

Analisis Pemilihan Desain Jembatan Dengan Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Wirdha Ningsih^{1,*}

¹ Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mekongga Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia.
ningsihwirdha@gmail.com,

Slamet Imam Wahyudi², Henny Pratiwi Adi³

^{2, 3} Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.
wahyudi@unissula.ac.id, henni@unissula.ac.id

Abstrak – Menentukan Perencanaan desain jembatan berdasarkan kriteria serta alternative yang sesuai untuk dijadikan icon kota dalam pembangunan infrastruktur jalan, yang meliputi: aspek lalu lintas, aspek hidrologi, aspek teknis, dan aspek estetika sebagai factor dalam pemilihan desain jembatan guna dijadikan sebagai pusat pemekaran kota setempat. Dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pemilihan desain jembatan yang sesuai berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Hasil analisis penentuan pemilihan Desain Jembatan Sungai Takondeang, dari ke 8 responden yaitu. Jembatan Kabel (*cable stayed*) adalah prioritas utama dengan nilai bobot sebanyak 0.340 atau 34%, kemudian proritas kedua adalah Jembatan Pelengkung Mengikat (*tied arch bridge*) dengan nilai bobot 0.277 atau 28%, pilihan ketiga yaitu Jembatan Pelengkung Dek (*deck arch bridge*), dan yang terakhir adalah Jembatan Gantung (*suspension bridge*) dengan nilai bobot terendah 0.166 atau 17%. Maka disimpulkan bahwa jembatan kabel memiliki perolehan nilai aspek lalu lintas 0.073, aspek hidrologi 0.106, aspek teknis 0.211 dan untuk evaluasi terakhir aspek estetika yang memperoleh nilai bobot tertinggi sebesar 0.609.

Kata kunci; Aspek; jembatan; *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Abstract – Determining design planning based on criteria and appropriate alternatives to be used as city icons in road infrastructure development, which includes: traffic aspects, hydrological aspects, technical aspects, and aesthetic aspects as factors in the selection of bridge designs to serve as the center for local city expansion. By using the *Analytical Hierarchy Process* (AHP) method as the basis for making decisions in selecting the appropriate bridge design. based on predetermined criteria. The results of the analysis of determining the selection of the Takondeang River Bridge Design, from the 8 respondents, namely. Cable stayed bridges are the top priority with a weight value of 0.340 or 34%, then the second priority is the tied arch bridge with a weight value of 0.277 or 28%, the third choice is the deck arch bridge, and the last one is the suspension bridge with the lowest weight value of 0.166 or 17%. It is concluded that the cable bridge has a traffic aspect value of 0.073, a hydrological aspect of 0.106, a technical aspect of 0.211 and for the final evaluation of an aesthetic aspect the highest weight value is 0.609.-

Keywords; aspect; bridge; *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan dan jembatan merupakan modal pendukung utama dalam meningkatkan perkembangan kota dan wilayah penduduk setempat [1], [2]. Sebagai dari salah satu kepentingan bagi sistem transportasi, jembatan memberikan nilai yang tak kalah penting dalam meningkatkan perkembangan kegiatan sosial dan wilayah. Jembatan merupakan bagian dari jalan dengan konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa) [3], [4].

Dalam hal tersebut keindahan serta daya tarik kearsitekturan jembatan sangat diperhatikan dalam mempertimbangkan suatu rancangan desain jembatan yang disesuaikan dengan fungsi serta model konstruksinya [5]. Di Indonesia saat ini telah memiliki beberapa jenis tipe struktur jembatan dengan desain dan rancangan strukturnya antar lain: Jembatan kabel (*cable stayed*), Jembatan pelengkung mengikat (*tied arch bridge*), Jembatan pelengkung dek (*deck arch bridge*), Jembatan gantung (*suspension bridge*) [6], [7].

Perencanaan desain jembatan dalam pembangunan infrastruktur jalan sangat berperan dalam menentukan bentuk konstruksi dan fungsinya, dimana hal ini menjadikan sebagai faktor dalam menata kota guna dijadikan sebagai pusat pemekaran kota setempat [8], [9]. Untuk itu perlu adanya beberapa pilihan desain struktur yang dijadikan sebagai acuan dalam menentukan desain yang tepat, baik dalam menentukan varias-variasi bentuk, teknis, fungsional, serta keseimbangan bentuk dari estetika tersebut [10], [11].

Maka berangkat dari masalah tersebut perlu kiranya ada suatu pendekatan ilmiah yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengetahui apakah dalam menentukan desain jembatan untuk dijadikan salah satu ikon dalam pemekaran kota dapat ditentukan sebagai prioritas utama dari desain-desain jembatan yang telah terealisasi saat ini. Salah satu metode ilmiah dimaksud adalah Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), metode ini telah banyak digunakan dalam bidang pengambilan keputusan dan manajemen suatu pilhan yang sesuai [12]. Dengan menentukan Metode AHP sendiri memberikan suatu cara atau pola bahwa setiap keputusan

diambil didasarkan atas kriteria-kriteria yang teruji seperti perbandingan biaya, daya tahan konstruksi serta dari segi penilaian kualitatif berupa perbandingan tingkat kenyamanan, dampak lingkungan, dampak sosial, ketersediaan bahan & peralatan dilokasi, metode & teknologi pelaksanaan [13].

Penggunaan metode multikriteria yang solid memberikan kontribusi untuk keseluruhan proses pengambilan keputusan yang logis. AHP dipilih karena kesederhanaan dan transparansi dalam situasi pemilihan multikriteria. Selain itu, banyak aplikasi dunia nyata telah membuktikan bahwa AHP adalah alat yang berharga untuk menangani isu-isu kompleks karena memungkinkan para decision maker untuk menguraikan secara hierarkis masalah keputusan untuk bagian-bagian penyusunnya [14], [15].

