

Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemenang Tender Pekerjaan Konstruksi dengan Metode *Fuzzy* AHP

Peggi Sri Astuti*¹, Retantyo Wardoyo²

¹Ruang Baca Dekanat Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bali

²Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *¹peggisriastuti@yahoo.co.id, ²rw@ugm.ac.id

Abstrak

Pengambilan keputusan dalam penentuan pemenang tender pekerjaan konstruksi (tidak kompleks) pada pembangunan gedung kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Udayana (UNUD) oleh panitia tender di Bagian Perlengkapan Rektorat UNUD masih dilakukan secara manual (dengan software Microsoft Excel dan Word), sehingga untuk membantu dan mempercepat pengambilan keputusan tersebut (dalam situasi beberapa/banyak peserta tender memenuhi semua evaluasi kriteria dan memiliki harga penawaran terkoreksi terendah yang sama di bawah HPS) maka penelitian ini bertujuan untuk membangun SPK (Sistem Pendukung Keputusan) dengan metode *Fuzzy* AHP. Versi *Fuzzy* AHP yang dipakai adalah model Chang (1992) karena memiliki langkah-langkah sederhana dan mudah diaplikasikan pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SPK yang dibangun menghasilkan perankingan peserta 1, 2, dan 3 yang sama dengan sistem manual yang ada di Bagian Perlengkapan Rektorat UNUD, meskipun perankingan 4, 5, 6 yang juga dihasilkan SPK ini tidak ada di sistem manual karena perankingan 4, 5, 6 tidak memenuhi evaluasi kriteria kualifikasi (syarat untuk lulus tender adalah memenuhi semua evaluasi kriteria). Maka disimpulkan bahwa SPK yang dibangun menghasilkan informasi yang valid.

Kata kunci— sistem pendukung keputusan, *fuzzy* AHP, tender, pekerjaan konstruksi

Abstract

Decision-making to determine the winner of project tender (not complex one) on the construction of college buildings for Economics Faculty of Udayana University by tender committee at the Rectorate Equipment Section of Udayana University, still is carried out manually (applying Microsoft Excel and Word), so to assist and accelerate the decision (in this situation a few/many bidders met all evaluation criteria and have the same lowest bidding price corrected under HPS), this study aims to build a DSS (Decision Supporting System) with *Fuzzy* AHP method. The applied *Fuzzy* AHP version is Chang model (1992) because it has simple steps and easy to apply in this study. The results showed that SPK produced ranking method of 1, 2, and 3 that are similar to the existing manual system in Equipment Section of the Rectorate, though the ranking method of 4, 5, 6, which also produced by SPK, is not contained in the manual system because ranking method of 4, 5, 6 did not meet the qualifying criteria evaluation (a requirement for graduation is to fulfill all tender evaluation criteria). It, therefore, comes to conclude that the DSS produce valid information.

Keywords— decision supporting system, *fuzzy* AHP, tender, construction project

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka penyediaan sarana dan fasilitas proses belajar mengajar di lembaga pendidikan, maka Universitas Udayana Bali sebagai salah satu institusi pemerintah di bidang pendidikan menambah sebuah gedung kuliah Fakultas Ekonomi di lokasi Denpasar dan menyusun pelaksanaan pekerjaan konstruksi melalui pelelangan umum. Pelelangan umum itu dilakukan dengan metode penilaian pascakualifikasi dengan metode evaluasi sistem gugur karena pekerjaan itu merupakan pekerjaan tidak kompleks dan umumnya dana yang diperlukan di atas 200 juta dan tidak lebih dari 100 milyar rupiah.

Pengambilan keputusan dalam penentuan pemenang tender untuk pekerjaan konstruksi (tidak kompleks) yang dilakukan panitia tender di Bagian Perlengkapan Rektorat Universitas Udayana masih dilakukan secara manual (masih berupa software Microsoft Excel dan Word), sehingga untuk membantu dan mempercepat pengambilan keputusan tersebut (dalam situasi beberapa/banyak peserta tender memenuhi semua evaluasi kriteria dan memiliki harga penawaran terkoreksi terendah di bawah HPS yang sama) maka penelitian ini bertujuan untuk membangun SPK (Sistem Pendukung Keputusan) dengan metode *Fuzzy AHP*. Versi *Fuzzy AHP* yang dipakai adalah model Chang (1992) karena memiliki langkah-langkah sederhana dan mudah diaplikasikan pada penelitian ini [1,2]. Fungsi keanggotaan *fuzzy* yang dipakai adalah TFN (Triangular Fuzzy Number) [3,4].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Langkah-Langkah Model Chang

Menurut [1], langkah-langkah *fuzzy AHP* pada model Chang adalah:

1. Menghitung *fuzzy synthetic extents* (\tilde{S}_x) dari matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria/subkriteria pada kriteria/subkriteria ke x dengan persamaan:

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

dimana n adalah ukuran matrik *pairwise comparison* antar kriteria/subkriteria, k adalah gabungan kriteria dari baris ke i dimana $i=1$ sampai n .

