

---

## Penggunaan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Analisa Pemilihan Metode Erection PCI Girder

**Putri Suci Mawariza<sup>1</sup>**

Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Semolowaru Surabaya

E-mail: [pmawariza@untag-sby.ac.id](mailto:pmawariza@untag-sby.ac.id)

Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Semolowaru Surabaya

**Yenywaty Simamora<sup>2</sup>**

E-mail: [yenywaty@untag-sby.ac.id](mailto:yenywaty@untag-sby.ac.id)

**Agustina Nababan<sup>3</sup>**

Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Semolowaru Surabaya

E-mail: [agustinanababan@untag-sby.ac.id](mailto:agustinanababan@untag-sby.ac.id)

### **Abstrak**

*Pelaksanaan erection girder menjadi suatu masalah yang kompleks dan rumit saat Fly Over tersebut dibangun melintasi jalan rel kereta api. Banyak pertimbangan harus dilakukan pada saat memilih metode erection yang akan digunakan. Masalah tersebut antara lain adalah waktu pelaksanaan (window time) yang hanya diperbolehkan pada saat tertentu, claim dari PT. KAI yang sangat besar terhadap gangguan yang disebabkan oleh proyek, dan banyak hal lainnya. Sehingga diperlukan suatu metode pemilihan pelaksanaan erection girder yang tepat dan mewakili preferensi dari pengambil keputusan. Penelitian ini membahas mengenai bagaimana pengambilan keputusan terhadap metode erection girder yang digunakan dalam pembangunan Fly Over Perumahan Citra Harmoni, Trosobo, Sidoarjo. Pengambilan keputusan pada kasus ini dianalisis dengan menggunakan metode Fuzzy AHP. Metode fuzzy digunakan karena mampu menghilangkan crips yang ada pada logika sederhana sehingga dapat memberi pendekatan lebih baik terhadap pengambil keputusan. Dari hasil analisa Fuzzy AHP didapat urutan prioritas alternatif yang digunakan sebagai atribut kriteria. Urutan prioritas kepentingannya adalah atribut safety (0.3948), potensi gangguan (0.177), waktu (0.1504), kemudahan pelaksanaan (0.1468) dan biaya (0.1299). Sehingga didapatkan metode erection girder yang paling tepat untuk dilaksanakan pada proyek pembangunan Fly Over ini adalah metode Cremona Rell.*

**Kata kunci:** Erection, Fuzzy AHP, Girder, Metode

### **Abstract**

*The implementation of the girder erection becomes a complex and complicated problem when the Fly Over is built across the railroad. Many considerations must be taken into account when choosing which erection method to use. These problems include the implementation time (window time) which is only permitted at certain times, a claim from PT. KAI is very big on the disruption caused by the project, and many other things. So we need a method to choose the right erection girder implementation and representing the preferences of decision makers. This study discusses how to make decisions regarding the erection girder method used in the construction of Citra Harmoni Fly Over, Trosobo, Sidoarjo. Decision making in this case was analyzed using the Fuzzy AHP method. The fuzzy method is used because it is able to eliminate the existing crips in simple logic so that it can provide a better approach to decision makers. From the results of the Fuzzy AHP analysis, we get an alternative priority order that is used as a criterion attribute. The priority order of importance is the attributes of safety (0.3948), potential for*

---

*disruption (0.177), time (0.1504), ease of implementation (0.1468) and cost (0.1299). So that the most appropriate erection girder method to be implemented on this Fly Over construction project is the Cremona Rell method.*

**Keywords:** *Erection, Fuzzy AHP, Girder, Method*

## 1. PENDAHULUAN

Akhir- akhir ini pertumbuhan infrastruktur yang ada di Indonesia berkembang sangat pesat salah satunya adalah pertumbuhan pembangunan jembatan. Pembangunan jembatan memerlukan banyak aspek yang harus di tinjau mulai dari segi pelaksanaannya. Aspek tersebut salah satunya adalah metode yang digunakan dalam pemasangan girder jembatan. Berbagai metode yang ada pastinya memiliki kelebihan dan kekurangan dalam segi waktu, biaya, dan resiko [11].

