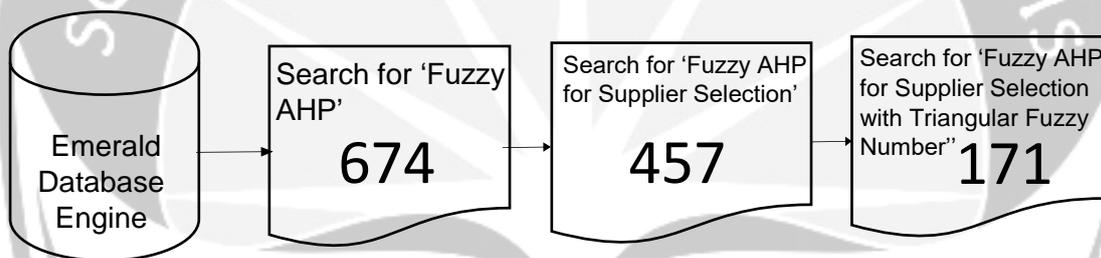


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Studi Literatur

Tinjauan pustaka dilakukan sebelum penelitian dikerjakan untuk mengecek penelitian-penelitian yang sebelumnya pernah dilakukan terkait *Analytical Hierarchy Process*. Penelitian mengenai *Analytical Hierarchy Process* sudah pernah dilakukan dengan berbagai macam metode pengembangan. Berdasarkan pencarian jurnal dan penelitian pada website Emerald dengan kata kunci “Fuzzy AHP” ditemukan 752 jurnal yang membahas mengenai pengambilan keputusan dengan *tools Fuzzy AHP*. Kemudian pencarian jurnal dipersempit lagi dengan kata kunci “Fuzzy AHP for Supplier Selection” ditemukan 513 jurnal yang melakukan pengambilan keputusan pemilihan *supplier* menggunakan metode *Fuzzy AHP*. Setelah itu, pencarian diperkecil kembali dengan menggunakan kata kunci atau *keyword* “Fuzzy AHP for Supplier Selection with Triangular Fuzzy Number” didapatkan 171 jurnal hasil pencarian.



Gambar 2.1. Pencarian Jurnal Emerald “Fuzzy AHP”

Ada begitu banyak metode *fuzzy AHP* yang dikembangkan oleh berbagai penulis. Laarhoven dan Pedrycz (1983) membandingkan rasio *fuzzy* dengan mendiskripsikannya sebagai bagian *triangular functions*. Setelah itu, Buckley (1985) menentukan rasio perbandingan *fuzzy* sebagai bagian dari *trapezoidal functions*. Chang (1996) mengenalkan pendekatan *fuzzy AHP* dengan *triangular fuzzy number* di dalam pembobotan perbandingan berpasangan. Selain itu, juga menggunakan *extent analysis method* untuk mendapatkan nilai *S* dari *synthetic extent*. Metode *on extent analysis* didiskusikan dan diaplikasikan oleh Zhu dkk (1999). Penelitian mengenai *fuzzy AHP* dengan metode *extent analysis* dilanjutkan oleh Wang, dkk (2008). Pada penelitian tersebut, Wang mengkritisi penelitian yang dilakukan oleh Chang, menggunakan metode *extent analysis* untuk menyelesaikan permasalahan *fuzzy AHP*. Pengembangan *fuzzy AHP* dengan *triangular fuzzy number* kemudian dilakukan oleh

Zakeri dan Keramati (2015) dengan menggunakan metode *grey relational analysis* (GRA) untuk diaplikasikan pada *triangular fuzzy number*.

Ada banyak pengaplikasian metode *fuzzy AHP* dalam berbagai bidang seperti : *personnel selection* (Gungor dkk, 2009), pemilihan senjata (Dagdeviren dan Yuksel, 2009), pemilihan alternatif energi (Kahraman, 2010), penilaian resiko *inbound supply* (Ganguly dan Guin, 2011), dan pemilihan tipe penerbangan (Dozic dkk, 2011). Penelitian yang berkaitan dengan pemilihan supplier dilakukan oleh Kahraman (2003) dengan mengaplikasikan *fuzzy AHP* pada studi kasus pemilihan supplier. Ayhan (2003) dan Huang (2014) juga mengaplikasikan metode *fuzzy AHP* oleh Buckley (1985) pada studi kasus pemilihan supplier. Koul dan Verma (2011) menerapkan metode *fuzzy AHP* dalam kasus pemilihan *dynamic vendor*.