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

dimana l adalah batas bawah, m adalah batas tengah, u adalah batas atas.

$$\left[\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ky} \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n u_{ky}}, \frac{1}{\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n m_{ky}}, \frac{1}{\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n l_{ky}} \right] \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n \tilde{C}_{ky} = (\sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n l_{ky}, \sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n m_{ky}, \sum_{k=1}^n \sum_{y=1}^n u_{ky}) = \left[(\sum_{y=1}^n l_{1y}, \sum_{y=1}^n m_{1y}, \sum_{y=1}^n u_{1y}) + \dots + (\sum_{y=1}^n l_{ny}, \sum_{y=1}^n m_{ny}, \sum_{y=1}^n u_{ny}) \right] \quad (4)$$

2. Membandingkan nilai *fuzzy synthetic extents* (\tilde{S}_x) kriteria/subkriteria yang satu dengan *fuzzy synthetic extents* (\tilde{S}_y) kriteria/subkriteria yang lain, yang disebut *degree of possibility* dengan persamaan:

$$V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y) = \begin{cases} 0, & \text{jika } m_x \geq m_y \\ 1, & \text{jika } l_y \geq u_x \\ \frac{l_y - u_x}{(m_x - u_x) - (m_y - l_y)}, & \text{jika tidak memenuhi } m_x \geq m_y, \text{ dan } l_y \geq u_x \end{cases} \quad (5)$$

dimana $V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y | y = 1, \dots, n; y \neq x)$ dan banyak kemungkinan $(n-1)$.

3. Menentukan minimum *degree of possibility* dari $V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y)$
4. Tentukan vector bobot kepentingan yang dinormalisasikan $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ dari matrik *pairwise comparison* dengan persamaan:

$$w_x = \frac{V(\tilde{S}_x \geq \tilde{S}_y | y = 1, \dots, n; y \neq x)}{\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_y | y = 1, \dots, n; y \neq k)}; x = 1, \dots, n \quad (6)$$

dimana w_x adalah angka-angka nonfuzzy.

2.2 Fungsi Keanggotaan Skala TFN Dalam Variabel Linguistik

Fungsi keanggotaan skala TFN dalam variabel linguistik dipakai untuk membandingkan dua kriteria, dua subkriteria, dan dua peserta yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Fungsi keanggotaan skala TFN dalam variabel linguistik

Skala AHP	Variabel linguistik untuk kriteria/subkriteria	Variabel linguistik untuk alternatif	Selisih nilai untuk alternatif	Skala fuzzy/TFN
1	Sama penting (SP)	Sama baik (SB)	0	$\tilde{1} = (1,1,3)$, kecuali diagonal (1,1,1)
2	Hampir cukup penting (HCP)	Hampir cukup baik (HCB)	0,5-1	$\tilde{2} = (1,2,4)$
3	Cukup penting (CP)	Cukup baik (CB)	1,5-2	$\tilde{3} = (1,3,5)$
4	Hampir lebih penting (HLP)	Hampir lebih baik (HLB)	>2	$\tilde{4} = (2,4,6)$
5	Lebih penting (LP)			$\tilde{5} = (3,5,7)$
1/2	Hampir cukup tidak penting (HCTP)	Hampir cukup tidak baik (HCTB)	0,5-1	$\tilde{1/2} = (1/4, 1/2, 1)$
1/3	Cukup tidak penting (CTP)	Cukup tidak baik (CTB)	1,5-2	$\tilde{1/3} = (1/5, 1/3, 1)$
1/4	Hampir lebih tidak penting (HLTP)	Hampir lebih tidak baik (HLTB)	> 2	$\tilde{1/4} = (1/6, 1/4, 1/2)$
1/5	Lebih tidak penting (LTP)			$\tilde{1/5} = (1/7, 1/5, 1/3)$

2.3 Tahap-Tahapan Metode Fuzzy AHP

Tahap-tahapan metode fuzzy AHP adalah:

2.3.1 Definiskan Masalah dan Identifikasikan Tujuan, Kriteria, Subkriteria, dan Alternatif Alternatif Keputusan

Tujuan penelitian ini adalah membangun SPK penentuan pemenang tender pekerjaan konstruksi (tidak kompleks) dengan ditentukan 4 kriteria: administrasi (AD), teknis (TK), harga (HG), dan Kualifikasi (KL). Administrasi memiliki 4 subkriteria: surat penawaran (AD₁), surat jaminan penawaran (AD₂), daftar kuantitas dan harga/RAB (AD₃), analisa harga satuan mata pembayaran utama (AD₄). Teknis memiliki 5 subkriteria: metode pelaksanaan dan gambar (TK₁), jadwal pelaksanaan (TK₂), spesifikasi teknis (TK₃), daftar peralatan utama (TK₄), daftar personil inti (TK₅). Harga memiliki 3 subkriteria: harga penawaran terkoreksi di bawah pagu anggaran (HG₁), harga penawaran terkoreksi di bawah HPS (HG₂), preferensi harga atas tingkat komponen dalam negeri (HG₃). Kualifikasi memiliki 8 subkriteria: surat pernyataan (KL₁); ijin usaha jasa konstruksi, sertifikat badan usaha, tanda daftar perusahaan (KL₂), kondisi keuangan (KL₃); surat kemitraan, pakta integritas (KL₄); struktur organisasi (KL₅); pengalaman perusahaan 4 th terakhir, daftar perolehan pekerjaan yang sedang dikerjakan, daftar personil inti (KL₆); dokumen pajak (KL₇); formulir isian penilaian kualifikasi (KL₈). Alternatif-alternatif keputusan terdiri 6 peserta tender: CV.Sri Karya (SK), CV.Ari Wiguna Jaya (AWJ), PT.Ubung Raya (UR), CV.Asta Bumi (AB), CV.Marga Jaya (MJ), CV.Artha Dananjaya (AD).