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) inilah yang akan digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan pemilihan desain jembatan yang sesuai, maka dengan menggunakan metode ini penulis dapat mengetahui kriteria dalam menentukan alternatif desain jembatan yang memungkinkan untuk dibangun, kemudian mengetahui perbandingan kriteria-kriteria tersebut dalam kaitannya dengan alternatif desain yang tersedia, serta dapat mengetahui kesesuaian pemilihan desain jembatan untuk dijadikan sebagai ikon kota [16].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penggabungan antara penelitian kualitatif dan kuantitatif, metode kualitatif digunakan untuk mengetahui kriteria – kriteria yang mempengaruhi evaluasipemilihan alternatif desain jembatan. Sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk melaksanakan *ranking* hierarki dan menghitung bobot setiap kriteria [17].

2.2 Lokasi pengambilan sampel

Salah satu lokasi/jembatan yang tergabung dalam paket penggantian Jembatan Sungai Pumbiu, adalah Jembatan Sungai Takandeang yang berlokasi di Km. 420+000 (Km Lama) dari Makassar ke arah Mamuju Prov Sulbar. Pekerjaan dalam area tersebut pengelolaannya ditangani oleh PPK.3 PJN WIL.I PROV.SULBAR yang terdiri dari 18 (delapan belas) lokasi jembatan, dimana 1 (satu) diantaranya adalah Jembatan Sunga Takandeang yang terletak ± 23 KM dari Kota Mamuju menuju Kabupaten Majene.

2.3 Waktu penelitian

Adapun jadwal penelitian yang dilakukan mulai dari pengumpulan data, melakukan survei pendahuluan, pada jam operasional kendaraan dan juga melakukan dengan wawancara dan observasi.

2.4 Metode pelaksanaan

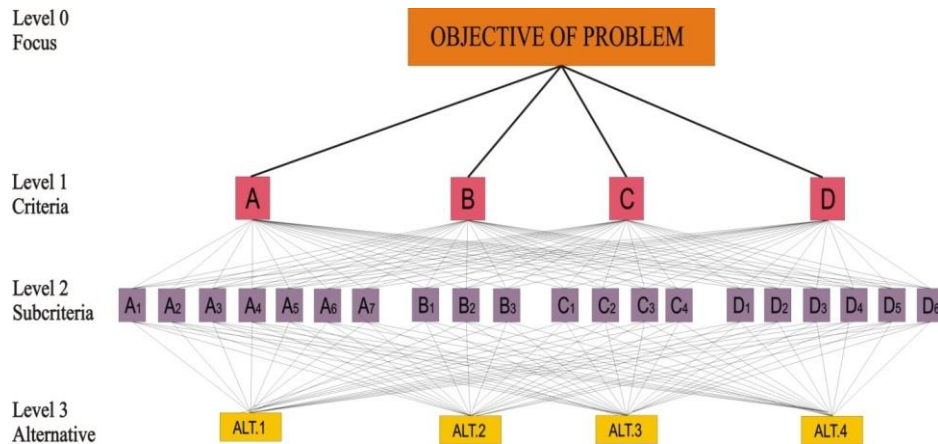
Identifikasi faktor ini dilakukan dengan metode wawancara dan pencarian data-data berupa hasil laporan penyelidikan. Kriteria pemilihan desain jembatan meliputi dari beberapa aspek-aspek dan alternatif sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel kriteria dan simbol

Variable krieria	Simbol	Sumber
Aspek lalu lintas	A	Supriyadi, Agus. (2007). <i>Jembatan</i> , Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
Kelancaran lalu lintas	A1	
Keamanan kendaraan	A2	
Ketertiban transportasi	A3	
Penetapan sirkulasi	A4	
Dimensi jalur transportasi	A5	
Kebutuhan fasilitas jalan	A6	
Kenyamanan kendaraa dan pejalan kaki	A7	
Aspek Hidrologi	B	Robert J. K & Roestam S. (2010). Tata ruang Air. Yogyakarta: Andi Offset
Clearan.ce jembatan dari muka air tertinggi	B1	
Bentang ekonomis jembatan	B2	
Penentuan struktur bagian bawah	B3	
Aspek Teknis	C	Supriyadi, Agus. (2007). <i>Jembatan</i> , Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
Penentuan geometri struktur	C1	
Penentuan panjang optimum	C2	
Pemilihan material berdasarkan pertimbangan strutur dan esetika	C3	
Metode pelaksanaan kerja	C4	
Aspek Estetika	D	Chen, W. F. with L. Duan 2003 Basic Design Criteria for Bridge Crossing, Open Sea and Bay Area, Marine Georesources and Geotechnology. Edifirsal Darma. 2003. Proses Perencanaan. Jembatan. Jakarta. Jurnal teknik Sipil. Universitas cakra Buana. Vol III. Hal 1-5. O'Connor, C. 1971. <i>Design of Bridge Superstructure</i> . Wiley-Interscience.
Proporsi bentuk 3 dimensi	D1	
Estetika lighting pada malam hari	D2	
Harmoni model konstruksi	D3	
Keteraturan dan ritme (irama) model struktur	D4	
Perpaduan yang sesuai antar struktur dan lingkungannya akan menjadi icon kota	D5	
Fungsi Desain jembatan	D6	
Variabel alternatif	Simbol	Sumber
Jembatan Kabel (Cable Stayed)	ALT.1	Suangga, M. 2007. "Konsep Desain Jembatan Cable Stayed Suramadu". Modul Kuliah Tamu Jembatan Suramadu. Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, Surabaya.
Jembatan Plengkung Mengkat (<i>Tied Arch bridge</i>).	ALT.2	Bina Marga. (2011) <i>Pemeliharaan Jembatan Lengkung Baja</i> . Direktorat Jendral Bina Marga: Jakarta.
Jembatan Pelengkung Dek (<i>Deck arch bridge</i>)	ALT.3	Sutarja, I.N. (2007), <i>Perencanaan Jembatan Balok Pelengkung Beton Bertulang</i> Tukad Yeh Penet, di Sangeh, Prosiding Konf. Nas. T. Sipil I, Univ. Atma Jaya Yogyakarta.
Jembatan gantung (<i>suspension bridge</i>)	ALT.4	Supriyadi dan Muntohar. (2007). <i>Jembatan</i> . Yogyakarta. Universitas Gaja mada.