*Fly Over* Citra Harmoni di bangun sebagai akses penghubung dari daerah Perumahan Citra Harmoni dan sekitarnya menuju ke jalan By Pass Sidoarjo. *Fly Over* ini memiliki bentang girder 34.3 m dengan bentang total jembatan dan *ramp* 200m, melintasi rel kereta api. Tipe girder yang digunakan adalah PCI girder, yaitu balok beton yang didesain ramping dengan bentuk penampang menyerupai bentuk huruf I. Sebanyak 6 buah PC-I Girder dengan dimensi panjang 34,3 m dan tinggi 1,7 m digunakan pada *Fly Over* ini.

Beberapa permasalahan dalam pembangunan *Fly Over*, salah satunya adalah pemilihan metode *erection girder* yang tepat. Hal ini sangat penting karena mengingat *Fly Over* ini melintasi jalur kereta api yang merupakan moda transportasi yang hingga saat ini masih aktif beroperasi. Rel kereta api ini merupakan jalur rel utama yang menjadi akses kereta api masuk dan keluar di daerah Surabaya dan sekitarnya. Pihak PT. KAI hanya memberikan *window time* (waktu yang diperbolehkan untuk melakukan aktifitas di atas daerah lajur kereta api) 2 jam/ hari, mulai pukul 23.00 hingga 01.00 WIB. Pekerjaan yang hanya dapat dilakukan pada malam hari ini juga sangat membutuhkan berbagai fasilitas tambahan seperti penerangan yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh pihak PT.KAI. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap keamanan yang ada pada saat pelaksanaan pembangunan khususnya *erection girder* yang tepat berada di atas jalur rel kereta api.

Selain permasalahan *safety* ada juga komponen lain yang harus di perhitungkan dalam mengambil keputusan mengenai metode *erection girder* yaitu waktu dan biaya yang harus tepat dan sesuai. Pemilihan metode ini juga harus memperhatikan kemudahan pemasangan dan pengoperasian alat yang digunakan pada proses *erection girder* tersebut. Akses pengoperasian alat berat yang akan digunakan juga harus diperhatikan mengingat daerah yang dibangun ini adalah pemukiman.

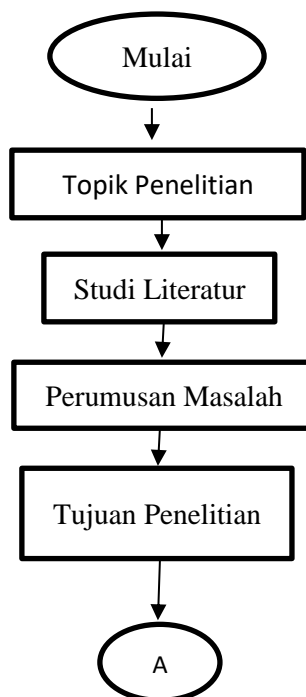
Maka sangat penting dilakukan pengambilan keputusan mengenai metode kerja yang tepat dalam pelaksanaan pembangunan *Fly Over* ini, agar semua aspek pelaksanaan konstruksi seperti waktu, biaya, dan *safety* juga dapat terpenuhi dengan tepat. Berbagai metode *erection girder* yang dapat digunakan memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, yang mana untuk memilih metode *erection girder* yang tepat dan sesuai untuk proyek ini.