2.3.2 Membuat Struktur Hirarki AHP

Struktur hirarki AHP terdiri dari tujuan (level 1), kriteria (level 2), subkriteria (level 3), dan alternatif (level 4).

2.3.3 Memberikan Nilai Matrik Pairwise Comparison (TFN) Antar Kriteria

Memberikan nilai matrik antar kriteria (perbandingan antar baris (x) dengan kolom (y)) sesuai Tabel 1 yang berada di atas diagonal yang bernilai satu. Nilai yang berada di bawah diagonal yang bernilai satu bersifat kebalikan/resiprokal di mana l (batas bawah) menjadi $1/u$, m (batas tengah) menjadi $1/m$, u (batas atas) menjadi $1.l$.

2.3.4 Menghitung Fuzzy Synthetic Extents Kriteria

Diawali dengan persamaan (2), lalu dilanjutkan persamaan (4), (3), (1).

2.3.5 Menghitung Degree of Possibility Kriteria

Diawali dengan persamaan (5), lalu mencari minimum *degree of possibility* dari hasil persamaan (1) dan dilanjutkan persamaan (6).

2.3.6 Mengecek Rasio Konsistensi Semua Kriteria dan Revising Judgement (Kalau Ada)

Diawali dengan membuat matrik λ (ukuran sesuai jumlah kriteria/subkriteria) dengan rumus *geomean* di mana nilai matrik kriteria satu (baris atau x) terhadap kriteria lain (kolom atau y) adalah *geomean* (l_{xy}, m_{xy}, u_{xy}) dari matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria dikali dengan hasil pembagian antara normalisasi kriteria y dengan normalisasi kriteria x .

Geomean (l_x, m_x, u_x) adalah $\sqrt[n]{(l_{xy} * m_{xy} * u_{xy})}$ di mana n merupakan banyaknya bilangan.

Kemudian hitung jumlah λ pada tiap-tiap kolom pada matrik λ . Dilanjutkan hitung λ maksimum dengan hitung *geomean* dari seluruh nilai jumlah λ pada tiap-tiap kolom. Lalu hitung CI (Indeks Konsistensi), yaitu: $(\lambda \text{ maksimum} - n) / (n-1)$ di mana n merupakan banyak kriteria/subkriteria. Setelah itu hitung CR (rasio konsistensi), yaitu: CI/RI di mana RI (Indeks random) sesuai ukuran matrik pada skala Saaty (AHP). Jika CR telah memenuhi $\leq 0,1$ dan tidak negatif, maka dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Jika CR belum memenuhi, maka dapat menghitung *revising judgement*. Diawali dengan membuat matrik rasio prioritas (ukuran sesuai jumlah kriteria/subkriteria). Hitung nilai matrik kriteria satu (baris atau x) terhadap kriteria lain (kolom atau y) dengan mengabsolutkan dari hasil pengurangan antara *geomean* (l_x, m_x, u_x) dari matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria dengan hasil pembagian antara normalisasi kriteria x dengan normalisasi kriteria y . Setelah itu hitung total nilai matrik rasio pada tiap-tiap baris. Tentukan total maksimum tersebut, maka didapatkan nomer baris yang memiliki nilai maksimum. Setelah itu tentukan nilai maksimum dari deretan baris yang memiliki total maksimum, sehingga didapatkan nomer kolom. Maka didapatkan nomer baris dan nomer kolom yang dapat diubah nilainya pada tahap memberikan nilai matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria (tahap 3.1.3). Kemudian dilanjutkan ke tahap (3.1.4, 3.1.5, 3.1.6) hingga didapatkan CR memenuhi $\leq 0,1$ dan tidak negatif.

2.3.7 Memberikan Nilai Matrik Pairwise Comparison (TFN) Antar Subkriteria Pada Semua Kriteria

Tahap ini dilakukan untuk semua kriteria dan caranya sama dengan tahap (3.1.3).

2.3.8 Menghitung Fuzzy Synthetic Extents Semua Subkriteria Pada Semua Kriteria

Tahap ini sama caranya dengan tahap (3.1.4).

2.3.9 Menghitung Degree of Possibility Semua Subkriteria Pada Semua Kriteria

Tahap ini sama dengan caranya dengan tahap (3.1.5).

2.3.10 Mengecek Rasio Konsistensi Subkriteria Pada Semua Kriteria dan Revising Judgement (Kalau Ada)

Tahap ini sama caranya dengan tahap (3.1.6). Semua subkriteria yang dimiliki pada tiap-tiap kriteria harus memenuhi $CR \leq 0,1$ dan tidak negatif.

2.3.11 Menghitung Composite Weight Semua Subkriteria

Dilakukan dengan mengalikan normalisasi kriteria dengan normalisasi subkriteria yang dimiliki kriteria tersebut.

