

SISTEM PEMILIHAN PEMENANG TENDER MENGGUNAKAN METODE FUZZY-ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS

Sry Yunarti

Program Studi Sistem Informasi

STMIK Profesional Makassar

yeye_rumbu@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam penelitian ini akan dibangun sebuah sistem yang akan digunakan sebagai alat untuk pengambilan keputusan dalam menentukan pemenang tender untuk pembangunan kampus II STMIK Profesional Makassar. Ada 4 kriteria yang digunakan dalam pemilihan pemenang tender ini yaitu Administrasi, Teknis, Harga, dan Kualifikasi. Setiap kriteria tersebut mempunyai lagi subkriteria. Dalam penelitian ini, metode komputasi sistem pengambilan keputusan yang digunakan adalah metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP). F-AHP adalah salah satu metode perangsangan dan merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep fuzzy. Alasan memakai metode F-AHP karena obyek yang diteliti merupakan masalah kompleks yang dapat diuraikan menjadi unsur-unsur terkait yang lebih kecil dalam struktur hirarki AHP yang mampu memberikan pembobotan untuk tiap-tiap kriteria dan subkriteria yang dimiliki oleh tiap-tiap alternatif yang ada dan menghasilkan keputusan akhir berupa nilai akhir dari tiap-tiap alternatif yang dapat memberikan perangsangan, sehingga goal (tujuan) dapat tercapai. Karena AHP tidak memperhitungkan ketidakpastian dalam penilaian manusia ke angka, sehingga hasil perangsangan tidak teliti. Maka skala AHP (1-9) dikonversikan dalam bilangan fuzzy yang dikenal TFN (Triangular Fuzzy Number). Hasil akhir dari proses ini adalah semua alternatif akan memiliki total bobot akhir dan perangsangan. Dan dari hasil tersebut akan ditentukan peserta mana yang memiliki perangsangan tertinggi.

Kata kunci : Sistem pemilihan, Fuzzy, Analytical Hierarchy Process, Triangular Fuzzy Number

A. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi informasi sudah sedemikian pesat. Perkembangan yang pesat tidak hanya teknologi perangkat keras dan perangkat lunak saja, tetapi metode komputasi juga ikut berkembang. Salah satu metode komputasi yang cukup berkembang saat ini adalah metode sistem pengambilan keputusan (*Decisions Support System*). Banyak metode yang dapat digunakan dalam sistem pengambilan

keputusan. Salah satu metode tersebut yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP).

F-AHP adalah salah satu metode perangsangan dan merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep fuzzy. F-AHP menutupi kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak. Ketidakpastian bilangan direpresentasikan dengan urutan

skala. Untuk menentukan derajat keanggotaan pada F-AHP, digunakan aturan fungsi dalam bentuk bilangan *fuzzy* segitiga atau *Triangular Fuzzy Number* (TFN) yang disusun berdasarkan himpunan linguistik.

Pengambilan keputusan dalam penentuan pemenang tender yang dilakukan panitia tender di Bagian Perlengkapan

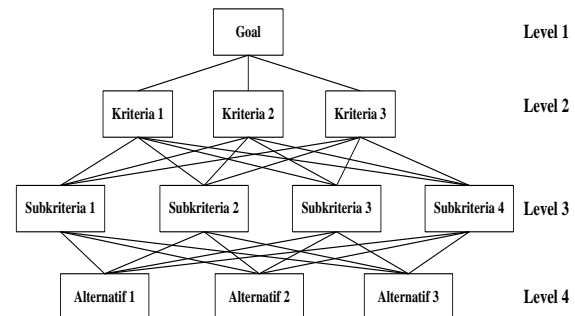
STMIK Profesional masih akan dilakukan secara manual. Oleh karena itu dalam penelitian ini metode *Fuzzy AHP* akan diaplikasikan untuk membantu dan mempercepat pengambilan keputusan dalam pemilihan pemenang tender untuk pembangunan gedung Kampus II STMIK Profesional Makassar.

B. DASAR TEORI

2.1 Konsep AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

AHP (*Analytical Hierarchy Process*) adalah salah satu bentuk metode pengambilan keputusan yang pada dasarnya berusaha menutupi semua kekurangan dari metode sebelumnya. Peralatan utama dari metode AHP adalah sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya adalah persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan ke dalam kelompok dan kemudian kelompok tersebut diatur menjadi

suatu bentuk hirarki. Struktur hirarki *Analytical Hierarchy Process* terlihat pada Gambar 1.^[6]



Gambar Struktur hirarki *analytical hierarchy process*

Metode AHP juga memiliki kemampuan memecahkan masalah yang multi objektif dan multi kriteria yang berdasarkan pada perbandingan referensi dari setiap elemen dalam hirarki. Jadi metode ini merupakan model pengambilan keputusan yang komprehensif. Prinsip kerja dalam metode AHP adalah:

a. Dekomposisi (penyusunan hirarki)

Dekomposisi adalah proses menganalisa permasalahan yang nyata ke dalam struktur hirarki atas unsur-unsur pendukungnya. Struktur hirarki secara umum: level 1 adalah tujuan (*goal*), level 2 adalah kriteria, level 3 adalah subkriteria (opsional), level 4 adalah alternatif-alternatif.

b. Penilaian komperatif dalam matrikspairwise comparison

Ini berarti adalah membuat suatu penilaian tentang kepentingan relatif antara dua elemen pada suatu tingkat tertentu yang

disajikan dalam bentuk matriks dengan skala prioritas. Jika terdapat n elemen, maka akan diperoleh matriks *pairwise comparison* (perbandingan berpasangan) berukuran $n \times n$ dan banyaknya penilaian yang diperlukan adalah $n(n-1)/2$. Ciri utama dari matriks perbandingan berpasangan adalah elemen diagonal dari kiri atas ke kanan bawah adalah satu karena elemen yang dibandingkan adalah dua elemen yang sama. Selain itu matriks tersebut akan bersifat resiprokal di mana apabila elemen A lebih disukai dengan skala 3 dibandingkan elemen B, maka dengan sendirinya elemen B lebih disukai dengan skala $1/3$ dibandingkan elemen A. Dengan dasar kondisi-kondisi di atas dan skala standar inputnya dari 1 sampai 9, maka dalam matriks perbandingan berpasangan tersebut angka terendah yang mungkin terjadi $1/9$, sedangkan angka tertinggi yang mungkin terjadi adalah $9/1$. Angka 0 tidak dimungkinkan dalam matriks ini, sedangkan pemakaian skala dalam bentuk desimal dimungkinkan sejauh si *expert* memang menginginkan bentuk tersebut untuk persepsi yang lebih akurat. Suatu matriks tertentu (misalkan: A) yang berukuran $n \times n$ dalam *pairwise comparison* ditunjukkan pada persamaan (1).

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad \left(\begin{array}{c} a_{12} \dots a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} \quad 1 \quad \dots a_{2n} \\ \vdots \end{array} \right)$$

$$a_{n1} a_{n2} \dots 1 = \frac{1}{a_{1n}} \frac{1}{a_{2n}} \dots 1$$

dengan elemen $a_{[i,j]} = 1$, untuk $i = j$.

Berikut Tabel 1 tentang skala penilaian perbandingan Saaty (1-9).

Tabel Skala Perbandingan Berpasangan

Intensitas pentingya	Keterangan
1	Sama penting
3	Cukup penting
5	Lebih penting
7	Sangat penting
9	Mutlak penting
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara diantara dua pertimbangan yang berdekatan.
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan i .

c. Penentuan prioritas

Setelah matriks perbandingan berpasangan untuk sekelompok elemen selesai dibentuk, maka langkah berikutnya adalah mengukur bobot prioritas setiap elemen tersebut. Hasil akhir dari perhitungan ini adalah suatu bilangan desimal di bawah satu (misalnya 0,01 sampai 0,99) dengan total prioritas untuk elemen-elemen dalam satu kelompok sama

dengan satu. Bobot prioritas dari masing-masing matriks dapat menentukan prioritas lokal dan dengan melakukan sintesa di antara prioritas lokal, maka akan didapatkan prioritas global.