Alat utama dari metod AHP adalah model hirarki dari masalah yang akan diselesaikan. Hierarki dibuat dengan

menggunakan diagram pohon (*tree diagram*). Seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram pohon (tree diagram) kriteria dan alternatif

Proses perhitungan matematis dalam metode AHP dilakukan dengan menggunakan suatu matrik. Apabila dalam suatu sub sistem operasi terdapat n kriteria operasi yaitu A_1, A_2, \dots, A_n , maka hasil perbandingan dari elemen-elemen operasi tersebut akan membentuk matrik A berukuran $n \times n$ dengan bentuk seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks perbandingan berpasangan

Kriteria	A_1	A_2	....	A_n
A_1	1	A_{21}	....	A_{1n}
A_2	A_{12}	1	....	A_{2n}
....	....	....	1	....
A_n	A_{1n}	A_{2n}	....	1

Pengisian nilai a_{ij} menggunakan aturan sebagai berikut:

- Jika $a_{ij} = \infty$, maka $a_{ji} = 0$
- Jika antara elemen operasi A_i dengan A_j mempunyai tingkat kepentingan yang samamaka nilai $a_{ij} = a_{ji} = 1$
- Nilai $a_{ij} = 1$ untuk $i = j$ (diagonal matrik memiliki nilai 1)

Dari matrik perbandingan berpasangan tersebut di atas, dilakukan pembobotan parsial dengan langkah sebagai berikut :

- Menjumlahkan nilai setiap kolom dalam matrik perbandingan berpasangan.
- Membagi nilai a_{ij} pada setiap kolom dengan jumlah nilai pada kolom bersangkutan sehingga diperoleh matrik yang dinormalisasi.

Menjumlahkan nilai setiap baris dari matrik yang telah inormalisasi dan membaginya dengan jumlah elemen tiap baris, yang merupakan nilai bobot parsial [15].

2.5 Uji konsistensi metode AHP

Perbandingan berpasangan dari masing-masing elemen dapat diperoleh melalui pengukuran aktual

maupun pengukuran relatif dari derajat kesukaan, kepentingan atau perasaan. Dalam penilaian perbandingan berpasangan sering terjadi ketidakkonsistenan dari preferensi yang diberikan oleh pengambil keputusan. Dalam metode AHP, konsistensi dari penilaian berpasangan tersebut dievaluasi dengan menghitung *Consistency Ratio* (CR) [16].

Apabila nilai CR lebih kecil atau sama dengan 10%, maka hasil penilaian tersebut dikatakan konsisten. Formulasi yang digunakan dalam menghitung CR adalah sebagai berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Keterangan :

CR : *Consistency Ratio*

CI : *Consistency Index*

Nilai dari *Consistency Index* diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

CR : *Consistency Ratio*

α_{max} : Nilai maksimum dari eigenvalue

N : Ukuran matriks

Apabila CI bernilai nol, berarti matrik konsisten. Batas tidak konsisten diukur dengan menggunakan nilai pembangkit random (RI). Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan Saaty dengan menggunakan 500 sampel, jika pertimbangan numerik diambil secara acak dari skala 1/9, 1/8, ..., 1, 2, ..., 9 akan diperoleh nilai rata-rata konsistensi untuk matrik dengan ukuran yang berbeda seperti terlihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Uji konsistens

OM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,58

Keterangan :

OM = Orde Matriks
RI = Random Index

Selanjutnya dilakukan penyusunan hirarki pemilihan desain. Sedangkan analisis hierarki proses dimaksudkan untuk menganalisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa sebagian besar responden berlatar belakang pendidikan S2 sebanyak 2 orang, urutan kedua berlatar belakang pendidikan S1 sebanyak 4 orang, dan ketiga berlatar belakang pendidikan Diploma III/DIII sebanyak 2 orang. Berikut data kuesioner dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Tingkat pendidikan responden

Pendidikan Responden	Jumlah Responden	Jabatan Responden
Starat 2/S2	2	PT. Nindya Karya selaku kepala proyek PT. Passongkorang selaku Manajer 1 Deputy Project
Strata 1/S1	4	PT. Adi Jaya Lima Pradana selaku Deputy Manajer Proyek 2. PT. Yodya Karya selaku konsultan teknik & perencanaan Tim Pelaksana Pekerjaan PT. Adi Jaya Lima Pradana selaku Kontraktor Engineer pelaksana Tim Perencana PT. Yodya Karya selaku konsultan Landscape Tim PT. Tim Perencana PT. Yodya Karya selaku Konseptor Desain
Diploma III/DIII	2	Tim Konsultan Perencanaan PT. Yodya Karya selaku Draft engineer Tim Pelaksana PT. Nindya Karya selaku Surveyor Pelaksana Proyek

3.1 Pengalaman responden

Berikut data kuesioner dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Pengalaman responden

Masa Kerja	Jumlah	Persentase (%)
0-5 Tahun	2	22
6-10 Tahun	2	22
10 > Tahun	4	56
Total	8	100

3.2 Persyaratan responden

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa seluruh responden penelitian memenuhi persyaratan yang dipersyaratkan oleh divisi bidang masing-masing. Berikut data responden dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Persyaratan perencanaan konsultan atau kontraktor

No.	Memiliki Integritas	Memahami Pekerjaan	Memahami Jenis Pekerjaan	Memahami Isi	Memiliki Sertifikasi Keahlian	Menandatangani Pakta Integritas	Sumber Data
Res.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Res.8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Tabel 6 menunjukkan bahwa dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek tersebut telah memenuhi persyaratan dalam bidang ahli masing-masing. Sesuai dengan keputusan yang tercantum pada KEPRES No. 29 Tahun 1984 untuk disebut sebagai pihak konsultan perencana maupun kontraktor, maka harus memenuhi syarat-syarat administratif dan teknis serta dapat dipastikan bahwa seluruh pemangku kepentingan yang terlibat telah memahami proyek tersebut.