2.3.12 Memberikan Nilai Peserta Tender

Memberikan nilai peserta dari rentang nilai 0 sampai 10 dengan kelipatan 0,5 untuk semua subkriteria. Nilai 10 atau 6-10 untuk subkriteria HG_2, GH_3 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 TK_1-TK_5 nilai 6-10 artinya ada dan sesuai. Data nilai peserta ada pada Tabel 2.

2.3.13 Menghitung Nilai Matrik Pairwise Comparison (TFN) Antar Peserta Pada Tiap-Tiap Subkriteria

Dilakukan dengan menghitung selisih antar nilai peserta satu (baris atau x) dengan peserta lain (kolom atau y) untuk tiap-tiap subkriteria pada matrik yang berada di atas diagonal bernilai satu. Kemudian selisih itu dikelompokkan dalam skala selisih nilai untuk alternatif sesuai Tabel 1.

2.3.14 Menghitung Fuzzy Synthetic Extents Peserta Untuk Tiap-Tiap Subkriteria

Tahap ini sama caranya dengan tahap (3.1.4 dan 3.1.8).

2.3.15 Menghitung Degree of Possibility Peserta Untuk Tiap-Tiap Subkriteria

Tahap ini sama caranya dengan tahap (3.1.5 dan 3.1.9).

2.3.16 Menghitung Bobot Akhir Peserta Untuk Semua Subkriteria

Dilakukan dengan mengalikan nilai *composite weight* subkriteria dengan normalisasi peserta pada subkriteria tersebut.

2.3.17 Menghitung Total Bobot Akhir dan Rangking Peserta

Dari hasil total bobot akhir dari semua subkriteria untuk tiap-tiap peserta, didapatkan perangkingan peserta yang dimulai dengan perangkingan teratas dari nilai total bobot akhir terbesar. Total bobot akhir dan rangking peserta terdapat pada Tabel 3.

Tabel 2 Nilai peserta tender

Subkriteria	CV. Sri Karya (SK)	CV. Ari Wiguna Jaya (AWJ)	PT. Ubung Raya (UR)	CV. Asta Bumi (AB)	CV. Marga Jaya (MJ)	CV. Artha Dananjaya (AD)
	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai
AD ₁	10	10	10	10	10	10
AD ₂	10	10	10	10	10	10
AD ₃	10	10	10	10	10	10
AD ₄	10	10	10	10	10	10
TK ₁	8	7,5	10	9	7	7
TK ₂	8	7	9	8,5	8	7
TK ₃	9	6,5	9	9	6,5	7
TK ₄	9	8	10	10	8	8
TK ₅	10	10	10	10	10	10
HG ₁	10	10	10	10	10	10
HG ₂	9	6,5	9	9	6,5	7
HG ₃	9	6,5	9	9	6,5	7
KL ₁	10	10	10	10	10	5
KL ₂	10	5	10	10	5	5
KL ₃	10	10	10	10	10	5
KL ₄	10	10	10	10	10	10
KL ₅	10	10	10	10	10	10
KL ₆	10	5	10	10	5	5
KL ₇	10	5	10	10	10	10
KL ₈	10	10	10	10	10	10

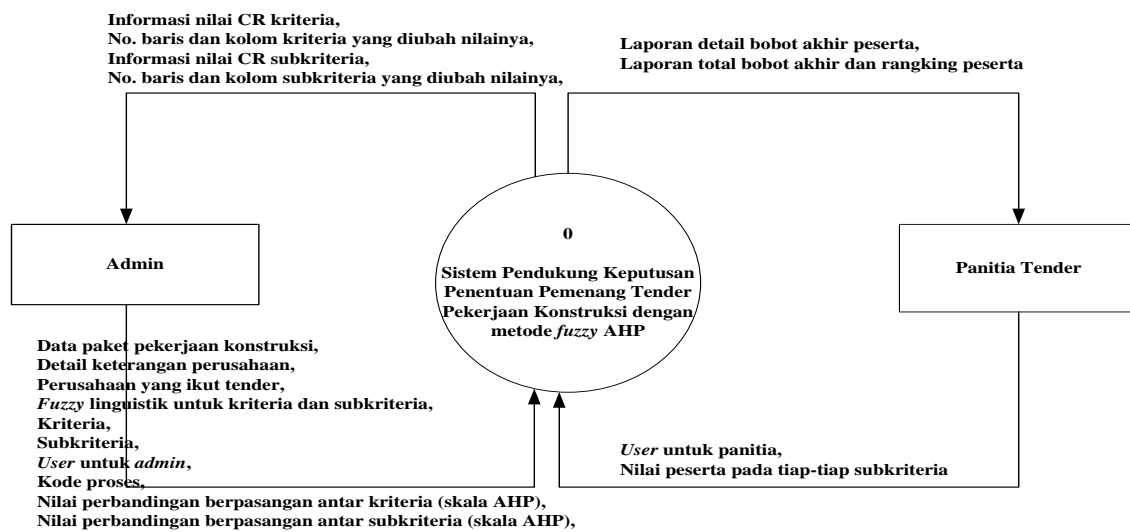
Tabel 3 Total bobot akhir dan rangking peserta

Peserta Tender	Total Bobot Akhir	Rangking
PT. Ubung Raya (UR)	0,1939	1
CV. Asta Bumi (AB)	0,1923	2
CV. Sri Karya (SK)	0,1883	3
CV. Artha Dananjaya (AD)	0,1509	4
CV. Ari Wiguna Jaya (AWJ)	0,1418	5
CV. Marga Jaya (MJ)	0,1328	6