Usaha untuk memasukkan kaitan antara elemen yang satu dengan elemen yang lain dalam menghitung bobot prioritas secara sederhana dapat dilakukan dengan cara:

1. Jumlahkan elemen pada kolom yang sama pada matriks perbandingan yang terbentuk. Lakukan hal yang sama untuk setiap kolom.
2. Bagilah setiap elemen pada setiap kolom dengan jumlah elemen kolom tersebut (hasil dari langkah 1). Lakukan hal yang sama untuk setiap kolom, sehingga akan terbentuk matriks baru yang elemen-elemennya berasal dari hasil pembagian tersebut.
3. Jumlahkan elemen matriks baru berdasarkan barisnya.
4. Bagilah hasil penjumlahan baris (hasil dari langkah 3) dengan total alternatif agar didapatkan prioritas terakhir setiap elemen dengan total bobot prioritas sama dengan satu. Proses yang dilakukan untuk membuat total bobot prioritas sama dengan satu disebut proses normalisasi.
5. Konsistensi logis

Salah satu asumsi utama metode AHP yang membedakan dengan metode

lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak. Dengan metode AHP yang memakai persepsi manusia sebagai inputannya, maka ketidakkonsistenan itu mungkin terjadi karena manusia mempunyai keterbatasan dalam menyatakan persepsinya secara konsisten terutama kalau membandingkan banyak elemen. Berdasarkan kondisi ini, maka manusia dapat menyatakan persepsinya dengan bebas tanpa harus berpikir apakah persepsinya tersebut akan konsisten nantinya atau tidak. Persepsi yang 100% konsisten belum tentu memberikan hasil yang optimal atau benar dan sebaliknya persepsi yang tidak konsisten penuh mungkin memberikan gambaran keadaan yang sebenarnya atau yang terbaik.

Penentuan nilai preferensi antar elemen

N	1, 2	3	4	5	6	7	8
RI	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41
N	9	10	11	12	13	14	15
RI	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

harus secara konsisten logis, yang dapat diukur dengan menghitung CI (*Consistency Index*) seperti pada persamaan (2) dan CR (*Consistency Ratio*) seperti pada persamaan (3).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

di mana: λ_{\max} = *eigenvalue* maksimum dari matriks perbandingan berpasangan orde n , n = ukuran matriks, RI = *Random Index*.

Untuk mendapatkan nilai λ_{\max} dipakai persamaan (4):

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n CV_{i1}}{n}$$

dengan: CV_{ij} = elemen ke- ij dari *Consistency Ratio*

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

CV ditentukan dengan membagi vektor jumlah bobot dengan prioritas lokal yang telah ditentukan sebelumnya. Vektor jumlah bobot diperoleh dengan mengalikan matriks *pairwise comparison* awal dengan prioritas lokal. *Consistency Index* (CI) matriks random dengan skala 1 sampai 9 beserta kebalikannya disebut sebagai *Random Index* (RI). Menurut Saaty (1990), tabel *Random Index* untuk matriks berukuran 1 sampai 15

Tingkat inkonsistensi yang masih bisa diterima adalah sebesar 10% ke bawah. Jadi apabila nilai $CR \leq 0,1$ dan tidak bernilai negatif, maka hasil preferensi cukup baik. Dan sebaliknya, jika $CR > 0,1$ atau bernilai negatif, maka hasil proses AHP tidak *valid*, sehingga harus diadakan revisi penilaian karena tingkat inkonsistensi yang terlalu besar atau nilai negatif dapat menjurus pada suatu kesalahan.

d. Penentuan prioritas global

Tahap terakhir dalam AHP adalah proses perhitungan prioritas global untuk menentukan urutan prioritas dengan cara melakukan operasi perkalian matriks prioritas lokal yang dimulai dengan mengalikan matriks gabungan prioritas dari level terbawah dengan level di atasnya sampai pada level hirarki teratas.

2.2 Konsep Fuzzy AHP

Ketidakmampuan AHP tradisional untuk mengatasi ketidakpastian dan kesubjektifitasan dalam proses perbandingan berpasangan, maka telah dikembangkan metode F-AHP. AHP memiliki beberapa kekurangan (Yang, 2004), yaitu:

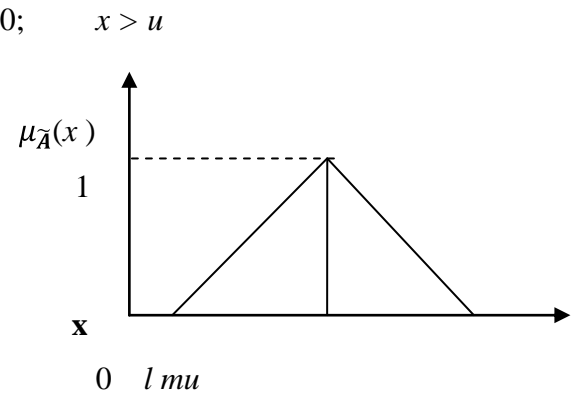
- AHP dipakai umumnya hampir di setiap aplikasi keputusan tegas (*crisp*).
- AHP membentuk dan berkaitan dengan skala keputusan yang sangat tidak seimbang.
- AHP tidak memperhitungkan ketidakpastian yang diasosiasikan dengan pemetaan penilaian manusia ke angka.
- Perangkingan AHP tidak terlalu teliti.
- Keputusan, pemilihan, dan preferensi subyektif dari pembuat keputusan memiliki pengaruh yang besar dari hasil AHP.

Pada AHP konvensional pemberian nilai *pairwise comparison* memakai nilai crisp tunggal dalam skala standar yang sudah ditentukan (skala Saaty), yaitu: 1-9, sedangkan F-AHP skala tersebut diganti dengan bilangan *fuzzy* dan variabel linguistik dalam membandingkan dua kriteria, subkriteria, maupun alternatif. Sederetan fuzzy adalah suatu kelas dari elemen-elemen atau obyek tanpa satupun batasan-batasan yang pasti diantara elemen-elemen tersebut.

Metode F-AHP yang dipakai dalam penelitian ini menerapkan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Suatu TFN merupakan kelas khusus dari bilangan *fuzzy* yang keanggotaan dinyatakan dengan tiga bilangan real, yaitu: l, m, u di mana nilai puncak/nilai tengah (m) merupakan input *crisp* (non fuzzy) yang diinputkan *user* atau nilai paling banyak yang mungkin dari suatu bilangan fuzzy, sedangkan l dan u merupakan batas paling bawah (*lower*) dan batas paling atas (*upper*) dari bilangan *fuzzy*. Rentang tersebut biasanya direfleksikan oleh pembuat keputusan sebagai sikap pesimis, moderate, dan optimis. Sikap pesimis dimunculkan sebagai nilai terendah (l) dari rentang, sikap moderate dimunculkan sebagai nilai tengah (m) dari rentang, dan sikap optimis dimunculkan sebagai nilai tertinggi (u) dari rentang.