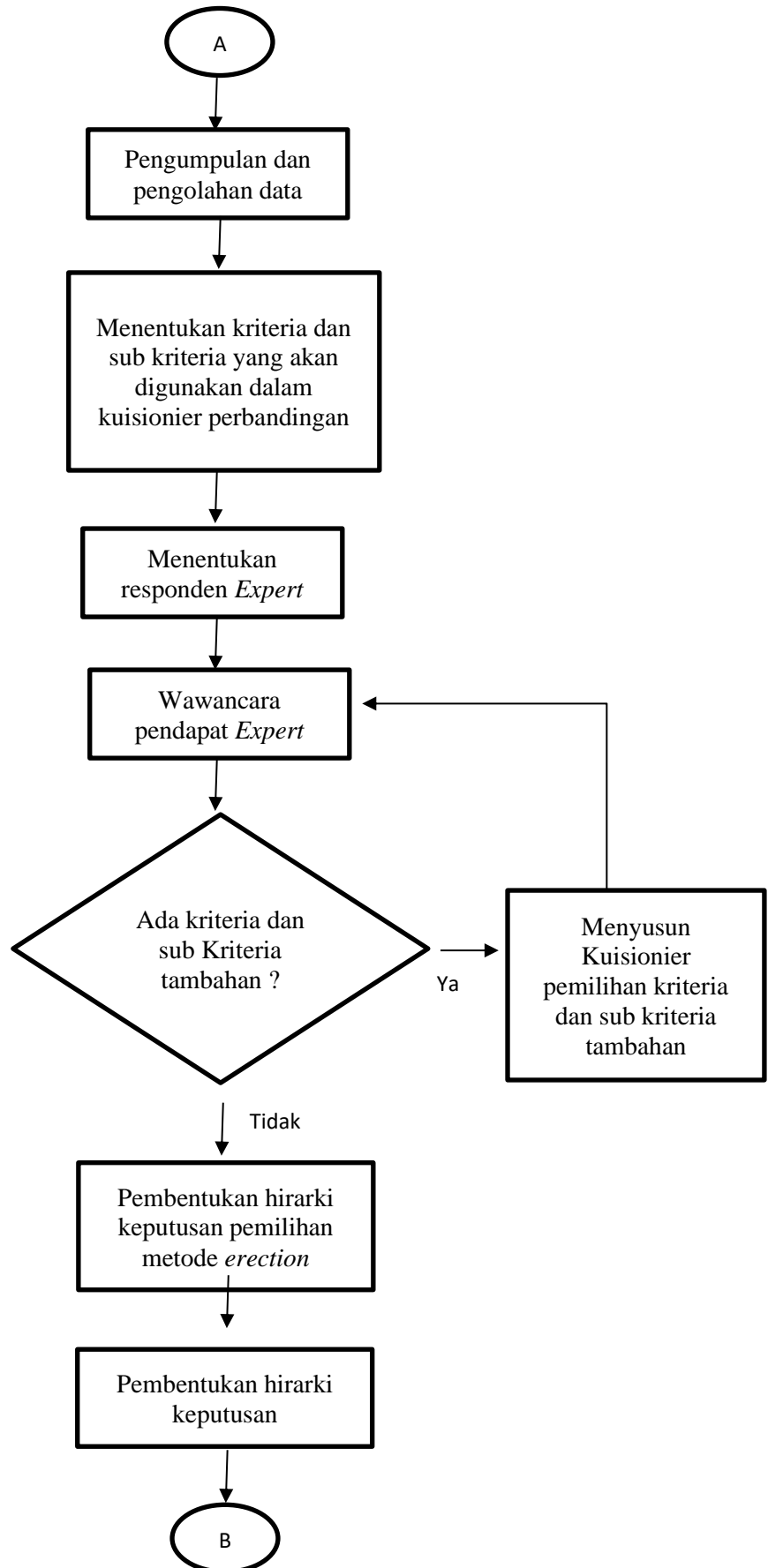
Analytical Hierarchy Process (AHP), pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika dari Universitas Pittsburg, Amerika Serikat pada tahun 1970-an. AHP pada dasarnya didisain untuk menangkap secara rasional persepsi Analisis ini ditujukan untuk membuat suatu model permasalahan yang tidak mempunyai struktur, biasanya ditetapkan untuk memecahkan masalah yang terukur (kuantitatif), masalah yang memerlukan pendapat (*judgement*) maupun pada situasi yang kompleks atau tidak terkerangka [7]. Pada situasi dimana data informasi statistik sangat minim atau tidak ada sama sekali dan hanya bersifat kualitatif yang didasari oleh persepsi, pengalaman ataupun intuisi. Logika fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara dua nilai [8]. Penggabungan antara metode AHP dan logika Fuzzy diharapkan dapat meminimalisir kesamaran persepsi saat pengambilan keputusan.