3.3 Perhitungan analisis AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

Dari hasil kuisisioner yang dilakukan oleh beberapa responden pembobotan pada kriteria yang ada untuk pelaksanaan proyek konstruksi adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil pengisian responden

URUTAN PERTANYAAN	RESPONDEN								RATA-RATA GEOMETRIK
	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	
AL:AH	1/4	1/9	1/4	1/3	7	1/2	1	1/4	0.461
AL:AT	1/5	1/7	1/5	1/7	1/8	1/7	1/5	1/9	0.154
AL:AE	1/4	1/6	1	1/3	1	1/9	1/4	1/7	0.294
AH:AT	1/7	4	1/8	4	1/9	1	1/8	4	0.596
AH:AE	1/8	1/9	1/6	1/8	1/7	1/8	1/3	1/5	0.156
AT:AE	1/9	1/9	1/9	1/7	1/5	1	1/8	1/7	0.170

Setelah pengisian kuisisioner, maka diolah dengan uji konsistensi untuk perbandingan berpasangan antar kriteria, yaitu:

Tabel 8. Perbandingan berpasangan antar kriteria

Matriks perbandingan antar kriteria				
Penilaian	AL	AH	AT	AE
AL	1	0.46	0.154	0.294
AH	2.171	1	0.596	0.156
AT	6.474	1.678	1	0.170
AE	3.407	6.425	5.880	1

Langkah selanjutnya adalah menormalkan matriks dengan cara sebagai berikut:

- a. Menjumlahkan nilai awal dari masing – masing kolom, seperti ditunjukkan pada tabel 9 di bawah.

$$\text{Misal: } \sum EA = (1+2.171+6.474+3.407) = 13.052$$

Tabel 9. Penjumlahan tiap kolom

Matriks perbandingan antar kriteria				
Penilaian	AL	AH	AT	AE
AL	1	0.46	0.154	0.294
AH	2.171	1	0.596	0.156
AT	6.474	1.678	1	0.170
AE	3.407	6.425	5.880	1
Jumlah	13.052	9.563	7.630	1.619

- b. Membagi setiap nilai awal dengan hasil penjumlahan nilai tiap kolom, seperti diperlihatkan oleh tabel 10

$$\text{Misal: } AL = \frac{1}{13.052} = 0.077$$

Tabel 10. Matriks kenormalan perbandingan berpasangan antar kriteria

Matriks kenormalan perbandingan berpasangan antar kriteria				
Penilaian	AL	AH	AT	AE
AL	0.077	0.05	0.020	0.181
AH	0.166	0.10	0.078	0.096
AT	0.496	0.18	0.131	0.105
AE	0.261	0.67	0.771	0.618
Jumlah	1	1	1	1

Setelah menormalisasi matriks, langkah berikutnya adalah mengitung bobot masing – masing kriteria. Nilai bobot didapatkan dengan cara sebagai berikut:

- c. Menjumlahkan nilai dari masing – masing baris.

$$\text{Misal: } \sum AL = (0.077 + 0.05 + 0.020 + 0.181) = 0.81$$

- d. Membagi hasil penjumlahan nilai masing–masing baris dengan banyaknya kriteria.

$$\text{Misal: Nilai bobot kriteria (AL)} = \frac{0.81}{4} = 0.20$$

Perhitungan selengkapanya untuk nilai bobot masing – masing kriteria diperlihatkan oleh tabel 11.

Tabel 11. Matriks dan nilai bobot antar kriteria

Normalisasi antar kriteria						
Penilaian	AL	AH	AT	AE	JMLH	BOBOT
AL	0.16	0.15	0.14	0.36	0.81	0.20
AH	0.32	0.31	0.52	0.30	1.44	0.36

Normalisasi antar kriteria						
Penilaian	AL	AH	AT	AE	JMLH	BOBOT
AT	0.13	0.19	0.11	0.04	0.48	0.12
AE	0.40	0.35	0.23	0.30	1.27	0.32
JUMLAH	1	1	1	1	4	1

Setelah mendapatkan nilai bobot masing – masing kriteria, langkah selanjutnya adalah melakukan uji konsistensi. Perhitungan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- e. Mencari nilai [A] = matriks awal perbandingan antar kriteria x nilai bobot.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0.460 & 0.154 & 0.294 \\ 2.171 & 1 & 1.596 & 0.156 \\ 6.474 & 1.678 & 1 & 0.170 \\ 3.406 & 6.425 & 5.880 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.20 \\ 0.36 \\ 0.12 \\ 0.32 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4.145 \\ 4.618 \\ 4.585 \\ 3.045 \end{pmatrix}$$

Misal:

$$\begin{aligned} \text{Baris AL} &= (1 \times 0.20) + (0.46 \times 0.20) + \\ &\quad (0.154 \times 0.20) + (0.294 \times 0.20) \\ &= 4.145 \end{aligned}$$

- f. Mencari vektor [B] = nilai [A] / nilai bobot

$$\begin{aligned} &= \begin{bmatrix} \frac{4.145}{0.20} & \frac{4.618}{0.36} & \frac{4.585}{0.12} & \frac{3.045}{0.32} \end{bmatrix} \\ &= [4.145 \ 4.618 \ 4.585 \ 3.045] \\ &= 16.394 \end{aligned}$$

- g. Mencari eigen value maksimum (λ_{maks})

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{maks}} &= \frac{\text{jumlah elemen matriks B}}{N} \\ &= \frac{16.394}{4} \\ &= 4.098 \end{aligned}$$

- h. Mencari indeks konsistensi (CI)

$$\begin{aligned} CI &= \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} \\ &= \frac{4.098 - 4}{4 - 1} \\ &= 0.0328 \end{aligned}$$

- i. Mencari indeks random (RI)

Untuk n = 4 indeks randomnya sebesar 0,90

- j. Mencari rasio konsistensi (CR)

$$\begin{aligned} CR &= \frac{CI}{RI} \\ &= \frac{0.0328}{0.90} \\ &= 0.0365 (CR < 10\%) \end{aligned}$$

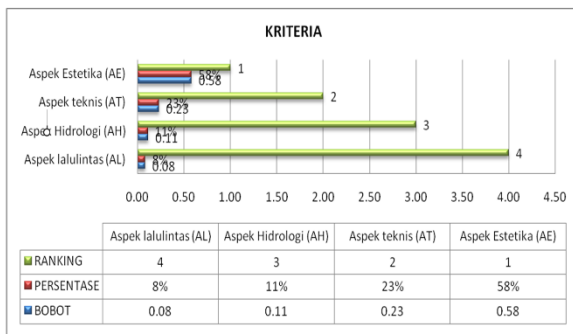
Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai CR sebesar 0.036 atau 3%. Karena lebih kecil dari 0.1 atau 10(%) maka bisa disimpulkan bahwa data yang diambil adalah konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan.