Metode-metode MCDM lain untuk pengambilan keputusan dengan keraguan atau ketidakjelasan (*uncertain*) dalam kasus pemilihan supplier telah dikembangkan. Amid dkk (2011) dan Chen dan Chao (2012) menggunakan pendekatan *basic fuzzy hybrid*. Kilincci dan Onal (2011) menggunakan *triangular fuzzy number* (TFN) yang diaplikasikan pada *fuzzy AHP* pada kasus perusahaan mesin cuci. Buyukozkan dan Cifci (2012) mengaplikasikan ANP, TOPSIS, dan DEMATEL. Azadeh dan Alem (2010) mengembangkan DEA dan TOPSIS untuk menganalisis kinerja lingkungan supplier.

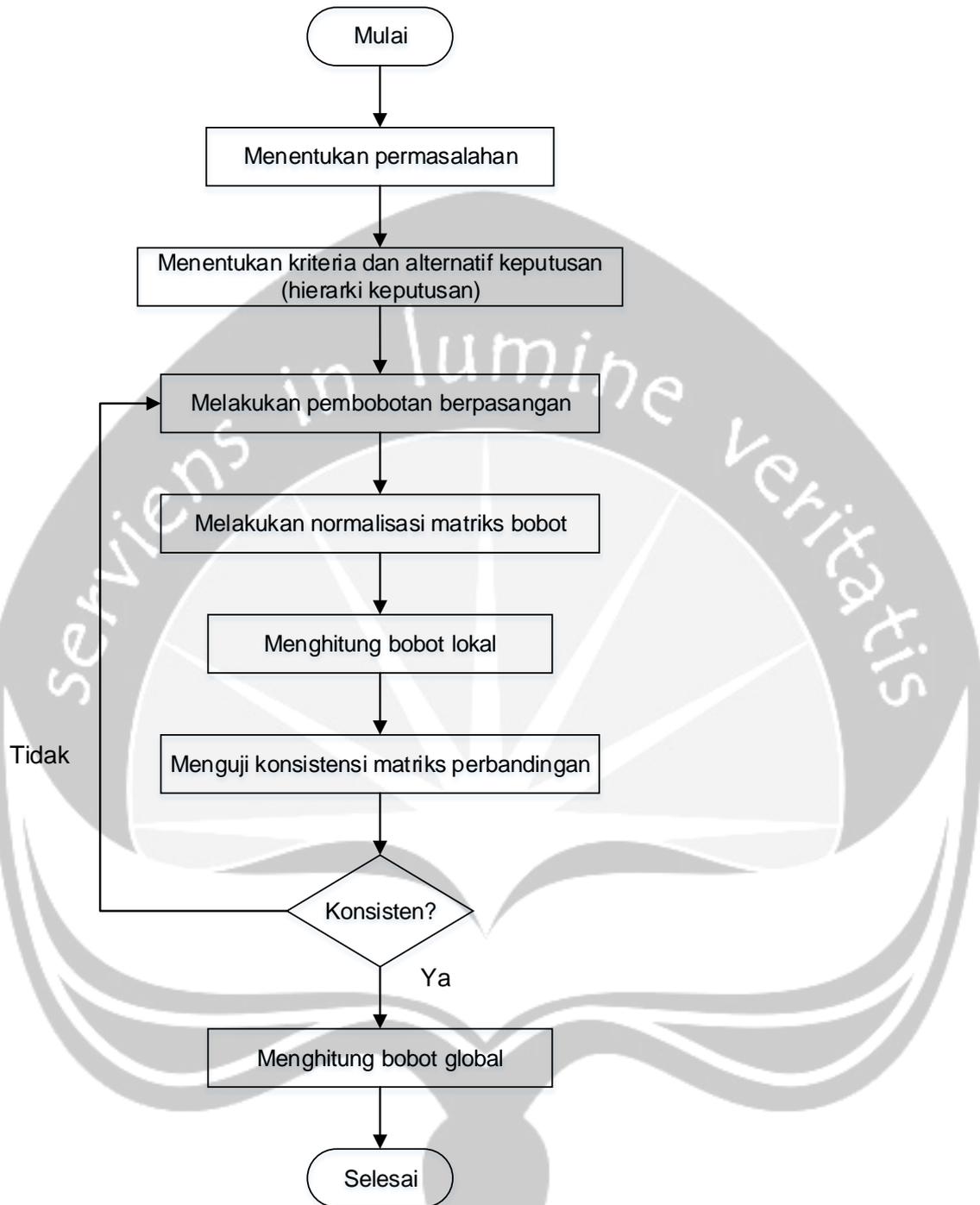
2.2. Dasar Teori

2.2.1. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty untuk memecahkan permasalahan kompleks *multicriteria decision problem*. AHP memerlukan pengambil keputusan sebagai penentu dari kriteria-kriteria yang diperlukan dan setiap alternatif keputusan dari setiap kriteria yang ada. Hasil akhir dari AHP berupa urutan prioritas dari alternatif-alternatif berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh pengambil keputusan.

Penilaian dilakukan dengan memberikan bobot untuk setiap perbandingan berpasangan antar kriteria dan antar alternatif untuk setiap kriteria yang ada. Penilaian pembobotan yang dilakukan dalam AHP dapat menjadi subyektif karena pembobotan yang dilakukan berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh pengambil keputusan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengambilan keputusan menggunakan metode AHP ditampilkan pada **Gambar 2.2**.