Suatu bilangan *fuzzy* A pada R merupakan suatu TFN jika fungsi keanggotaannya $\mu_{\tilde{A}}(x): R \rightarrow [0, 1]$ adalah didefinisikan pada persamaan (5) dan fungsi keanggotaannya digambarkan pada Gambar 2.^[3]

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



Gambar Fungsi keanggotaan TFN

Ada beberapa operasi aritmatika *fuzzy* yang mendasar pada TFN (Prakash, 2003). Misalkan $A = (l_a, m_a, u_a)$ dan $B = (l_b, m_b, u_b)$ adalah dua TFN, maka:

a. Penjumlahan

$$A + B = (l_a + l_b, m_a + m_b, u_a + u_b)$$

b. Pengurangan

$$A - B = (l_a - l_b, m_a - m_b, u_a - u_b)$$

c. Perkalian

$$AB = (l_a l_b, m_a m_b, u_a u_b)$$

untuk l_a dan $l_b > 0$, m_a dan $m_b > 0$,
 u_a dan $u_b > 0$

Perkalian skalar:

$$\forall k > 0, k \in \mathbb{R}, kA = (kl_a, km_a, ku_a)$$

$$\forall k > 0, k \in \mathbb{R}, kB = (kl_b, km_b, ku_b)$$

d. Pembagian

$$\frac{A}{B} = \left[\frac{l_a}{u_b}, \frac{m_a}{m_b}, \frac{u_a}{l_b} \right]$$

untuk l_a dan $l_b > 0$, m_a dan $m_b > 0$,

u_a dan $u_b > 0$

e. Invers

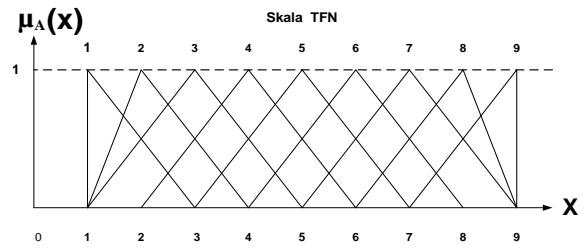
$$A^{-1} = \left[\frac{1}{u_a}, \frac{1}{m_a}, \frac{1}{l_a} \right]$$

$$B^{-1} = \left[\frac{1}{u_b}, \frac{1}{m_b}, \frac{1}{l_b} \right]$$

untuk l_a dan $l_b > 0$, m_a dan $m_b > 0$,

u_a dan $u_b > 0$

Dalam penelitian ini, teknik perhitungan untuk variabel linguistik untuk membandingkan dua kriteria/dua subkriteria dan dua alternatif (untuk mengukur nilai kinerja tiap-tiap alternatif pada tiap-tiap subkriteria) berdasarkan pada bilangan-bilangan *fuzzy*. Tiap-tiap fungsi keanggotaan (skala bilangan *fuzzy*) didefinisikan dengan tiga bilangan parameter TFN yang simetris: poin kiri, poin tengah, dan poin kanan dari range sepanjang fungsi itu didefinisikan. Fungsi keanggotaan skala TFN dalam variabel linguistik pada Tabel 3 dan Gambar 3 untuk membandingkan dua kriteria, subkriteria, dan peserta untuk selisih nilai untuk alternatif.



Gambar Membandingkan dua kriteria, dua subkriteria, dan dua peserta

Perhitungan F-AHP yang memakai proses yang bergantung pada hirarki ini, menurut metode analisis perkembangan Chang, tiap-tiap kriteria adalah diambil dan analisis perkembangan untuk tiap-tiap kriteria C_x dilakukan secara berturut-turut. Oleh sebab itu nilai-nilai analisis perkembangan n untuk tiap-tiap kriteria bisa diperoleh dengan memakai notasi \tilde{C}_{xy} yang menyatakan nilai TFN yang berkaitan *pairwise comparison* dari kriteria x terhadap kriteria y yang digambarkan dengan (l_{xy}, m_{xy}, u_{xy}) dan seluruh \tilde{C}_{xy} ($y = 1, 2, 3, \dots, n$) adalah *Triangular Fuzzy Numbers* (TFN) untuk tiap-tiap kriteria C_x . Langkah-langkah analisis Chang bisa diberikan sebagai berikut.^[2]

a. Menghitung nilai *fuzzy synthetic extent* (\tilde{S}_x) dari tiap-tiap *pairwise comparison* pada kriteria ke x didefinisikan dengan persamaan (12).

$$\tilde{S}_x = \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{xy} \otimes \left[\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ky} \right]^{-1}; x = 1, 2, \dots, n$$

di mana n adalah ukuran dari matriks *Ajudgement fuzzy*/jumlah kriteria atau subkriteria, k adalah gabungan kriteria pada baris ke i di mana $i = 1$ sampai dengan n , y adalah kriteria pada kolom ke i dimana $i = 1$ sampai dengan n . Untuk memperoleh persamaan: $\sum_{y=1}^n \tilde{C}_{xy}$

melakukan “operasi penambahan fuzzy” dari nilai-nilai analisis perkembangan n untuk sebuah matriks tertentu diberikan dalam persamaan (13), pada langkah terakhir perhitungan kumpulan baru (l , m , u) adalah diperoleh dan dipakai untuk yang berikut:

$$\sum_{y=1}^n \tilde{C}_{xy} = \left(\sum_{y=1}^n l_{xy}, \sum_{y=1}^n m_{xy}, \sum_{y=1}^n u_{xy} \right); x = 1, 2, \dots, n$$

dimana l adalah nilai batas lebih bawah (*lower*), m adalah nilai yang paling menjanjikan (*most promising*), dan u adalah nilai batas lebih atas (*upper*).

Dan untuk memperoleh persamaan:

$$\left[\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ky} \right]^{-1} \text{ atau } \left[\sum_{y=1}^n \tilde{C}_{1y} + \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{2y} + \dots + \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ny} \right]^{-1}$$

melakukan “operasi penambahan fuzzy” dari \tilde{C}_{ky} dengan persamaan (14):

$$\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ky} = \left(\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n l_{ky}, \sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n m_{ky}, \sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n u_{ky} \right) \text{ atau}$$

$$\left[\left(\sum_{y=1}^n l_{1y}, \sum_{y=1}^n m_{1y}, \sum_{y=1}^n u_{1y} \right) + \dots + \left(\sum_{y=1}^n l_{ny}, \sum_{y=1}^n m_{ny}, \sum_{y=1}^n u_{ny} \right) \right]$$

dan kemudian menghitung *inverse* (kebalikan) dari vektor pada persamaan (14), persamaan (15) kemudian diperoleh seperti:

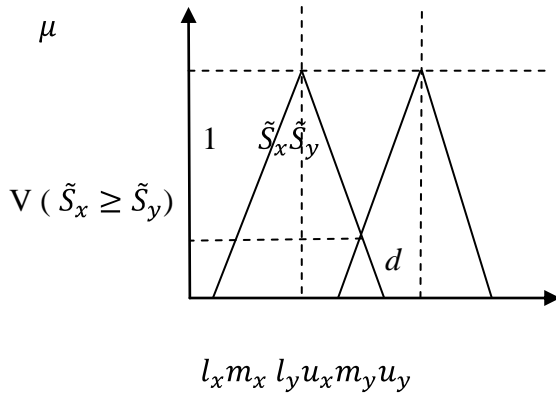
$$\left[\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ky} \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n u_{ky}}, \frac{1}{\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n m_{ky}}, \frac{1}{\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n l_{ky}} \right]$$

- b. Mendapatkan nilai rangking fuzzy dari \tilde{S}_x dengan \tilde{S}_x dibandingkan dengan nilai *syntethic extent* pada A , yaitu: $\tilde{S}_y = (l_y, m_y, u_y)$. Menurut Chang, *degree of possibility* pada $\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y$ diperoleh dengan persamaan (16):

$$V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y) = hgt(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y) = \mu_{\tilde{S}_x}(d) =$$

$$\begin{cases} 1, & \text{jika } m_x \geq m_y \\ 0, & \text{jika } l_y \geq u_x \\ \frac{l_y - u_x}{(m_x - u_x) - (m_y - l_y)}, & \text{jika} \\ & \text{tidak memenuhi } m_x \geq m_y \text{ dan } l_y \geq u_x \end{cases}$$

di mana d adalah titik interseksi yang paling tinggi D antara $\mu_{\tilde{S}_x}$ dan $\mu_{\tilde{S}_y}$ (Gambar 4).