3.4 Pembobotan dan perankingan dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk keseluruhan responden

Setelah perhitungan kuisioner secara matriks, pada bagian ini akan diuraikan mengenai pengumpulan data dari kuisioner penentuan output dari data yang akan dianalisa. Data yang akan dianalisa adalah berupa kuisioner tingkat kepentingan dengan skal 1-9 dan dolah dengan pendekatan AHP (*analytical Hierarchy Process*) degan bantuan *Software Expert Choice*.

a. Hasil pembobotan dan perankingan kriteria untuk keseluruhan responden

Hasil pembobotan kriteria pada pemilihan desain jembatan Sungai Takondeang oleh para pemangku kepentingan dibidang teknis dan perencanaan diperoleh hasil yaitu Aspek Lalu Lintas, Aspek Teknis, Aspek Hidrologi dan Aspek Aspek Estetika memiliki nilai prioritas yang berbeda. Hal ini dapat terlihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik pembobotan hasil kriteria

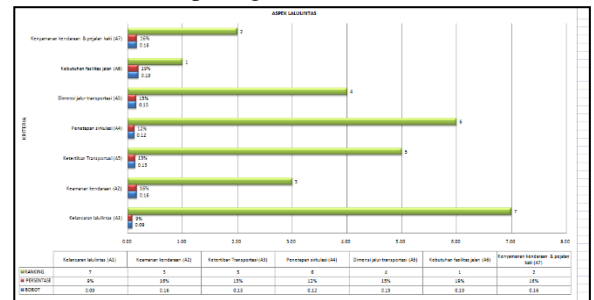
Gambar diatas menunjukkan bahwa dalam penilaian pemilihan kriteria, Aspek Estetika (AE) dengan nilai bobot 0.580 atau 58%. merupakan pilihan yang paling penting dalam penilaian responden. Kriteria tertinggi kedua yaitu Aspek Teknis (AT) dengan nilai bobot 0.227 atau 23%. Aspek Teknis ini dianggap penting karena dalam perencanaan transportasi hal yang mendasar untuk mendukung daya kekuatan dan estetika dilihat dari fungsi daripada stuktur karena dalam hal mendesain jembatan bentuklah yang menjadi fungsi dasar utama.

b. Hasil pembobotan dan perankingan sub kriteria untuk keseluruhan responden

• Aspek lalu lintas

Hasil pemilihan kuisioner aspek lalu lintas dalam pemilihan desain Jembatan Sungai Takondeang yang sesuai memperoleh hasil yaitu kebutuhan fasilitas fasilitas jalan (A6) dengan nilai bobot 0.190 atau 19% dan diikuti dengan kenyamanan kendaraan dan pejalan kaki (A7) dengan nilai bobot 0.163 atau 16%. Hal ini menunjukkan bahwa keselamatan kendaraan serta fasilitas jalan sangat diprioritaskan dalam mendesain suatu bangunan jalur transportasi. Baik dalam segi

struktur maupun asitekturalnya. Hal ini terlihat pada gambar 3.

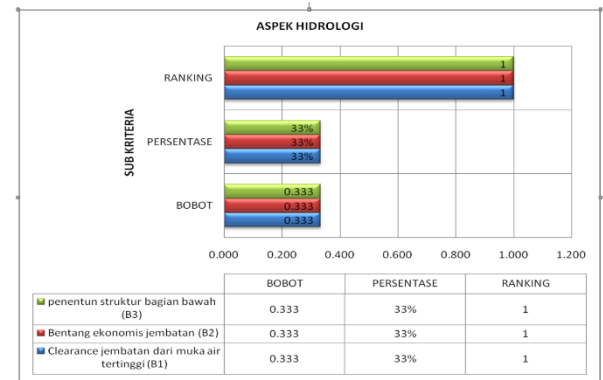


Gambar 3. Hasil pembobotan dan perankingan sub kriteria aspek lalu lintas

Dari gambar diatas terlihat bahwa penguasaan dalam konsep desain perencanaan jembatan, hal yang perlu diuamakan adalah kenyamanan jalur lalu lintas dan pejalan kaki. Demi menunjang keselamatan dalam transportasi.

• Aspek hidrologi

Untuk aspek hidrologi, clearance jembatan dari muka air tertinggi (B1), bentang ekonomis jembatan (B2) dan penentuan struktur bagian bawah (B3). Memiliki prioritas yang sama besar yaitu 0.333 atau 33%. Hal ini dapat terlihat pada gambar 4 berikut:



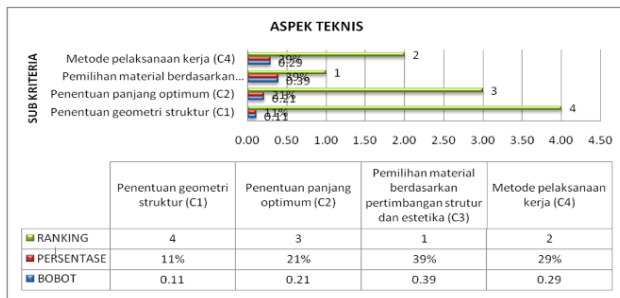
Gambar 4. Hasil pembobotan dan perankingan sub kriteria aspek hidrologi

Gambar diatas menunjukkan bahwa, semua responden yang terlibat dalam proyek tersebut sangat memahami hal yang mendasar tentang aspek hidrologi. hal yang sangat penting dalam menentukan spesifikasi dalam merealisasikan proses.