2.4 Diagram Konteks

Diagram konteks merupakan gambaran aplikasi secara umum keseluruhan SPK penentuan pemenang tender pekerjaan konstruksi dengan metode *fuzzy AHP*. Ada 2 eksternal entitas yang digambarkan pada diagram ini, yaitu: *admin* dan panitia tender. Admin menginputkan data master (paket pekerjaan konstruksi, detail keterangan perusahaan, perusahaan yang ikut tender, *fuzzy linguistik*, kriteria, subkriteria, user untuk admin), nilai matrik pairwise comparison (skala AHP) untuk kriteria/subkriteria ke sistem. Panitia tender menginputkan nilai peserta dan user untuk panitia ke sistem. Dari sistem, *admin* menerima informasi CR untuk kriteria/subkriteria, nomer baris dan kolom untuk diubah nilai matrik pairwise comparison (skala AHP) untuk kriteria/subkriteria. Panitia tender akan menerima

laporan detail bobot akhir tiap-tiap peserta untuk semua subkriteria dan laporan total bobot akhir dan rangking peserta dari sistem. Diagram konteks terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram konteks

2.5 Rancangan ERD (Entity Relationship Diagram)

Aturan bisnis mengenai relasi antar entitas dalam rancangan basis data SPK ini adalah:

1. Satu *fuzzy synthetic extents* subkriteria menghasilkan satu *degree possibility* subkriteria.
2. Satu proses memakai semua *fuzzy synthetic extents* subkriteria.
3. Satu subkriteria memiliki satu *fuzzy synthetic extents* subkriteria.
4. Satu *degree of possibility* subkriteria (dpsubkriteria) menghasilkan satu *composite weight*.
5. Satu subkriteria memiliki satu *composite weight*.
6. Beberapa subkriteria dimiliki oleh satu kriteria.
7. Satu subkriteria memiliki beberapa nilai peserta.
8. Satu subkriteria memiliki beberapa *fuzzy banding* subkriteria.
9. Satu subkriteria memiliki beberapa *fuzzy synthetic extents* peserta.
10. Beberapa *composite weight* dihasilkan dari satu *degree of possibility* kriteria.
11. Satu *composite weight* menghasilkan beberapa bobot akhir.
12. Satu proses memakai semua *fuzzy banding* subkriteria.
13. Satu proses memakai semua nilai peserta.
14. Satu proses memakai semua *fuzzy banding* kriteria.
15. Satu proses memakai semua *fuzzy synthetic extents* kriteria.
16. Satu proses memakai semua *fuzzy synthetic extents* peserta.
17. Satu *fuzzy linguistik* memiliki beberapa atau semua *fuzzy banding* subkriteria.
18. Satu *fuzzy linguistik* memiliki beberapa atau semua *fuzzy banding* kriteria.
19. Banyak proses dimiliki oleh satu *user*.
20. Banyak *fuzzy synthetic extents* peserta dimiliki oleh satu tender.
21. Satu *fuzzy synthetic extents* peserta menghasilkan satu *degree of possibility* peserta.
22. Satu *degree of possibility* peserta menghasilkan satu bobot akhir.
23. Beberapa nilai peserta dimiliki oleh satu tender.
24. Satu peserta memiliki banyak tender.
25. Satu tender memiliki satu rangking.
26. Satu paket pekerjaan mengikuti banyak tender.
27. Satu *fuzzy synthetic extents* kriteria dimiliki oleh satu kriteria.
28. Satu *fuzzy synthetic extents* kriteria menghasilkan satu *degree of possibility* kriteria.
29. Satu kriteria memiliki beberapa *fuzzy banding* kriteria.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Proses Melakukan Perhitungan Kriteria

3.1.1 Proses Memberikan Nilai Matrik Pairwise Comparison (TFN) Antar Kriteria

Proses ini dilakukan *admin* dengan menginputkan nilai matrik dengan skala AHP (1-5) di atas diagonal yang bernilai satu dan kode proses (P_1). Nilai matrik yang berada di bawah diagonal satu akan muncul otomatis karena merupakan kebalikannya. Kode proses ini akan menandai memiliki nilai normalisasi kriteria dan subkriteria tertentu yang akan bisa dipakai untuk melakukan perhitungan untuk peserta tender pada paket pekerjaan konstruksi (tidak kompleks) yang lain.

Input utama yang dipakai untuk proses ini adalah data kriteria dan *fuzzy linguistik* yang terdapat pada database. Hasil proses ini menghasilkan matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria pada Tabel 4.