Gambar Interseksi antara \tilde{S}_x dan \tilde{S}_y

- c. Menghitung *degree of possibility* \tilde{S}_x di sepanjang seluruh bilangan *fuzzzy* lainnya ($n-1$) dengan memakai persamaan:

$$V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y \mid y = 1, \dots, n; y \neq x) = \min V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y); x = 1, 2, \dots, n$$

$$y \in (1, \dots, n), y \neq x$$

- d. Tentukan vektor bobot kepentingan yang dinormalisasikan $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ dari matriks *Ajudgementfuzzy* dengan memakai persamaan:

$$w_x = \frac{V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y \mid y = 1, \dots, n; y \neq x)}{\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_y \mid y = 1, \dots, n; y \neq k)}; x = 1, \dots, n$$

dimana w_x adalah angka-angka nonfuzzy.

C. METODOLOGI PENELITIAN

Sesuai dengan kebutuhan dalam penelitian ini langkah-langkah penelitiannya adalah sebagai berikut :

Definisikan masalah dan identifikasikan tujuan/sasaran, kriteria, subkriteria, maupun alternatif-alternatif keputusan.

Dalam penelitian ini ditentukan 4 kriteria, yaitu: administrasi (**AM**), teknis (**TS**), harga (**HR**), dan kualifikasi (**KS**).

Kriteria Administrasi memiliki 4 subkriteria, yaitu: surat penawaran (**AM₁**); surat jaminan penawaran asli dari bank umum, perusahaan penjaminan, atau perusahaan asuransi sebesar 3% dari HPS (**AM₂**); daftar kuantitas dan harga/RAB (**AM₃**); analisa harga satuan mata pembayaran utama (**AM₄**).

Kriteria Teknis memiliki 5 subkriteria, yaitu: metode pelaksanaan dan gambar (**TS₁**); jadwal waktu pelaksanaan (**TS₂**); spesifikasi teknis, yaitu: analisa harga satuan mata pembayaran utama, daftar harga satuan dasar bahan, daftar harga satuan dasar upah, dan daftar harga satuan dasar peralatan (**TS₃**); daftar peralatan utama berdasarkan kondisi setiap peralatan, peralatan tersebut tidak dalam sedang permasalahan dengan pihak ketiga, jenis peralatan, jumlah peralatan, kapasitas peralatan, dan kepemilikan peralatan (**TS₄**); daftar personil inti berdasarkan sertifikat/ijazah, pengalaman personil, kualifikasi personil, dan jumlah personil (**TS₅**).

Kriteria Harga memiliki 3 subkriteria, yaitu: harga penawaran (dalam daftar kuantitas dan harga) terkoreksi dibanding dengan pagu anggaran (**HR₁**); harga penawaran (dalam daftar kuantitas dan

harga) terkoreksi dibanding dengan HPS (**HR₂**); preferensi harga atas tingkat komponen dalam negeri (**HR₃**).

Kriteria Kualifikasi memiliki 8 subkriteria, yaitu: surat pernyataan (minat untuk mengikuti pelelangan, memiliki kinerja baik, kebenaran dokumen, tidak menuntut apapun apabila mendapatkan kerugian yang dialami (**KS₁**); ijin usaha jasa konstruksi (IUJK) subbidang jasa pemborongan, sertifikat badan usaha (SBU), tanda daftar perusahaan (TDP) (**KS₂**); kondisi keuangan, yaitu: memiliki Kemampuan Dasar (KD) pada bidang dan subbidang pekerjaan yang sesuai untuk bukan usaha kecil dalam 10 tahun terakhir, melampirkan Sisa Kemampuan Keuangan (SKK), melampirkan neraca perusahaan dan laporan keuangan tahun terakhir yang sudah diaudit oleh akuntan publik, memiliki Sisa Kemampuan Paket (SKP), memiliki surat dukungan pemodal dari bank minimal 10% dari nilai total HPS (**KS₃**); melampirkan Pakta Integritas, Surat Perjanjian Kerjasama/Kemitraan apabila kontraktor akan melakukan kemitraan dalam pelaksanaan pekerjaan khususnya dalam modal (**KS₄**); struktur organisasi, yaitu: akte pendirian perusahaan, surat keterangan domisili perusahaan yang masih berlaku, NPWP yang berlaku, susunan kepemilikan saham PT/CV, susunan kepengurusan, dan Kartu Tanda Penduduk

(KTP) pengurus perusahaan (**KS₅**); pengalaman perusahaan minimal satu paket pekerjaan yang sejenis dalam waktu 4 tahun terakhir (bukan untuk perusahaan yang berdiri kurang dari 3 tahun) yang dilegalisir oleh instansi pemberi tugas, menyampaikan daftar perolehan pekerjaan yang sedang dilaksanakan, dan memiliki kemampuan menyediakan personil dan peralatan (**KS₆**); dokumen pajak, yaitu: Surat Pengukuhan Pengusaha Kena Pajak/PKP, perpajakan tahun pajak terakhir/SPT Tahunan, laporan bulanan PPH/PPN paling kurang tiga bulan terakhir dalam tahun berjalan atau Surat Keterangan Fiskal/SKF, bukti pelunasan pajak tahun terakhir, Surat Setoran Pajak/SSP Bulanan PPH dan PPN sekurang-kurangnya tiga bulan terakhir (**KS₇**); dan formulir isian penilaian kualifikasi (**KS₈**).

Alternatif-alternatif keputusan dalam penelitian ini terdiri dari 4 peserta tender, yaitu: CV. Maju Lestari (ML), CV. Dunia Jaya (DJ), CV. Sulawesi Makmur(SM), CV. Makassar Jaya(KJ), CV. Sinar Rejeki (SR), dan CV. Dipa Raya (DR).

Membuat struktur hirarki AHP

Berikut di bawah ini terdapat struktur hirarki AHP yang terdiri dari tujuan/sasaran pada level pertama, kriteria pada level kedua, subkriteria pada level ketiga, dan

alternatif-alternatif keputusan (peserta tender) pada level keempat

Struktur hirarki AHP, yaitu:

- a. Level teratas (level 1) adalah tujuan/sasaran dari SPK yang dibangun. Tujuan/sasaran tersebut adalah penentuan pemenang tender.
- b. Level 2 adalah membagi masalah yang kompleks tersebut menjadi kriteria-kriteria di mana terdiri dari 4 kriteria, yaitu: administrasi (AM), teknis (TS), harga (HR), dan kualifikasi (KS).
- c. Level 3 adalah membagi kriteria-kriteria menjadi subkriteria-subkriteria. Kriteria administrasi (AM), terdiri dari: AM₁-AM₄; kriteria teknis (TS) terdiri dari: TS₁-TS₅; kriteria harga (HR) terdiri dari: HR₁-HR₃; kriteria kualifikasi (KS) terdiri dari: KS₁-KS₈.
- d. Level 4 adalah menentukan skenario-skenario (alternatif-alternatif) yang akan menghasilkan nilai keputusan akhir dan perangkungan dari masing-masing alternatif, yang akhirnya akan dipilih alternatif yang memiliki perangkungan teratas, agar sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Alternatif-alternatif terdiri dari 6 peserta tender, yaitu: CV. Maju Lestari (ML), CV. Dunia Jaya (DJ), CV. Sulawesi Makmur (SM), CV. Makassar Jaya (KJ), CV. Sinar Rejeki (SR), dan CV. Dipa Raya (DR) yang semuanya

memiliki total bobot akhir dan perangkungan.