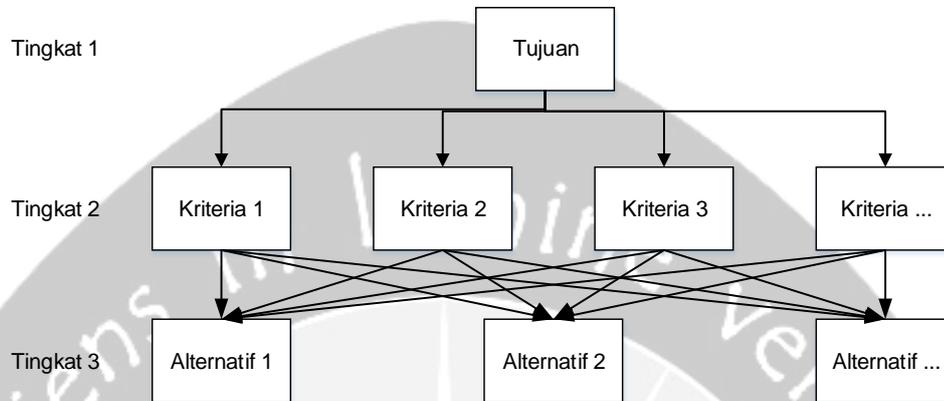
Gambar 2.2. Flowchart Metode AHP

a. Menentukan permasalahan

Langkah pertama metode AHP adalah dengan menentukan permasalahan apa yang akan dicapai melalui pengambilan keputusan.

- b. Menentukan kriteria dan alternatif keputusan (hierarki keputusan)

Permasalahan yang sudah diketahui kemudian dirumuskan kriteria pemilihannya dan juga alternatif keputusannya. Rumusan kriteria dan alternatif keputusan dapat dirumuskan dalam bentuk hierarki pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3. Contoh Hierarki Pengambilan Keputusan

- c. Melakukan pembobotan berpasangan

Hierarki yang sudah disusun kemudian dinilai bobot kepentingnya dengan perbandingan berpasangan. Pada kasus **Gambar 2.3**, terdapat 2 jenis perbandingan :

- i. Perbandingan antar kriteria

Perbandingan antar kriteria pada hierarki tingkat 2 dilakukan dengan tujuan mendapatkan urutan bobot kriteria yang paling penting atau paling berpengaruh terhadap keputusan mencapai tujuan.

- ii. Perbandingan antar alternatif keputusan

Perbandingan antar alternatif keputusan pada hierarki tingkat 3 dilakukan untuk menentukan urutan alternatif keputusan yang paling sesuai dengan setiap kriteria yang ada.