• Aspek Teknis

Hasil pembobotan sub kriteria pada aspek teknis oleh responden dibidang perencanaan konstruksi dan arsitektural yaitu pemilihan material berdasarkan pertimbangan struktur dan estetika (C3) memiliki nilai bobot 0.386

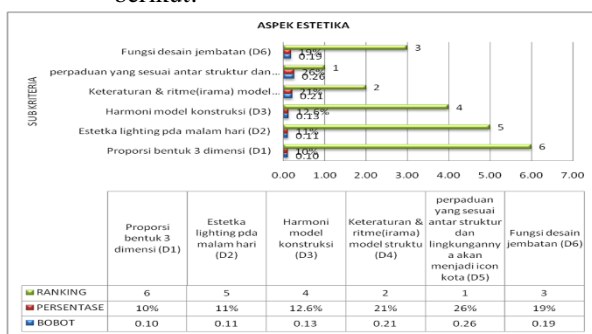
atau 39% kemudian diikuti metode pelaksanaan kerja (C4) dengan nilai bobot 0.293 atau 29%.. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Hasil pembobotan dan perankingan sub kriteria aspek teknis

Dari hasil gambar diatas menunjukan bahwa, para ahli teknisi bidang perencanaan dan pelaksanaan kerja mempertimbangkan bahan-bahan konstruksi berdasarkan pertimbangan struktur dan estetika,. Dengan itu sangat perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaan proyek dalam memenjem proses perencanaan dan pelaksanaan.

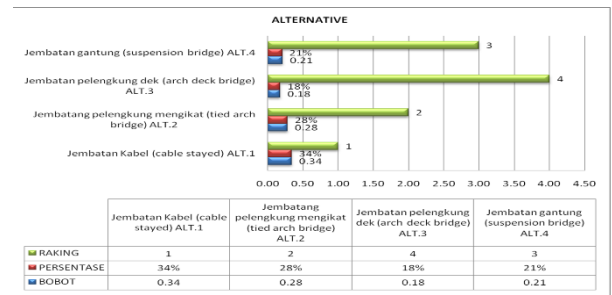
- Aspek estetika
Aspek estetika yaitu memiliki nilai bobot yang tertinggi dan paling penting dalam perencanaan desain Jembatan Sungai Takondeang yaitu perpaduan yang sesuai antar struktur dan lingkungannya akan menjadi icon kota (D5) dengan nilai bobot 0.262 atau 26% dan diikuti nilai penting yaitu keteraturan dan ritme (irama) model struktur (D4) dengan nilai bobot 0.212 atau 21%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penilaian para ahli responden dibidang desain struktur dan perencanaan sangat memahami model desain yang dapat mempengaruhi perkembangan kota. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Hasil pembobotan dan perankingan sub kriteria aspek estetika

- c. Hasil pembobotan dan perankingan alternative untuk keseluruhan responden

Berdasarkan nilai bobot yang telah terangkum dari beberapa hasil pilihan yang terenting oleh responden, maka untuk pemilihan beberapa alternative dapat kita lihat dari gambar 7.



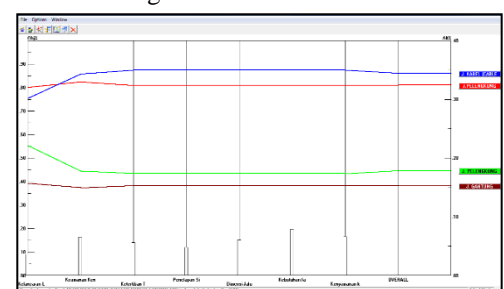
Gambar 7. Hasil pembobotan dan perankingan alternative

Dari gambar diatas Dapat disimpulkan bahwa bobot yang terpenting dan masuk kategori pilihan jembatan adalah Jembatan Kabel (*Cable Stayed*) (ALT. 1) dengan nilai bobot 0.340 atau 34%. dan pilihan kedua Jembatan Pelengkung Mengikat (*Tied Arch Bridge*), (ALT. 2) dengan nilai bobot 0.270 atau 27%.

- d. Pembobotan alternative berdasarkan *Expert Choice*

Setelah hasil hitungan secara geometric telah didapatkan, maka diexpert choice kan dilakukan uji sensitifitas, dimana pada masing-masing kriteria akan mengeluarkan output hasil bobot yang akan menjadi prioritas utama dari pilihan alternative tersebut.

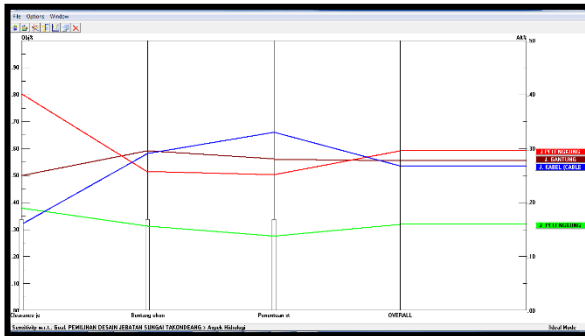
- Hasil pembobotan expert choice pada aspek lalu lintas
Hasil dari pembobotan aspek lalu lintas menyatakan bahwa alternative yang menjadi prioritas utama yaitu jembatan kabel dengan nilai bobot tertinggi sebanyak 0.345, pilihan tertinggi kedua yaitu jembatan pelengkung sebanyak 0.325, berikutnya jembatan pelengkung 0.186, terakhir jembatan gantung dengan nilai bobot 0.101. hal tersebut dapat dilihat dari gambar 8.