1. Perlu diingat bahwa nilai matriks yang berada di bawah diagonal satu (1,1,1) bersifat resiprokal sesuai persamaan (11) di mana l (*lower*) akan menjadi $1/u$, m (*middle*) akan menjadi $1/m$, dan u (*upper*) akan menjadi $1/l$. Hasil nilai matriks *pairwise comparison* antar kriteria (TFN).

Hitung fuzzysynthetic extents (\tilde{S}_x) semua kriteria

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Sesuai persamaan (13), maka dapat dihitung:

Administrasi (AM):

$$\sum_{y=1}^4 l_{1y} = l_{11} + l_{12} + l_{13} + l_{14} = 1+1+2+2 = 6$$

$$\sum_{y=1}^4 m_{1y} = m_{11} + m_{12} + m_{13} + m_{14} = 1+2+4+4 = 11$$

$$\sum_{y=1}^4 u_{1y} = u_{11} + u_{12} + u_{13} + u_{14} = 1+4+6+6 = 17$$

Harga (HR):

$$\sum_{y=1}^4 l_{2y} = l_{21} + l_{22} + l_{23} + l_{24} = 0,25+1+1+1 = 0,25+3=3,25$$

$$\sum_{y=1}^4 m_{2y} = m_{21} + m_{22} + m_{23} + m_{24} = 0,5 + 1+3+3 = 0,5+7=7,5$$

$$\sum_{y=1}^4 u_{2y} = u_{21} + u_{22} + u_{23} + u_{24} = 1+1+5+5 = 12$$

Teknis (TS):

$$\sum_{y=1}^4 l_{3y} = l_{31} + l_{32} + l_{33} + l_{34} = 0,1667 +$$

$$0,2 + 1 + 1 = 2,3667$$

$$\sum_{y=1}^4 m_{3y} = m_{31} + m_{32} + m_{33} + m_{34} =$$

$$0,25 + 0,3333 + 1 + 1 = 2,5833$$

$$\sum_{y=1}^4 u_{3y} = u_{31} + u_{32} + u_{33} + u_{34} =$$

$$0,5 + 1 + 1 + 3 = 5,5$$

Kualifikasi (KS):

$$\sum_{y=1}^4 l_{4y} = l_{41} + l_{42} + l_{43} +$$

$$l_{44} = 0,1667 + 0,2 + 0,3333 + 1 = 1,7$$

$$\sum_{y=1}^4 m_{4y} = m_{41} + m_{42} + m_{43} + m_{44} =$$

$$0,25 + 0,3333 + 1 + 1 = 2,5833$$

$$\sum_{y=1}^4 u_{4y} = u_{41} + u_{42} + u_{43} + u_{44} =$$

$$0,5 + 1 + 1 + 1 = 3,5$$

Sesuai persamaan (14), maka dapat dihitung:

$$\sum_{k=1}^4 \sum_{y=1}^4 l_{ky} = (l_{11} + l_{12} + l_{13} + l_{14}) +$$

$$(l_{21} + l_{22} + l_{23} + l_{24}) + (l_{31} + l_{32} + l_{33} + l_{34}) + (l_{41} + l_{42} + l_{43} + l_{44}) =$$

$$6 + 3,25 + 2,3667 + 1,7 = 13,3167$$

(sama untuk tiap-tiap kriteria)

$$\sum_{k=1}^4 \sum_{y=1}^4 m_{ky} = (m_{11} + m_{12} + m_{13} +$$

$$m_{14}) + (m_{21} + m_{22} + m_{23} + m_{24}) +$$

$$(m_{31} + m_{32} + m_{33} + m_{34}) +$$

$$m_{41} + m_{42} + m_{43} + m_{44}) =$$

$$11 + 7,5 + 2,5833 + 2,5833 = 23,6667$$

(sama untuk tiap-tiap kriteria)

$$\sum_{k=1}^4 \sum_{y=1}^4 u_{ky} = (u_{11} + u_{12} + u_{13} + u_{14}) +$$

$$(u_{21} + u_{22} + u_{23} + u_{24}) + (u_{31} + u_{32} +$$

$$u_{33} + u_{34}) + (u_{41} + u_{42} + u_{43} + u_{44}) =$$

$$17 + 12 + 5,5 + 3,5 = 38$$

(sama untuk tiap-tiap kriteria)

2. Sesuai persamaan (15), maka dapat dihitung:

$$\left[\sum_{k=1}^4 \sum_{y=1}^4 l_{ky} \right]^{-1} = 1/38 = 0,0263$$

(sama untuk tiap-tiap kriteria)

$$\left[\sum_{k=1}^4 \sum_{y=1}^4 m_{ky} \right]^{-1} = 1/23,6667 = 0,0423$$

(sama untuk tiap-tiap kriteria)

$$\left[\sum_{k=1}^4 \sum_{y=1}^4 u_{ky} \right]^{-1} = 1/13,3167 = 0,0751$$

(sama untuk tiap-tiap kriteria)

3. Sesuai persamaan (12), maka didapatkan hasil:

$$S_l \text{ untuk administrasi} = 6 \times 0,0263 = 0,1579$$

$$S_m \text{ untuk administrasi} = 11 \times 0,0423 = 0,4648$$

$$S_u \text{ untuk administrasi} = 17 \times 0,0751 = 1,2766$$

Untuk nilai *fuzzy synthetic extents* pada kriteria lain, caranya sama seperti yang telah diuraikan.

Hasil nilai *fuzzy synthetic extents* semua kriteria

Tabel Fuzzysynthetic extent semua kriteria

Kriteria	$\sum C_{xy}$			$\sum \sum C_{ky}$		
	l_{xy}	m_{xy}	u_{xy}	l_{ky}	m_{ky}	u_{ky}
AM	6	11	17	13,3167	23,6667	38
HR	3,25	7,5	12	13,3167	23,6667	38
TS	2,3667	2,5833	5,5	13,3167	23,6667	38
KS	1,7	2,5833	3,5	13,3167	23,6667	38

Tabel Fuzzysynthetic extent

Kriteria	S		
	l	m	U

AM	0,1579	0,4648	1,2766
HR	0,0855	0,3169	0,9011
TS	0,0623	0,1092	0,4130
KS	0,0447	0,1092	0,2628

Hitung *degree possibility* semua kriteria

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1. Sesuai persamaan (16), maka dapat dihitung perbandingan *fuzzysynthetic extents* (l, m, u) kriteria satu (x) terhadap *fuzzy synthetic extents* (l, m, u) kriteria lainnya (y) dengan syarat kriteria satu (x) tidak boleh dibandingkan dengan kriteria itu sendiri (y). Contoh: nilai *fuzzy synthetic extents* (l, m, u) administrasi dibandingkan terhadap *fuzzy synthetic extents* (l, m, u) kriteria lainnya. Maka dapat dihitung:

$AM \geq HR; m_{AD} \geq m_{HG} \rightarrow 0,4648 \geq 0,3169 \rightarrow degree=1$, maka persyaratan yang lain tidak memenuhi.

$AM \geq TS; m_{AD} \geq m_{TK} \rightarrow 0,4648 \geq 0,1092 \rightarrow degree=1$, maka persyaratan yang lain tidak memenuhi

$AM \geq KS; m_{AD} \geq m_{KL} \rightarrow 0,4648 \geq 0,1092 \rightarrow degree=1$, maka persyaratan yang lain tidak memenuhi.