Tabel 4 Matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria

Kriteria	Kriteria											
	AD			HG			TK			KL		
	l_1	m_1	u_1	l_2	m_2	u_2	l_3	m_3	u_3	l_4	m_4	u_4
AD	1	1	1	1	2	4	2	4	6	2	4	6
HG	0,25	0,5	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5
TK	0,1667	0,25	0,5	0,2	0,3333	1	1	1	1	1	1	3
KL	0,1667	0,25	0,5	0,2	0,3333	1	0,3333	1	1	1	1	1

3.1.2 Proses Menghitung Fuzzy Synthetic Extents Kriteria

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5 Fuzzy synthetic extents kriteria

Kode Kriteria	S_1	S_m	S_n
AD	0.1578	0.4653	1.2767
HG	0.0855	0.3172	0.9012
TK	0.0622	0.1093	0.413
KL	0.0447	0.1093	0.2629

3.1.3 Proses Menghitung Degree of Possibility Kriteria

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai *fuzzy synthetic extents* kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6 Degree of possibility kriteria

Kode Kriteria	Minimal Degree	Normalisasi	Rank
AD	1	0.4033	1
HG	0.8339	0.3363	2
TK	0.4175	0.1684	3
KL	0.2279	0.0919	4

3.1.4 Proses Mengecek Rasio Konsistensi Kriteria dan Revising Judgement (Kalau Ada)

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai matrik *pairwise comparison* (TFN) antar kriteria dan normalisasi kriteria dari *degree of possibility* kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7 Cek rasio konsistensi kriteria

Kriteria	AD	HG	TK	KL
AD	1	1,6678	1,5176	0,8282
HG	0,5996	1	1,2348	0,674
TK	0,6591	0,8098	1	0,787
KL	1,2077	1,4839	1,2706	1
Jumlah λ	3,4664	4,9615	5,023	3,2892

$$n = 4$$

$$\text{Lamda max} = 4,1057$$

$$\text{CI} = 0,0352$$

$$\text{RI} = 0,9$$

$$\text{CR} = 0,0391 \text{ (konsisten)} \leq 0,1 \text{ dan (nilai +)}$$

Karena CR kriteria ini memenuhi, maka tidak perlu *revising judgement*.

3.2 Pengujian Proses Melakukan Perhitungan Subkriteria

3.2.1 Proses Memberikan Nilai Matrik Pairwise Comparison (TFN) Antar Subkriteria Pada Semua Kriteria

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah data subkriteria dan *fuzzy linguistik* yang terdapat pada database. Hasil proses ini pada administrasi terdapat pada Tabel 8. Untuk subkriteria pada kriteria yang lain juga memiliki nilai perbandingan antar subkriteria yang sama (TFN=(1,1,3))

Tabel 8 Matrik pairwise comparison (TFN) antar subkriteria pada administrasi

Subkriteria Administrasi	Subkriteria Administrasi											
	AD ₁			AD ₂			AD ₃			AD ₄		
	l ₁	m ₁	u ₁	l ₂	m ₂	u ₂	l ₃	m ₃	u ₃	l ₄	m ₄	u ₄
AD ₁	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	3
AD ₂	0,3333	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
AD ₃	0,3333	1	1	0,3333	1	1	1	1	1	1	1	3
AD ₄	0,3333	1	1	0,3333	1	1	0,3333	1	1	1	1	1

3.2.2 Proses Menghitung Fuzzy Synthetic Extents Subkriteria Pada Semua Kriteria

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai matrik *pairwise comparison* (TFN) antar subkriteria pada semua kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9 Fuzzy synthetic extents subkriteria pada semua kriteria

Kode Subkriteria	S _i	S _m	S _n
AD ₁	0.1428	0.25	0.833
AD ₂	0.119	0.25	0.6664
AD ₃	0.0952	0.25	0.4998
AD ₄	0.0714	0.25	0.3332
HG ₁	0.2001	0.3333	1.0003
HG ₂	0.1556	0.3333	0.7145
HG ₃	0.1112	0.3333	0.4287
TK ₁	0.111	0.2	0.7085
TK ₂	0.0962	0.2	0.5995
TK ₃	0.0814	0.2	0.4905
TK ₄	0.0666	0.2	0.3815
TK ₅	0.0518	0.2	0.2725
KL ₁	0.0664	0.1248	0.4862
KL ₂	0.0609	0.1248	0.442
KL ₃	0.0553	0.1248	0.3978
KL ₄	0.0498	0.1248	0.3536
KL ₅	0.0443	0.1248	0.3094
KL ₆	0.0387	0.1248	0.2652
KL ₇	0.0332	0.1248	0.221
KL ₈	0.0277	0.1248	0.1768

3.2.3 Proses Menghitung Degree of Possibility Subkriteria Pada Semua Kriteria

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai *fuzzy synthetic extents* subkriteria pada semua kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10 *Degree of possibility* subkriteria pada semua kriteria

Kode Subkriteria	Minimum Degree	Normalisasi	Rank
AD ₁	1	0,25	1
AD ₂	1	0,25	1
AD ₃	1	0,25	1
AD ₄	1	0,25	1
HG ₁	1	0,3333	1
HG ₂	1	0,3333	1
HG ₃	1	0,3333	1
TK ₁	1	0,2	1
TK ₂	1	0,2	1
TK ₃	1	0,2	1
TK ₄	1	0,2	1
TK ₅	1	0,2	1
KL ₁	1	0,125	1
KL ₂	1	0,125	1
KL ₃	1	0,125	1
KL ₄	1	0,125	1
KL ₅	1	0,125	1
KL ₆	1	0,125	1
KL ₇	1	0,125	1
KL ₈	1	0,125	1

3.2.4 Proses Mengecek Rasio Konsistensi Subkriteria Pada Semua Kriteria dan Revising Judgement (Kalau Ada)

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai matrik *pairwise comparison* (TFN) antar subkriteria pada semua kriteria dan normalisasi subkriteria dari *degree of possibility* subkriteria pada semua kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini adalah CR subkriteria pada administrasi = 0,0438, CR subkriteria pada teknis = 0,0362, CR subkriteria pada harga = 0,0645, CR subkriteria pada kualifikasi = 0,03. Ini menunjukkan semua memenuhi rasio konsistensi. Karena semua memenuhi rasio konsistensi, maka tidak perlu *revising judgement*.