Gambar 8. Grafik *Expert Choice* hasil pembobotan alternatif untuk aspek lalu lintas

- Hasil Pembobotan *Expert Choice* pada aspek hidrologi
Untuk kriteria lain dari Aspek Hidrologi hasil analisis alternatif yang dilakukan pada data kriteria tersebut memiliki nilai skor masing – masing adalah jembatan pelengkung mengikat dengan nilai bobot 0,232, kemudian urutan kedua jembatan gantung dengan nilai bobot 0.29, urutan ketiga

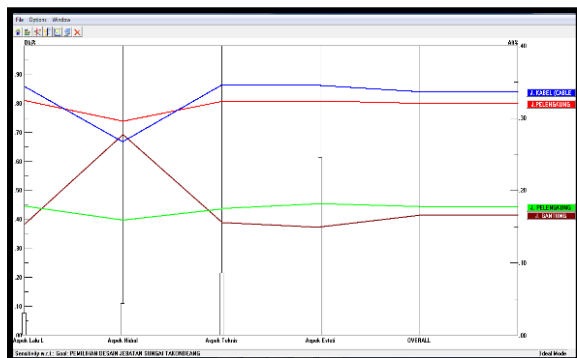
jembatan kabel dengan nilai bobot 0,27 dan urutan terakhir yaitu jembatan pelengkung dek dengan nilai bobot 0.16. Dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini:



Gambar 9. Grafik *Expert Choice* hasil pembobotan alternatif untuk aspek hidrologi

- Hasil pembobotan *Expert Choice* pada aspek teknis

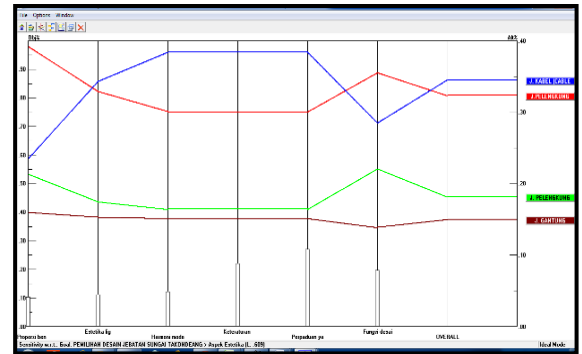
Selanjutnya kriteria dari aspek Teknis hasil analisa alternative yang dilakukan pada data-data kriteria tersebut yaitu jembatan kabel memiliki nilai bobot tertinggi 0.34 dan jembatan pelengkung dek nilai tertinggi kedua 0.345, kemudian jembatan pelengkung mengikat dengan nilai bobot 0.18 dan terakhir adalah jembatan gantung dengan nilai bobot terendah yaitu 0.165. Dapat dilihat pada gambar 10 dibawah.



Gambar 10. Grafik *Expert Choice* hasil pembobotan alternatif untuk aspek teknis

- Hasil Pembobotan *Expert Choice* pada aspek estetika

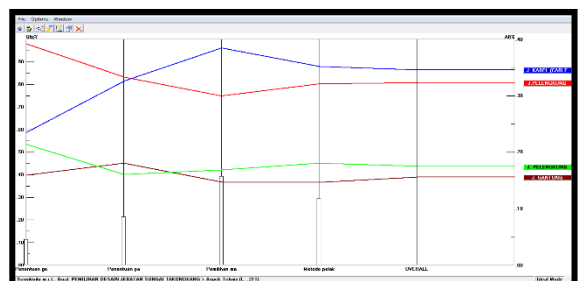
Berikut hasil dari aspek estetika dengan nilai alternaive masing-masing yaitu jembatan kabel dengan nilai bobot paling tertinggi yaitu 0.340, kemdian diikuti urutan nilai tertinggi kedua yaitu jembatan pelengkung mengikat dengan nilai bobot 0.325, jembatan pelengkung dengan urutan ketiga dengan nilai bobot 0.17, dan terakhir yaitu jembatan gantung dengan nilai terendah 0.15. Dapat dilihat pada gambar 11 dibawah.



Gambar 11. Grafik *Expert Choice* hasil pembobotan alternatif untuk aspek estetika

e. Uji sensitivitas

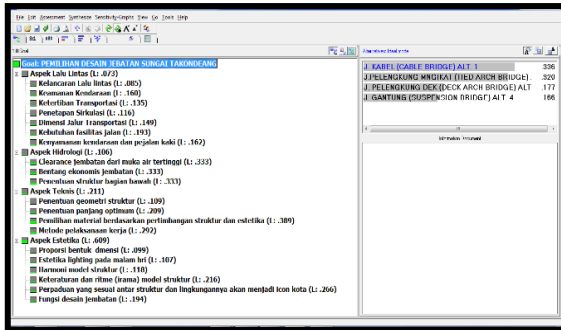
Dari hasil analisa sensitivitas dapat terlihat pada hasil uji coba *exepert choice*, masing –masing kriteria memiliki perolehan bobot yang berbeda. Nilai bobot yang yang dihasilkan berbeda-beda. Bobot pada aspek lalu lintas senilai 7.3% aspek hidrologi 10.6%, aspek teknis 21.1 dan aspek estetika 60.9 %. Jika dilakukan analisa uji sensitivitas dengan peningkatan 10% pada aspek lalu lintas, aspek hidrologi mengalami pengurangan 1.1%, aspek teknis 2.4% dan aspek estetika 54.3%. begitu pula sebaliknya jika dilakukan pengurangan 10 % aspek yang lainnya akan mengalami penambahan. Pada penambahan 10% pada aspek hidrologi, aspek lalulintas mengalami pengurangan 0.8% dan teknis 18.8% serta estetika 54.1%. jika terjadi pengurangan 10%, aspek hidrologi mengalami penambahan sebanyak 0.8%, aspek teknis 2.2% dan aspek estetika 6.7%. begitupula dengan aspek teknis jika terjadi penambahan 10% maka aspek lalu lintas terjadi pngurangan sebanyak 1.2%, aspek hidrologi sebanyak 1.3% dan aspek estetikas sebanyak 7.7%. untuk pengurangan 10%, aspek lalulintas terjadi penambahan 1.1%, aspek hidrologi 2% dan aspek estetika 8.2%. dan untuk aspek Estetka jika terjadi penambahan 10% maka nilai penambahan aspek lalulintas 2.1%, aspek hidrologi 4.3%, aspek teknis 14.6%. Kemudian pengurangan 10% nilai aspek lalulintas sebesar 2.1%, aspek hidrologi 3.2%, aspek teknis 6.3%.