2. Sesuai persamaan (17), maka dapat dihitung minimum *degree of possibility* kriteria setelah langkah (1). Contoh: setelah langkah (1), maka didapatkan minimum of *degree of possibility* pada administrasi adalah 1.

3. Sesuai persamaan (18), maka dapat dihitung normalisasi (*eigenvector*) dari tiap-tiap kriteria dengan cara membagi minimum *degree of possibility* kriteria tertentu dengan total minimum *degree of possibility* seluruh kriteria.

4. Dari hasil normalisasi dari tiap-tiap kriteria didapatkan perangkikan teratas dari nilai normalisasi yang terbesar.

Cek rasio konsistensi (CR) semua kriteria dan *revising judgement*

Langkah-langkah pada tahap pengecekan rasio konsistensi semua kriteria/subkriteria adalah:

1. Buat matriks λ (sesuai jumlah kriteria, yaitu: $n \times n$) dengan rumus *geomean* di mana nilai matriks kriteria satu (baris atau x) terhadap kriteria lain (kolom atau y) adalah *Geomean* (l_{xy}, m_{xy}, u_{xy}) dari matriks *pairwise comparison* antar kriteria (TFN) dikali dengan hasil pembagian antara normalisasi kriteria y dengan normalisasi kriteria x dari tabel *degree of possibility* kriteria. *Geomean* (l_{xy}, m_{xy}, u_{xy}) adalah
$$\sqrt[n]{(l_{xy} * m_{xy} * u_{xy})}$$
 di mana n merupakan banyaknya bilangan. Contoh: nilai λ untuk kriteria administrasi terhadap kriteria harga adalah
$$\sqrt[3]{(1 * 2 * 4)} * (0,3364 / 0,4033) = 1,6681.$$

2. Hitung jumlah λ pada tiap-tiap kolom pada matriks λ
3. Hitung λ maksimum dengan menghitung *geomean* dari seluruh nilai jumlah λ pada tiap-tiap kolom. Contoh: λ maksimum pada kriteria adalah
$$\sqrt[4]{(3,4659 * 4,962 * 5,0244 * 3,2884)} = 4,1057$$
4. Hitung CI (Indeks Konsistensi), yaitu: $(\lambda_{maksimum} - n) / (n - 1)$ di mana n merupakan banyaknya kriteria/subkriteria.
5. Dapatkan RI (Indeks Random) sesuai dengan ukuran matriks kriteria/subkriteria yang terdapat pada Tabel 3.2.
6. Hitung CR (Rasio Konsistensi), yaitu: CI / RI . Syarat rasio konsistensi adalah $CR \leq 0,1$ dan tidak negatif.
7. Jika CR kriteria telah memenuhi, maka ke tahap selanjutnya.

Hasil keseluruhan perhitungan pengecekan rasio konsistensi semua kriteria

Tabel Cek rasio konsistensi semua kriteria

Kriteria	AM	HR	TS	KS
AM	1	1,6681	1,5181	0,8280
HR	0,5995	1	1,2352	0,6737
TS	0,6587	0,8096	1	0,7867
KS	1,2077	1,4843	1,2712	1
$\Sigma \lambda$	3,4659	4,962	5,0244	

$$3,2884$$

$$\lambda_{maksimum} = 4,1057$$

$$CI = 0,0352$$

$$RI = 0,9$$

$$CR = 0,0391 \leq 0,1 \text{ Konsisten}$$

Jika nilai CR tidak memenuhi syarat, maka hitung *revising judgement* untuk menentukan baris dan kolom mana yang perlu diubah pada nilai matriks *pairwise comparison* (skala AHP) antar kriteria/subkriteria.

Langkah-langkah pada tahap *revising judgement* semua kriteria/subkriteria adalah:

1. Hitung nilai matriks rasio prioritas kriteria satu (baris atau x) terhadap kriteria lain (kolom atau y) dengan rumus *geomean*, yaitu absolut dari hasil pengurangan antara *geomean* (l_{xy} , m_{xy} , u_{xy}) dari matriks *pairwise comparison* antar kriteria (TFN) dengan hasil pembagian antara normalisasi kriteria x dengan normalisasi kriteria y dari tabel *degree of possibility* kriteria. Contoh: nilai matriks rasio prioritas kriteria administrasi terhadap kriteria harga adalah
$$\left| \sqrt[3]{(1 * 2 * 4)} - (0,4033 / 0,3364) \right| = 0,801.$$
2. Hitung total nilai matriks rasio prioritas pada tiap-tiap baris.
3. Tentukan total nilai matriks rasio prioritas yang maksimum. Itu berarti dapat menentukan nomor baris yang dapat diubah. Contoh: pada Tabel 8

sesuai penelitian ini dapat ditentukan total nilai matriks rasio prioritas yang maksimum, yaitu: 2,7962 (nomor baris 1).

4. Dari baris yang memiliki total matriks rasio prioritas yang maksimum, dapat ditentukan nilai maksimum dari deretan baris tersebut. Itu berarti dapat menentukan nomor kolom yang dapat diubah. Contoh: pada Tabel 8 sesuai penelitian ini dari sederetan baris 1 (maksimum) yang memiliki nilai maksimum adalah 1,2403 (nomor kolom 3).
5. Setelah nomor baris dan kolom diperoleh, maka kembali ke tahap memberikan nilai *matrikspairwise comparison* (TFN) antar kriteria. Kemudian dilanjutkan ke tahap menghitung *fuzzy synthetic extents* kriteria, *degree of possibility* kriteria, cek rasio konsistensi hingga didapatkan rasio konsistensi ($CR \leq 0,1$ dan tidak negatif).

Hasil perhitungan *revising judgement* semua kriteria terdapat pada Tabel 8. Ini bersifat opsional karena bertujuan hanya untuk memperkecil nilai rasio konsistensi, meskipun sudah mencapai rasio konsistensi.

Tabel Revising judgement semua kriteria

Kriteria	AM	HR	TS	KS	Jumlah
AM	0	0,801	1,2403	0,7549	2,7962
HR	0,3340	0	0,4695	1,1945	1,9981
TS	0,1426	0,0954	0	0,3912	0,6291

KS	0,0473	0,1323	0,1479	0	0,3276
----	--------	--------	--------	---	--------

Nilai maksimum jumlah: 2,7962 (baris 1)

Nilai maksimum dari baris yang memiliki nilai maksimum jumlah: 1,2403 (kolom 3)

Memberi nilai matrikspairwise comparison dengan nilai TFN (l, m, u) antar subkriteria pada semua kriteria

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini sama dengan tahap C. Tahap ini harus dilakukan untuk semua subkriteria pada semua kriteria. Hasil tahap ini untuk kriteria administrasi dan harga. **Hitung *fuzzysynthetic extents* (\tilde{S}_x) semua subkriteria pada semua kriteria**

Langkah-langkah pada tahap ini sama dengan tahap D. Tahap ini harus dilakukan untuk semua subkriteria pada semua kriteria.

Hitung *degree of possibility* semua subkriteria pada semua kriteria

Langkah-langkah pada tahap ini sama dengan tahap E. Tahap ini harus dilakukan pada semua subkriteria pada semua kriteria. Contoh hasil tahap ini untuk kriteria Administrasi dan kriteria Harga

Cek rasio konsistensi (CR) semua subkriteria pada semua kriteria dan *revising judgement* semua subkriteria pada kriteria tertentu

Langkah-langkah pada tahap ini sama dengan tahap F. Pengecekan rasio konsistensi (CR) pada semua subkriteria harus dilakukan pada semua kriteria dan

harus semua memenuhi rasio konsistensi. Jika tidak memenuhi, maka harus dilakukan *revising judgement* pada semua subkriteria pada kriteria tertentu hingga memenuhi rasio konsistensi.