Penilaian untuk kedua perbandingan tersebut menggunakan skala hingga 9 dengan interpretasi seperti pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1. Pembobotan AHP

Penilaian Numeris	Penilaian Verbal
9	Absolut penting
8	Skala antara
7	Sangat lebih penting
6	Skala antara
5	Lebih penting
4	Skala antara
3	Sedikit lebih penting
2	Skala antara
1	Sama penting

Pembobotan yang telah dilakukan kemudian dibangun dalam matriks perbandingan berpasangan untuk menentukan tingkat prioritas pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2. Matriks Perbandingan Berpasangan

	A1	A2	...	An
A1	$\frac{W1}{W1}$	$\frac{W1}{W2}$...	$\frac{W1}{Wn}$
A2	$\frac{W2}{W1}$	$\frac{W2}{W2}$...	$\frac{W2}{Wn}$
⋮	⋮	⋮		⋮
A3	$\frac{Wn}{W1}$	$\frac{Wn}{W2}$...	$\frac{Wn}{W3}$

- d. Melakukan normalisasi matriks bobot

Matriks yang sudah dibuat kemudian dilakukan normalisasi bobotnya dengan cara membagi setiap bobot dengan jumlah keseluruhan nilai bobot yang terdapat pada kolom tersebut. Normalisasi dilakukan dengan persamaan (2.1).

$$\bar{A}_{jk} = \frac{a_{jk}}{\sum_{i=1}^n a_{jk}} \quad (2.1)$$

\bar{A}_{jk} = Hasil normalisasi baris ke-i kolom ke-j

a_{jk} = Nilai bobot matriks baris ke-i dan kolom ke-j

$\sum_{i=1}^n a_{jk}$ = Total nilai bobot kolom ke-j

- e. Menghitung bobot lokal

Matriks yang telah didapatkan nilai normalisasinya kemudian dijumlahkan bobotnya setiap baris untuk kemudian dicari *eigenvector*. *Eigenvector*

menunjukkan pengaruh kriteria yang dibandingkan dalam bentuk pembobotan. *Eigenvector* dicari dengan persamaan (2.2).

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{A}_{jk}}{m} \quad (2.2)$$

W_j = *Eigenvector*

$\sum_{i=1}^n \bar{A}_{jk}$ = Total normalisasi pada kolom ke-j

m = Banyaknya elemen dalam matriks

Eigenvalue dicari dengan persamaan (2.3).

$$A \cdot w = \lambda \cdot w \quad (2.3)$$

A = Matriks perbandingan berpasangan

w = *Eigenvector*

λ = *Eigenvalue*

Kemudian nilai *eigenvalue* dijumlahkan untuk mendapatkan nilai *eigenvalue* maksimum.

f. Menguji konsistensi matriks perbandingan

Pengujian konsistensi dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.4).

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

CI = Rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi (*consistency index*)

λ_{max} = Nilai eigen terbesar matriks

n = Jumlah kriteria atau alternatif perbandingan

Ketidakkonsistenan matriks perbandingan ditentukan dengan Rasio Konsistensi (CR). Nilai CR dicari dengan persamaan (2.5).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.5)$$

CR = *Consistency Ratio*

RI = *Random Index*

g. Menghitung bobot global

Perhitungan nilai bobot global dilakukan dengan mengagregatkan semua bobot yang sudah dihitung pada setiap matriks perbandingan berpasangan. Perhitungan bobot global untuk setiap alternatif keputusan dilakukan melalui persamaan (2.6).

$$w_i^s = \sum_{j=1}^m w_{i_j}^s w_j \quad (2.6)$$

w_i^s = Total bobot untuk alternatif i

$w_{i_j}^s$ = Bobot alternatif i terhadap kriteria j

w_j = Bobot kriteria j

n = Ordo matriks

Total bobot setiap alternatif yang telah didapatkan kemudian dirutkan dari bobot terbesar hingga bobot terendah. Bobot yang tertinggi merupakan alternatif yang terbaik yang sebaiknya dipilih oleh pengambil keputusan.