Gambar 12. Grafik *Expert Choice* hasil pembobotan seluruh aspek-aspek untuk alternative

f. Perankingan alternatif

Dengan melihat hasil uji sensitivitas alternatif dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dapat dilihat masing-masing bobot yang diperoleh dari ke 8 responden yang dilakukan dengan bantuan *software Expert Choice*. Berikut ini adalah urutan bobot alternatif jembatan yang dapat dilihat padagambar berikut.



Gambar 13. Hasil pembobotan keseluruhan pada program *Expert Choice*

Nilai bobot tertinggi yaitu jembatan kabel 0.336, kemudian pilihan kedua jembatan pelengkung mengikat dengan nilai bobot 0.320, urutan ketiga jembatan pelengkung dek dengan nilai bobot 0.177, dan yang terakhir jembatan gantung dengan nilai 0.166. Maka disimpulkan bahwa jembatan kabel memiliki perolehan nilai aspek lalu lintas 0.073, aspek hidrologi 0.106, aspek teknis 0.211 dan untuk evaluasi terakhir aspek estetika yang memperoleh nilai bobot tertinggi sebesar 0.609.

3. KESIMPULAN

Hasil analisis penentuan pemilihan Desain Jembatan Sungai Takondeang, dari ke 8 responden yaitu. Jembatan Kabel (*cable stayed*) adalah prioritas utama dengan nilai bobot sebanyak 0.340 atau 34%, kemudian prioritas kedua adalah Jembatan Pelengkung Mengikat (*tied arch bridge*) dengan nilai bobot 0.277 atau 28%, pilihan ketiga yaitu Jembatan Pelengkung Dek (*deck arch bridge*), dan yang terakhir adalah Jembatan Gantung (*suspension bridge*) dengan nilai bobot terendah 0.166 atau 17%.

REFERENSI

- [1] F. D. Hastuti, "Strategi Peningkatan Pertumbuhan Ekonomi Melalui Investasi Infrastruktur Jalan dan Jembatan di Provinsi Banten," *J. Manaj. Pembang. Drh.*, vol. 8, no. 1, 2016.
- [2] E. Yuniardini, D. S. Nababan, and A. Agustan, "Pengaruh Faktor Manusia dan Kendaraan Terhadap Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya di Merauke," *Musamus J. Civ. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [3] D. S. Dewandaru, "Perancangan Big Data Jalan dan Jembatan untuk Mendukung Konstruksi 4.0," *J. HPJI (Himpunan Pengemb. Jalan Indones.)*, vol. 6, no. 2, pp. 83–92, 2020.
- [4] H. F. Betaubun, H. Hairulla, and T. Buktowop, "Analisa Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Jalan Ruas Jalan Kamizaun," *Musamus J. Civ. Eng.*, vol. 3, no. 02, pp. 64–68, 2021.
- [5] I. N. Lokajaya, I. A. Brahmasari, and A. Eliyana, "STRATEGI DAYA TARIK WISATA MEMORIAL JEMBATAN MERAH SURABAYA," in *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 2018, vol. 1, no. 1.
- [6] I. Sebastian, "Analisis Struktur Jembatan Gantung Self-Anchored." Universitas Tarumanagara, 2019.
- [7] A. N. Santoso and S. Sumaidi, "PERBANDINGAN RANGKA JEMBATAN TIPE WARREN DAN TIPE PRATT PADA JEMBATAN BRANTAS," *ENVIROTEK J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 13, no. 2, pp. 70–75, 2021.
- [8] F. Ahmadi and I. Puluhulawa, "Desain Jembatan Jalan Datuk Laksamana Dengan-girdermenggunakan 1725-2016," *J. TeKLA*, vol. 2, no. 2, pp. 54–65, 2020.
- [9] D. K. Yuda, "Modifikasi Desain Jembatan Gumayang Tol Semarang-Demak STA 19+ 600 menggunakan Sistem Jembatan Busur Box Baja." Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2022.
- [10] J. B. de A. da S. Freitas, "ANALISIS EFEKTIFITAS PELAKSANAAN STRUKTUR JEMBATAN BETON BERTULANG SERTA EFISIENSI BIAYA PROYEK PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN BEHEDAN, TIMOR LESTE." Untag 1945 Surabaya, 2021.
- [11] M. Akbar and D. L. Pamuttu, "ANALISIS PRIORITAS PENGEMBANGAN JALAN KAMPUNG JAYA MAKMUR DALAM MENDUKUNG DISTRIK KURIK SEBAGAI DAERAH SURPLUS PADI," *MUSTEK ANIM HA*, vol. 10, no. 01, pp. 12–16, 2021.
- [12] M. Akbar, M. Yamin Jinca, and J. Rahim, "Combination of the IPA-SWOT-AHP Models For the Formulation of the Road Network of Development Policy (A Case Study in Merauke Regency, Papua Indonesia)," *Int. J. Eng. Technol. IJET-IJENS*, vol. 18, no. 03, pp. 183403–5757, 2018.
- [13] M. Akbar, C. Utary, Y. Kakerissa, and S. Asmal, "Priorities of road network development to support national food flows in Merauke District with SWOT and AHP methods," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 343, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/343/1/012185.
- [14] C. Utary, D. W. D. Riwu, and A. Pratiwi, "Identifikasi Ketersediaan Perlengkapan Jalan Raya," *Musamus J. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 01, pp. 34–38, 2019.
- [15] A. Khaira and R. K. Dwivedi, "A state of the art review of analytical hierarchy process," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 2, pp. 4029–4035, 2018.
- [16] W. Ho and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 267, no. 2, pp. 399–414, 2018.
- [17] E. Barlian, "Metodologi penelitian kualitatif & kuantitatif," 2018.