Tabel Cek rasio konsistensi semua subkriteria pada administrasi

Subkriteria Administrasi i	AM ₁	AM ₂	AM ₃	AM ₄
AM ₁	1	1.442 2	1.442 2	1.442 2
AM ₂	0.693 4	1	1.442 2	1.442 2
AM ₃	0.693 4	0.693 4	1	1.442 2
AM ₄	0.693 4	0.693 4	0.693 4	1
Jumlah λ	3.080 1	3.829 0	4.577 9	5.326 7

$$\lambda \text{ maksimum} = 4.1181$$

$$CI = 0.0394$$

$$RI = 0,9$$

$$CR = 0.0437 \text{ (konsisten)}$$

Tabel Cek rasio konsistensi semua subkriteria pada teknik

Subkriteria Teknis	TS ₁	TS ₂	TS ₃	TS ₄	TS ₅
TS ₁	1	1,6991	1,7208	1,3446	0,7843
TS ₂	0,5886	1	1,3746	1,0741	0,6265
TS ₃	0,5811	0,7275	1	1,1270	0,6574
TS ₄	0,7437	0,9310	0,8873	1	0,8413
TS ₅	1,275	1,5961	1,5212	1,1887	1
Jumlah λ	4,1883	5,9538	6,5039	5,7343	3,9095

$$\lambda \text{ maksimum} = 5,1537$$

$$CI = 0,0384$$

$$RI = 1,12$$

$$CR = 0,0343 \text{ (konsisten)}$$

Tabel Cek rasio konsistensi semua subkriteria pada harga

Subkriteria Harga	HR ₁	HR ₂	HR ₃
HR ₁	1	1.4422	1.4422
HR ₂	0.6934	1	1.4422
HR ₃	0.6934	0.6934	1
Jumlah λ	2.3867	3.1356	3.8845

$$\lambda \text{ maksimum} = 3.0748$$

$$CI = 0.0374$$

$$RI = 0,58$$

$$CR = 0.0645 \text{ (konsisten)}$$

Hitung *composite weight* subkriteria

Pada tahap ini perhitungan *composite weight* subkriteria adalah mengalikan normalisasi setiap subkriteria dengan normalisasi kriteria yang berkaitan dengan subkriteria tersebut.

Tabel *Composite weight* semua subkriteria

Kriteria	Normalisasi	<i>Composite Weight</i>
AM	0,4033	
HR	0,3364	
TS	0,1685	
KS	0,0919	
Subkriteria		
AM ₁	0,25	0,1008
AM ₂	0,25	0,1008
AM ₃	0,25	0,1008
AM ₄	0,25	0,1008
TS ₁	0,3438	0,0579
TS ₂	0,2921	0,0492
TS ₃	0,1628	0,0274
TS ₄	0,1272	0,0214
TS ₅	0,0742	0,0125
HR ₁	0,3333	0,1121
HR ₂	0,3333	0,1121
HR ₃	0,3333	0,1121
KS ₁	0,125	0,0115
KS ₂	0,125	0,0115

KS₃	0,125	0,0115
KS₄	0,125	0,0115
KS₅	0,125	0,0115
KS₆	0,125	0,0115
KS₇	0,125	0,0115
KS₈	0,125	0,0115

Memberi nilai peserta tender pada semua subkriteria

Tahap ini merupakan pemberian nilai peserta tender untuk semua subkriteria dengan rentang nilai dari 0 sampai 10 dan kelipatan 0.5. Nilai 10 atau nilai 6-10 untuk HR₂ artinya ada dan sesuai, nilai 5 artinya ada dan tidak sesuai, nilai 0 artinya tidak ada. Jika dalam kondisi beberapa/banyak peserta memenuhi semua evaluasi kriteria dan memiliki harga penawaran terkoreksi terendah yang sama di bawah HPS, maka untuk subkriteria TS₁-TS₅ nilai 6-10 artinya ada dan sesuai.

Hitung matrik *pairwise comparison* (TFN) antar peserta tender untuk tiap-tiap subkriteria

Langkah pada tahap ini adalah menghitung selisih antara nilai peserta tender satu (baris) dengan nilai peserta tender lainnya (kolom) untuk tiap-tiap subkriteria pada matrik *pairwise comparison* antar peserta (TFN) yang berada di atas diagonal satu, kemudian selisih tersebut dikelompokkan dalam skala selisih nilai untuk alternatif sesuai Table 3. Nilai di bawah diagonal satu pada matrik *pairwise comparison* antar peserta (TFN) merupakan nilai kebalikan (resiprokal) dari

nilai yang berada di atas diagonal satu.

Contoh dihitung untuk subkriteria HR₂:

Nilai Peserta ML – nilai Peserta DJ = 9 – 6,5 = 2,5 (skala AHP=4)

Nilai Peserta ML – nilai Peserta SM = 9 – 9 = 0 (skala AHP = 1)

Nilai Peserta ML – nilai Peserta MJ = 9 – 0 = 0 (skala AHP = 1)

Nilai Peserta ML – nilai peserta SR = 9 – 6,5 = 2,5 (skala AHP = 4)

Nilai Peserta ML – nilai peserta DR = 9 – 7 = 2 (skala AHP = 3)

Nilai Peserta DJ – nilai Peserta SM = 6,5 – 9 = -2,5 (skala AHP = 1/4)

Nilai Peserta DJ – nilai Peserta MJ = 6,5 – 9 = -2,5 (skala AHP = 1/4)

Nilai Peserta DJ – nilai peserta SR = 6,5 – 6,5 = 0 (skala AHP = 1)

Nilai Peserta DJ – nilai peserta DR = 6,5 – 7 = -0,5 (skala AHP = 1/2)

Nilai Peserta SM – nilai Peserta MJ = 9 – 9 = 0 (skala AHP = 1)

Nilai Peserta SM – nilai peserta SR = 9 – 6,5 = 2,5 (skala AHP = 4)

Nilai Peserta SM – nilai peserta DR = 9 – 7 = 2 (skala AHP = 3)

Nilai Peserta MJ – nilai peserta SR = 9 – 6,5 = 2,5 (skala AHP = 4)

Nilai Peserta MJ – nilai peserta DR = 9 – 7 = 2 (skala AHP = 3)

Nilai peserta MJ – nilai peserta DR = 6,5 – 7 = -0,5 (skala AHP = 1/2)

Tabel *Fuzzy synthetic extents* peserta untuk semua subkriteria

Sub krit eria	CV. Maju Lestari (ML)			CV. Dunia Jaya (DJ)			CV. Sulawesi Makmur (SM)			CV. Makassar Jaya (KJ)			CV. Sinar Rejeki (SR)			CV. Dipa Raya (DR)		
	<i>S</i>			<i>S</i>			<i>S</i>			<i>S</i>			<i>S</i>			<i>S</i>		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
AM ₁	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
AM ₂	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
AM ₃	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
AM ₄	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
TS ₁	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	05	15	54	04	11	42	10	34	02	05	24	76	03	06	27	02	06	20
	03	19	78	09	79	00	17	89	25	93	23	69	24	95	39	49	95	09
TS ₂	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	05	15	56	03	08	32	07	28	93	06	25	80	04	15	48	02	08	24
	42	27	64	49	00	37	23	36	05	33	09	92	62	27	55	69	00	28
TS ₃	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	08	25	78	03	05	21	08	25	72	07	25	65	02	05	14	04	11	39
	99	69	86	09	96	36	24	69	29	49	69	72	34	96	79	04	01	43
TS ₄	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	05	17	60	04	08	40	07	27	92	06	27	84	03	08	32	02	08	24
	42	20	52	40	96	35	23	96	80	43	96	73	59	96	28	79	96	21
TS ₅	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
HR ₁	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
HR ₂	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	08	25	78	03	05	21	08	25	72	07	25	65	02	05	14	04	11	39
	99	69	86	09	96	36	24	69	29	49	69	72	34	96	79	04	01	43
HR ₃	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	09	16	61	08	16	53	07	16	46	06	16	38	05	16	30	04	16	23
	09	67	54	08	67	85	07	67	15	06	67	46	05	67	77	04	67	08
KS ₁	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	08	19	62	08	19	56	07	19	49	06	19	43	05	19	36	02	04	11
	92	05	98	07	05	35	22	05	72	37	05	09	52	05	46	34	76	60
KS ₂	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
	10	26	74	03	06	25	09	26	68	08	26	62	03	06	19	02	06	13
	17	67	63	95	67	37	42	67	66	66	67	69	20	67	40	45	67	43