2.2.2. Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

Fuzzy AHP merupakan salah satu metode dalam pengambilan keputusan yang bersifat *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). *Fuzzy* AHP pengembangan dari konsep perbandingan AHP. Perbedaan *fuzzy* AHP dengan AHP adalah *fuzzy* AHP dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang bersifat kabur, subyektif, perkiraan, dan melibatkan tingkat keyakinan pengambil keputusan. *Fuzzy* AHP dapat dikatakan sebagai metode yang lebih akurat daripada metode AHP.

Langkah-langkah menganalisis permasalahan pengambilan keputusan dengan metode *fuzzy* AHP (Buckley, 1984):

- a. Menentukan permasalahan
Sama halnya seperti metode AHP, tahap pertama yang perlu dilakukan adalah menentukan permasalahan yang akan dicapai oleh pengambil keputusan.
- b. Menentukan kriteria dan alternatif keputusan (hierarki keputusan)
Permasalahan yang sudah diketahui kemudian dirumuskan kriteria pemilihannya dan juga alternatif keputusannya sama seperti tahapan pada metode AHP. Rumusan kriteria dan alternatif keputusan dapat dirumuskan dalam bentuk hierarki pada Gambar 2.3.
- c. Melakukan pembobotan berpasangan
Berdasarkan kasus pada Gambar 2.4, sama seperti metode AHP, terdapat 2 hal yang harus dibandingkan, yaitu:
 - i. Perbandingan berpasangan antar kriteria
Perbandingan antar kriteria pada hierarki tingkat 2 dilakukan dengan tujuan mendapatkan urutan bobot kriteria yang paling penting atau paling berpengaruh terhadap keputusan mencapai tujuan.
 - ii. Perbandingan berpasangan antar alternatif
Perbandingan antar alternatif keputusan pada hierarki tingkat 3 dilakukan untuk menentukan urutan alternatif keputusan yang paling sesuai dengan setiap kriteria yang ada.

Pada dasarnya langkah-langkah analisis metode *fuzzy* AHP hampir sama seperti metode AHP. Perbedaannya terletak pada pembobotan yang dilakukan dalam matriks perbandingan berpasangan yang mempunyai 3 titik skala perbandingan. Pada AHP skala yang digunakan adalah 1 hingga 9 seperti pada **Tabel 2.1**.

Sedangkan pada *fuzzy* AHP skala yang digunakan mengikuti *triangular fuzzy number* yang ditampilkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3. Skala Fuzzy AHP

Skala AHP	Skala Fuzzy	Keterangan
1	(1,1,1)	Absolut penting
2	(1,2,3)	Skala antara
3	(2,3,4)	Sangat lebih penting
4	(3,4,5)	Skala antara
5	(4,5,6)	Lebih penting
6	(5,6,7)	Skala antara
7	(6,7,8)	Sedikit lebih penting
8	(7,8,9)	Skala antara
9	(9,9,9)	Sama penting

Pada matriks perbandingan berpasangan, nilai invers pembobotan skala fuzzy AHP, contoh dari bobot (1, 2, 3) diinverskan menjadi bobot (1/3, 1/2, 1/1). Nilai pembobotan selaluurut dari nilai bobot terkecil hingga terbesar.

- d. Merata-rata pembobotan setiap pengambil keputusan apabila pengambil keputusan lebih dari 1 orang.

Tahap berikutnya merupakan tahap yang hanya dilakukan apabila pengambil keputusan lebih dari 1 orang. Sehingga untuk mendapatkan nilai bobot perlu dilakukan rata-rata dari sejumlah pengambil keputusan. Rata-rata pembobotan perbandingan berpasangan ditampilkan pada persamaan 2.7.

$$\tilde{d}_{ij}^k = \frac{\sum_{k=1}^K \tilde{a}_{ij}^k}{K} \quad (2.7)$$

K = jumlah pengambil keputusan

- e. Membuat matriks perbandingan berpasangan

Setelah, menentukan bobot perbandingan berpasangan, tahap berikutnya adalah membuat matriks perbandingan berpasangan seperti pada persamaan 2/8.