3.3 Pengujian Proses Menghitung Composite Weight Subkriteria

Admin harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah normalisasi kriteria dari *degree of possibility* kriteria dan normalisasi subkriteria dari *degree of possibility* subkriteria pada semua kriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11 *Composite weight* subkriteria

Kode Subkriteria	Composite Weight
AD ₁	0.100825
AD ₂	0.100825
AD ₃	0.100825
AD ₄	0.100825
HG ₁	0.11208879
HG ₂	0.11208879
HG ₃	0.11208879
TK ₁	0.03368
TK ₂	0.03368
TK ₃	0.03368
TK ₄	0.03368
TK ₅	0.03368
KL ₁	0.0114875
KL ₂	0.0114875
KL ₃	0.0114875
KL ₄	0.0114875
KL ₅	0.0114875
KL ₆	0.0114875
KL ₇	0.0114875
KL ₈	0.0114875

3.4 Pengujian Proses Melakukan Perhitungan Untuk Peserta

3.4.1 Proses Memberikan Nilai Peserta Untuk Semua Subkriteria

Panitia tender harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah dokumen penawaran peserta dan data paket kerja konstruksi, data tender yang terdapat pada database. Hasil proses ini seperti pada Tabel 2.

3.4.2 Proses Menghitung Fuzzy Synthetic Extents Peserta Untuk Tiap-Tiap Subkriteria

Panitia tender harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai peserta tender yang terdapat pada database.

3.4.3 Proses Menghitung Degree of Possibility Peserta Untuk Tiap-Tiap Subkriteria

Panitia tender harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah nilai *fuzzy synthetic extents* peserta untuk tiap-tiap subkriteria yang terdapat pada database.

3.5 Pengujian Proses Menghitung Bobot Akhir Peserta

3.5.1 Proses Menghitung Bobot Akhir Peserta Untuk Semua Subkriteria

Panitia tender harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah *composite weight* subkriteria dan normalisasi peserta untuk tiap-tiap subkriteria dari *degree of possibility* peserta yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12 Bobot akhir peserta untuk semua subkriteria

Subkriteria	CV. Sri Karya (SK)	CV. Ari Wiguna Jaya (AWJ)	PT. Ubung Raya (UR)	CV. Asta Bumi (AB)	CV. Marga Jaya (MJ)	CV. Artha Dananjaya (AD)
	Bobot Akhir	Bobot Akhir	Bobot Akhir	Bobot Akhir	Bobot Akhir	Bobot Akhir
AD ₁	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168
AD ₂	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168
AD ₃	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168
AD ₄	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168	0.0168
HG ₁	0.0187	0.0187	0.0187	0.0187	0.0187	0.0187
HG ₂	0,0261	0,0101	0,0261	0,0261	0,006	0,0177
HG ₃	0,0261	0,0101	0,0261	0,0261	0,006	0,0177
TK ₁	0.0062	0.0052	0.0089	0.0077	0.0034	0.0023
TK ₂	0.0059	0.0041	0.0075	0.0071	0.0057	0.0034
TK ₃	0.0078	0.003	0.0078	0.0078	0.0018	0.0053
TK ₄	0.0062	0.0047	0.0075	0.0075	0.0042	0.0035
TK ₅	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056	0.0056
KL ₁	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0004
KL ₂	0.003	0.0013	0.003	0.003	0.0009	0.0004
KL ₃	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	0.0004
KL ₄	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
KL ₅	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
KL ₆	0.003	0.0013	0.003	0.003	0.0009	0.0004
KL ₇	0.0022	0.0004	0.0022	0.0022	0.0022	0.0022
KL ₈	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
TOTAL	0.1881	0.1418	0.1937	0.1921	0.1327	0.1509

3.5.2 Proses Menghitung Total Bobot Akhir dan Merangking Peserta

Panitia tender harus memilih kode proses yang telah dimasukkan sebelumnya. Input utama pada proses ini adalah bobot akhir peserta untuk semua subkriteria yang terdapat pada database. Hasil proses ini terdapat pada Tabel 13.

Tabel 13 Total bobot akhir dan rangking peserta

Peserta Tender	Total Bobot Akhir	Rangking
PT. Ubung Raya (UR)	0.1937	1
CV. Asta Bumi (AB)	0.1921	2
CV. Sri Karya (SK)	0.1881	3
CV. Artha Dananjaya (AD)	0.1509	4
CV. Ari Wiguna Jaya (AWJ)	0.1418	5
CV. Marga Jaya (MJ)	0.1327	6

Hasil dari SPK yang telah diuji memiliki perbandingan peserta yang sama dengan sistem manualnya di Bagian Perlengkapan Rektorat UNUD (rangking 1, 2, 3). Rangking 4, 5, 6 yang juga dihasilkan dari SPK ini tidak terdapat pada sistem manualnya karena ketiga peserta tidak memenuhi evaluasi kriteria kualifikasi (syarat untuk lulus tender adalah memenuhi semua evaluasi kriteria).

