	(6,7,8)
9	Benar-benar penting	(9,9,9)
2	Nilai-nilai berselang antara dua skala yang berdekatan	(1,2,3)
4		(3,4,5)
6		(5,6,7)
8		(7,8,9)

Sumber: Ayhan (2013)

Berdasarkan *Triangular Fuzzy Number* yang berkaitan dengan nilai linguistik tersebut, untuk contoh jika pengambil keputusan menyatakan “kriteria 1 (C1) adalah sedikit lebih penting dari kriteria 2 (C2)”, maka skala *fuzzy triangular* yang ditulis adalah (2,3,4). Sebaliknya, dalam matriks kontribusi berpasangan kriteria,

perbandingan C2 untuk C1 akan memiliki skala *fuzzy triangular* sebagai (1/4, 1/3, 1/2). Matriks kontribusi berpasangan ditampilkan pada Persamaan 2-13 dimana \widetilde{d}_{ij}^k menunjukkan preferensi pembuat keputusan k^{th} dari kriteria i^{th} terhadap kriteria j^{th} melalui bilangan *fuzzy triangular*. Akses gelombang menggambarkan perwakilan *triangular number*. Berikut adalah contohnya, penulisan \widetilde{d}_{12}^3 merupakan preferensi pertama pembuat keputusan dari kriteria pertama terhadap kriteria kedua dan sama dengan $\widetilde{d}_{12}^3 = (2,3,4)$.

$$\widetilde{A}^k = \begin{bmatrix} \widetilde{d}_{11}^k & \widetilde{d}_{12}^k & \dots & \widetilde{d}_{1n}^k \\ \widetilde{d}_{21}^k & \dots & \dots & \widetilde{d}_{2n}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \widetilde{d}_{n1}^k & \widetilde{d}_{n2}^k & \dots & \widetilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (2-13)$$

2. Jika terdapat lebih dari satu pembuat keputusan, preferensi tiap pembuat keputusan \widetilde{d}_{ij}^k dirata-ratakan dan (\widetilde{d}_{ij}) dihitung dengan Persamaan 2-14.

$$\widetilde{d}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \widetilde{d}_{ij}^k}{K} \quad (2-14)$$

3. Berdasarkan preferensi rata-rata, matriks kontribusi berpasangan diperbarui seperti persamaan berikut.

$$\widetilde{A} = \begin{bmatrix} \widetilde{d}_{11} & \dots & \widetilde{d}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{d}_{n1} & \dots & \widetilde{d}_{nn} \end{bmatrix} \quad (2-15)$$

4. Berdasarkan Buckley (1985), rata-rata geometrik dari nilai perbandingan *fuzzy* tiap kriteria dihitung berdasarkan persamaan 2-16 berikut dimana \widetilde{r}_i mewakili nilai *triangular*.

$$\widetilde{r}_i = \left[\prod_{j=1}^n \widetilde{d}_{ij} \right]^{1/n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2-16)$$

5. Bobot *fuzzy* tiap kriteria bisa dihitung melalui tiga sub langkah berikut.

- a. Hitung penjumlahan vektor tiap \widetilde{r}_i .
- b. Hitung kebalikan (-1) penjumlahan vektor. Tukar bilangan *triangular fuzzy* sehingga menjadi urutan yang meningkat.
- c. Untuk menghitung bobot *fuzzy* tiap kriteria i (\widetilde{w}_i), kalikan tiap \widetilde{r}_i dengan vektor kebalikannya.

$$\begin{aligned} \widetilde{w}_i &= \widetilde{r}_i \otimes (\widetilde{r}_1 \oplus \widetilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \widetilde{r}_n)^{-1} \\ &= (hw_i, mw_i, uw_i) \end{aligned} \quad (2-17)$$

6. Karena \widetilde{w}_i masih berupa bilangan triangular *fuzzy*, maka perlu dilakukan defuzzifikasi dengan metode yang diusulkan oleh Chou dan Chang (2008) dengan menggunakan persamaan berikut.

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (2-18)$$

7. M_i merupakan angka *non-fuzzy* namun perlu dinormalisasi dengan persamaan berikut.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (2-19)$$

2.12 Defuzzifikasi

Setelah melakukan fuzzifikasi, variabel output harus diubah kembali kedalam nilai crisp. Tujuannya adalah untuk menentukan suatu nilai numerik crisp yang dapat merepresentasikan nilai *fuzzy* terbaik. Defuzzifikasi merupakan transformasi yang menyatakan kembali output ke dalam domain *fuzzy* ke dalam domain crisp. Berbagai teknik defuzzifikasi yang telah disarankan salah satunya adalah defuzzifikasi untuk *fuzzy* trapesoidal (Hetharia, 2009):

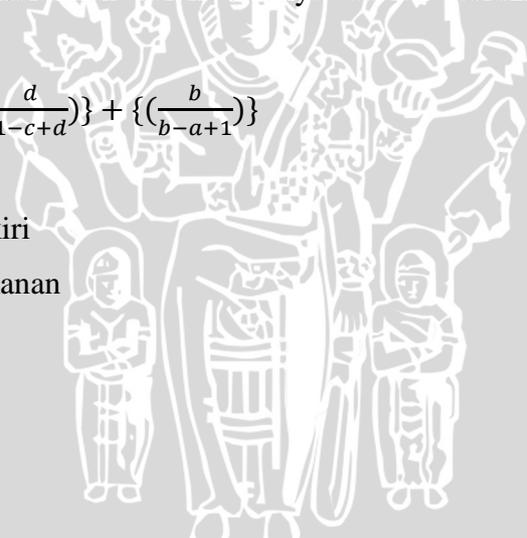
$$\frac{1}{2} \times \left\{ \left(\frac{d}{1-c+d} \right) \right\} + \left\{ \left(\frac{b}{b-a+1} \right) \right\} \quad (2-20)$$

Dimana : a = angka *lower*

b = angka *middle* kiri

c = angka *middle* kanan

d = angka *upper*



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