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11}^k & \tilde{d}_{12}^k & \dots & \tilde{d}_{1n}^k \\ \tilde{d}_{21}^k & \dots & \dots & \tilde{d}_{2n}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{d}_{n1}^k & \tilde{d}_{n2}^k & \dots & \tilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

\tilde{d}_{ij}^k = pembobotan perbandingan berpasangan ke-*k* antara kriteria ke-*i* dengan kriteria ke-*j*

Pada tahap ini, nilai perbandingan berpasangan mempunyai 3 titik bobot sesuai dengan pembobotan yang dilakukan pada tahap sebelumnya, tahap c.

- f. Menghitung rata-rata geometris (*geometric means*) dari pembobotan *fuzzy*. Perhitungan *geometric means* ditampilkan pada persamaan 2.9.

$$\tilde{r}_i = (\prod_{j=1}^n \check{d}_{ij})^{1/n}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.9)$$

\tilde{r}_i masih menunjukkan bobot 3 titik dari nilai *triangular fuzzy*.

- g. Menjumlahkan nilai vektor untuk setiap \tilde{r}_i .
 h. Mencari nilai invers atau *reverse* untuk setiap jumlah nilai vektor \tilde{r}_i dengan cara membagi 1 dengan jumlah setiap \tilde{r}_i .
 i. Mengurutkan nilai *reverse* sesuai dengan urutan dari nilai terkecil hingga terbesar.
 j. Mencari nilai bobot *fuzzy* untuk kriteria i (\tilde{w}_i).

Perhitungan nilai bobot *fuzzy* dilakukan dengan mengalikan setiap \tilde{r}_i dengan vektor *reverse* pada persamaan 2.10.

$$\begin{aligned} \tilde{w}_i &= \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \\ &= (lw_i, mw_i, uw_i) \end{aligned} \quad (2.10)$$

- k. Menghilangkan 3 titik bobot fuzzy dengan menggunakan *centre of area* sesuai metode Chou dan Chang (2008).

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (2.11)$$

- l. Melakukan normalisasi nilai M_i sesuai dengan persamaan 2.12.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i} \quad (2.12)$$

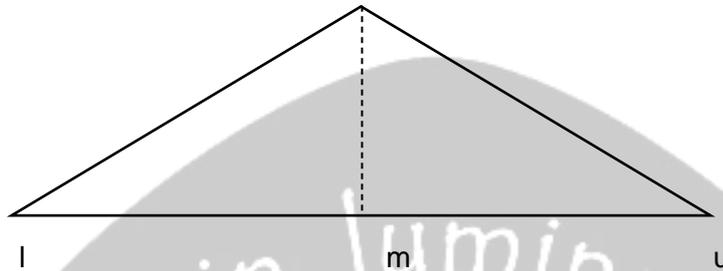
Setelah melakukan normalisasi kemudian kalikan setiap bobot alternatif dengan kriteria-kriteria terkait untuk mendapatkan skor bobot total. Berdasarkan bobot total tersebut, nilai bobot alternatif tertinggi menjadi rekomendasi dalam pengambilan keputusan.

2.2.3. Triangular Fuzzy Number

Logika *fuzzy* merupakan nilai atau bobot yang dibuat berdasarkan definisi samar-samar, bukan secara acak. Sehingga pada dasarnya, logika *fuzzy* merupakan logika yang presisi dari ketidakpresisian dan perkiraan. Keuntungan dari pendekatan *fuzzy* adalah dalam menyatakan kerelatifan dalam setiap alternatif dan kriteria lebih presisi jika menggunakan *fuzzy number* daripada menggunakan pembobotan yang bersifat *fixed* atau tetap.

Fuzzy number merupakan variabel yang dibangkitkan untuk mengisi pembobotan pada perbandingan berpasangan yang menggunakan metode *Fuzzy AHP*. *Fuzzy number*

dapat dibangkitkan dengan *Triangular Fuzzy Number* (Laarhoven dan Pedrycz, 1983). *Triangular Fuzzy Number* merupakan pembangkitan variabel fuzzy AHP dengan mengikuti aturan himpunan segitiga.