Karena ketiga peserta (CV.Sri Karya, PT. Ubung Raya, CV.Asta Bumi) memenuhi semua evaluasi kriteria dan memiliki harga penawaran terkoreksi terendah di bawah HPS yang sama (nilai subkriteria HG₂ yang sama), maka dilakukan peninjauan ulang untuk ketiga peserta tersebut terhadap subkriteria TK₁-TK₅ agar mencari peserta yang memiliki nilai total terbesar terhadap seluruh nilai subkriteria TK₁-TK₅, yang terjadi pada sistem manual.

Jadi disimpulkan bahwa SPK yang dibangun menghasilkan informasi valid dan dapat membantu mempercepat pengambilan keputusan dalam kondisi beberapa peserta memenuhi semua evaluasi kriteria dan memiliki harga penawaran terkoreksi terendah di bawah HPS yang sama. Juga hasil perhitungan *spreadsheet* excel (total bobot akhir) hampir sama dengan perhitungan SPK yang dibangun. Berikut ini terdapat tabel nilai peserta pada sistem manual untuk semua subkriteria, tabel nilai ketiga peserta untuk subkriteria (TK₁-TK₅) pada sistem manual, dan tabel rangking dari hasil tender pada sistem manual pada Tabel 14, Tabel 15, Tabel 16 [5].

Tabel 14 Nilai peserta pada sistem manual

Subkriteria	CV. Sri Karya (SK)	CV. Ari Wiguna Jaya (AWJ)	PT.Ubung Raya (UR)	CV. Asta Bumi (AB)	CV. Marga Jaya (MJ)	CV. Artha Dananjaya (AD)
	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Nilai
AD ₁	AS	AS	AS	AS	AS	AS
AD ₂	AS	AS	AS	AS	AS	AS
AD ₃	AS	AS	AS	AS	AS	AS
AD ₄	AS	AS	AS	AS	AS	AS
TK ₁	AS	AS	AS	AS	AS	AS
TK ₂	AS	AS	AS	AS	AS	AS
TK ₃	AS	AS	AS	AS	AS	AS
TK ₄	AS	AS	AS	AS	AS	AS
TK ₅	AS	AS	AS	AS	AS	AS
HG ₁	AS	AS	AS	AS	AS	AS
HG ₂	AS	AS	AS	AS	AS	AS
HG ₃	AS	AS	AS	AS	AS	AS
KL ₁	AS	AS	AS	AS	AS	ATS
KL ₂	AS	ATS	AS	AS	ATS	ATS
KL ₃	AS	AS	AS	AS	AS	ATS
KL ₄	AS	AS	AS	AS	AS	AS
KL ₅	AS	AS	AS	AS	AS	AS
KL ₆	AS	ATS	AS	AS	ATS	ATS
KL ₇	AS	ATS	AS	AS	AS	AS
KL ₈	AS	AS	AS	AS	AS	AS

Keterangan: AS = ada dan sesuai, ATS = ada dan tidak sesuai, TA = tidak ada

Tabel 15 Nilai ketiga peserta untuk subkriteria (TK₁-TK₅) pada sistem manual

Subkriteria	CV. Sri Karya (SK)	PT. Ubung Raya (UR)	CV. Asta Bumi (AB)
	Nilai	Nilai	Nilai
TK ₁	7,7	9,6	8,5
TK ₂	7,9	8,6	8,3
TK ₃	9	9	9
TK ₄	8,8	9,5	9,5
TK ₅	10	10	10
TOTAL	43,4	46,7	45,3

Tabel 16 Rangkaian peserta pada sistem manual

Peserta Tender	Rangking
PT. Ubung Raya (UR)	1
CV. Asta Bumi (AB)	2
CV. Sri Karya (SK)	3

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, maka diambil kesimpulan, yaitu:

1. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dibangun dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* untuk menentukan pemenang tender pekerjaan konstruksi (tidak kompleks) dapat membantu pengambil keputusan (panitia tender) dalam menghasilkan perbandingan peserta tender yang valid dan cepat.
2. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dibangun dengan metode *Fuzzy AHP* dapat menampilkan tahap-tahap perhitungan *Fuzzy AHP* dengan jelas, sehingga *admin* dan panitia tender mengerti jalan proses metode tersebut.
3. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dibangun bersifat dinamis karena data master yang dapat ditambah, diubah, atau dihapus; perhitungan untuk nilai matrik pairwise comparison (TFN) antar kriteria/subkriteria dan untuk nilai peserta tender dapat diubah

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, 3825-3857
- [2] Huang, C., Chu, P., and Chiang, Y., 2008, A Fuzzy AHP Application In Government-Sponsored R&D Project Selection, *The International Journal of Management Science (Omega 6)*, 1038-1052
- [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*, 573-584
- [4] Parwati, N.M.D., 2010, Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Teladan Menggunakan Metode Fuzzy AHP, *Skripsi*, Jurusan Sistem Informasi, STIKOM, Surabaya
- [5] Pejabat Pembuat Komitmen Universitas Udayana, 2010, *Surat Perjanjian Kerja (Kontrak) Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi Universitas Udayana*, Universitas Udayana, Bali