KS₃	0. 08 92	0. 19 05	0. 62 98	0. 08 07	0. 19 05	0. 56 35	0. 07 22	0. 19 05	0. 49 72	0. 06 37	0. 19 05	0. 43 09	0. 05 52	0. 19 05	0. 36 46	0. 02 34	0. 04 76	0. 11 60
KS₄	0. 09 09	0. 16 67	0. 61 54	0. 08 08	0. 16 67	0. 53 85	0. 07 07	0. 16 67	0. 46 15	0. 06 06	0. 16 67	0. 38 46	0. 05 05	0. 16 67	0. 30 77	0. 04 04	0. 16 67	0. 23 08
KS₅	0. 09 09	0. 16 67	0. 61 54	0. 08 08	0. 16 67	0. 53 85	0. 07 07	0. 16 67	0. 46 15	0. 06 06	0. 16 67	0. 38 46	0. 05 05	0. 16 67	0. 30 77	0. 04 04	0. 16 67	0. 23 08
KS₆	0. 10 17	0. 26 67	0. 74 63	0. 03 95	0. 06 67	0. 25 37	0. 09 42	0. 26 67	0. 68 66	0. 08 66	0. 26 67	0. 62 69	0. 03 20	0. 06 67	0. 19 40	0. 02 45	0. 06 67	0. 13 43
KS₇	0. 08 92	0. 19 05	0. 62 98	0. 02 34	0. 04 76	0. 11 60	0. 08 07	0. 19 05	0. 56 35	0. 07 22	0. 19 05	0. 49 72	0. 06 37	0. 19 05	0. 43 09	0. 05 52	0. 19 05	0. 36 46
KS₈	0. 09 09	0. 16 67	0. 61 54	0. 08 08	0. 16 67	0. 53 85	0. 07 07	0. 16 67	0. 46 15	0. 06 06	0. 16 67	0. 38 46	0. 05 05	0. 16 67	0. 30 77	0. 04 04	0. 16 67	0. 23 08

A. Hitung *degree of possibility* peserta tender untuk tiap-tiap subkriteria

Langkah-langkah pada tahap ini sama dengan tahap E. Hasil tahap ini terdapat pada Tabel 25.

Tabel *Degree of possibility* peserta untuk semua subkriteria

Subkr iteria	CV. Maju Lestari (ML)		CV. Dunia Jaya (DJ)		CV. Sulawesi Makmur (SM)		CV. Makassar Jaya (KJ)		CV. Sinar Rejeki (SR)		CV. Dipa Raya (DR)	
	Norm alisasi	Ra nk	Norm alisasi	Ra nk	Norm alisasi	Ra nk	Norm alisasi	Ra nk	Norm alisasi	Ra nk	Norm alisasi	Ra nk
AM₁	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
AM₂	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
AM₃	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
AM₄	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
TS₁	0.1836	3	0.1534	4	0.2647	1	0.2281	2	0.1009	5	0.0693	6
TS₂	0.1751	3	0.1223	5	0.2215	1	0.2120	2	0.1682	4	0.1009	6
TS₃	0,2333	1	0,0899	3	0,2333	1	0,2333	1	0,0530	4	0,1574	2
TS₄	0.1846	2	0.1410	3	0.2218	1	0.2218	1	0.1261	4	0.1047	5
TS₅	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
HR₁	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
HR₂	0,2333	1	0,0899	3	0,2333	1	0,2333	1	0,0530	4	0,1574	2
HR₃	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
KS₁	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,0307	2
KS₂	0,2572	1	0,1111	2	0,2572	1	0,2572	1	0,0812	3	0,0361	4
KS₃	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,0307	2
KS₄	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
KS₅	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1
KS₆	0,2572	1	0,1111	2	0,2572	1	0,2572	1	0,0812	3	0,0361	4
KS₇	0,1939	1	0,0307	2	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1	0,1939	1
KS₈	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1	0,1667	1

Hitung bobot akhir peserta untuk semua subkriteria

Tahap ini merupakan perhitungan bobot akhir tiap-tiap peserta untuk semua subkriteria dengan mengalikan *composite weight* tiap-tiap subkriteria (Tabel 21) dengan normalisasi peserta untuk tiap-tiap subkriteria tersebut (Tabel 25). Hasil tahap ini terdapat pada Tabel 26.

Hitung total bobot akhir dan ranking semua peserta

Tahap ini adalah menghitung total bobot akhir dan ranking semua peserta dari ranking teratas yang memiliki total bobot akhir terbesar.

Tabel Total bobot akhir dan ranking semua peserta

Peserta Tender	Total Bobot Akhir	Ranking
CV. Sulawesi Makmur(SM)	0,1885	1
CV. Makassar Jaya(KJ)	0,1859	2
CV. Maju Lestari (ML)	0,1808	3
CV. Dunia Jaya (DJ)	0,1502	4
CV. Dipa Raya (DR)	0,1494	5
CV. Sinar Rejeki (SR)	0,1452	6

D. KESIMPULAN

1. Sistem pemilihan pemenang tender mampu menghasilkan pemenang tender terbaik sesuai dengan perhitungan metode *Fuzzy-AHP*.

2. Perhitungan dan pembobotan menggunakan metode *Fuzzy-AHP* mampu diimplementasikan dengan baik pada pemilihan pemenang tender.
3. Metode *Fuzzy-AHP* dapat menghitung pembobotan dan perankingan dalam kasus pengambilan keputusan multikriteria.
4. Dari hasil simulasi sistem dapat membuat keputusan pemenang tender yaitu CV. Sulawesi Makmuryang menduduki peringkat teratas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chan, F.T.S., et.al., 2008, Global Supplier Selection: A Fuzzy-AHP Approach, *International Journal of Production Research*, No. 14, Vol. 46, Hal. 3825-3857
- [2] Febransyah, A. and Utarja, J.B., 2004, A Fuzzy Based Decision Making Approach for Product Concept Selection, *Jurnal Teknik Industri Universitas Kristen Petra*, Vol. 6, No. 1, Hal. 25-36
- [3] Hsieh, T.Y., Lu, S.T., and Tzeng, G.H., 2004, Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection In Public Office Buildings, *International Journal of Project Management* 2, Hal. 573-584
- [4] Saaty, T.L., 1990, *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York
- [5] Sprague, R.H., and Barbara C, M., 1993, *Information Systems Management In Practice*, Englewood Cliffs, New Jersey
- [6] Sri Kusumadewi, Sri Hartati, Agus Harjoko dan Retantyo W., 2006, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*

- (*Fuzzy MADM*), Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [7] Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Edisi 2, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Turban, E. and Aronson, J.E., 2001, *Decision Support System and Intelligent System*, sixth edition, Prentice Hall, New Jersey
- [9] Vahidnia, M.H., and Bassiri, A., 2008, Fuzzy Analytical Hierarchy Process In GIS Application, *The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing, and Spatial Information Sciences*, Vol. 37, Part B2