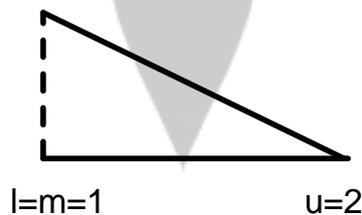
Gambar 2.4. Triangular Fuzzy Number

Keterangan notasi **Gambar 2.4.** :

- a. l adalah kemungkinan terkecil
- b. u adalah kemungkinan terbesar
- c. m adalah nilai yang paling menjanjikan atau nilai yang paling sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Berdasarkan teorema tersebut, nilai l dan u memiliki selisih yang sama besar dengan nilai m yang artinya perbandingan antara kemungkinan terkecil dan kemungkinan terbesar adalah sama.

Pada metode *unsymmetric fuzzy AHP* ini, nilai skala *triangular fuzzy number* tidak mengikuti skala fuzzy pada Tabel 2.3, melainkan pembobotan skala dilakukan berdasarkan keputusan pengambil keputusan. Contoh, apabila memilih antara kedua kriteria yang menurut pengambil keputusan sama pentingnya. Akan tetapi pengambil keputusan mengalami keraguan dikarenakan data tidak pasti, sehingga menyebabkan kecenderungan pengambil keputusan lebih menyukai kriteria B dengan skala 2. Hal ini akan mengakibatkan ilustrasi dari *triangular fuzzy number* mengalami ketidakseimbangan seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.4. Contoh Unsymmetric Triangular Fuzzy Number

2.2.4. Pengambilan Keputusan Pemilihan Supplier

Pemilihan supplier merupakan salah satu permasalahan yang termasuk ke dalam MCDM (*multi criteria decision making*). Menurut De Boer (1996), pemilihan supplier harus mempertimbangkan berbagai hal, seperti :

- a. Banyaknya kriteria yang dipertimbangkan.

Pemilihan supplier merupakan permasalahan pengambilan keputusan yang kompleks karena banyak kriteria yang harus diperhitungkan dalam proses *decision making* (Weber dkk, 1991). Kriteria yang diperhitungkan dapat berupa data kuantitatif maupun kualitatif dan ada kemungkinan dapat saling bertentangan.

- b. Keputusan yang saling berhubungan.

Pengambilan keputusan untuk membeli dari supplier tidak dapat diputuskan dan dievaluasi sendiri. Biasanya keputusan pembelian pertama dilakukan dalam rangka mendata supplier yang dapat diterima. Kemudian, sejumlah data supplier tersebut akan dikurangi hingga mendapatkan supplier terakhir yang dapat dipilih. Hal tersebut dapat menimbulkan pertanyaan, berapa banyak supplier yang harus dipilih, kemudian timbul pertanyaan lain lagi mengenai bagaimana jumlah *purchase order* dialokasikan untuk setiap supplier apabila yang dipilih lebih dari satu supplier.

- c. Tipe dari pengambilan keputusan yang digunakan.

Pada dasarnya, dua aturan pengambilan keputusan dapat digunakan: *compensatory decision* (kriteria yang mempunyai bobot buruk dapat diganti/disesuaikan dengan kriteria yang mempunyai bobot baik kebutuhan pengambil keputusan) dan *non-compensatory decision* (kriteria yang tidak dapat diganti).

- d. Jumlah pengambil keputusan.

Pengambilan keputusan dapat dilakukan oleh lebih dari satu orang. Setiap pengambil keputusan mempunyai pandangan yang berbeda-beda sehingga menambah kompleksitas dari pengambilan keputusan

- e. Berbagai macam tipe *uncertainty* atau keraguan.

Menurut Roy (1986) ada berbagai macam tipe *uncertainty* atau keraguan : kesulitan dalam menentukan bobot skor untuk alternatif atau bobot yang diberikan kurang tepat atau kurang presisi dikarenakan ketidakmampuan pengambil keputusan untuk menyatakan suatu bobot secara konsisten atau kurangnya informasi yang relevan yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan.

Model *linear weighting* seperti *Analytical Hierarchy Process* atau AHP (Saaty, 1980) sesuai untuk permasalahan pengambilan keputusan tersebut. Pada perbandingan berpasangan AHP dilakukan pembobotan untuk mengetahui tingkat kepentingan antar atribut. Konsistensi pada AHP juga dapat diuji untuk mengetahui apakah pembobotan perbandingan berpasangan yang telah dilakukan konsisten atau tidak. Apabila perbandingan berpasangan tidak konsisten, maka proses pembobotan dapat diulang.