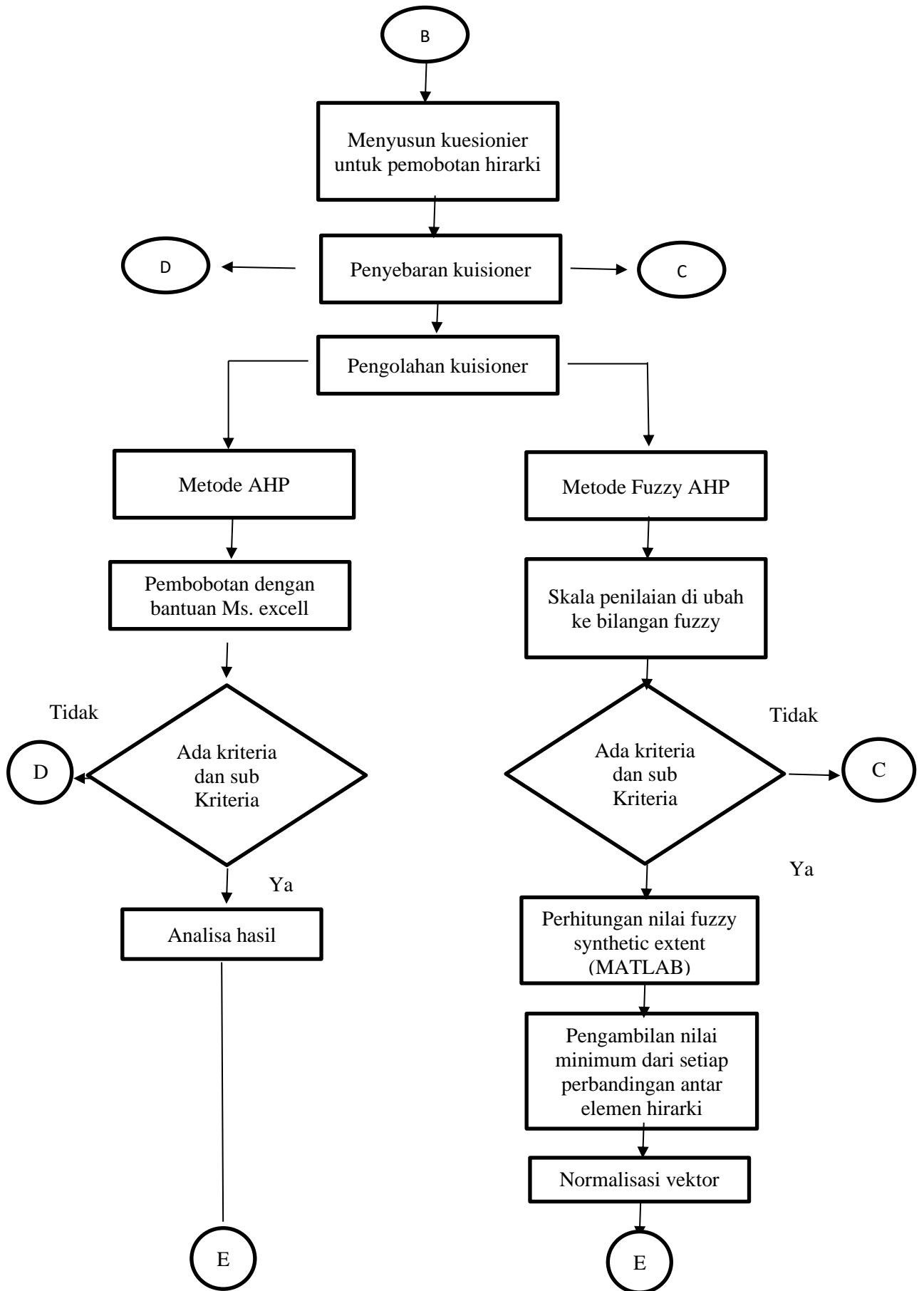
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusun model pengambilan keputusan melalui hirarki *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (*Fuzzy AHP*), berdasarkan atribut pemilihan keputusan serta memilih metode kerja *erection girder* apakah yang paling cocok ( efektif dan efisien) berdasarkan kriteria alternatif yang tersedia. Penelitian terdahulu mengenai pengambilan keputusan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* sudah banyak dilakukan di indonesia, akan tetapi untuk penelitian pengambilan keputusan dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* dengan objek metode *erection girder* untuk *fly over* yang melintas kereta api belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu perlu dilakukan adanya penelitian terkait hal tersebut.

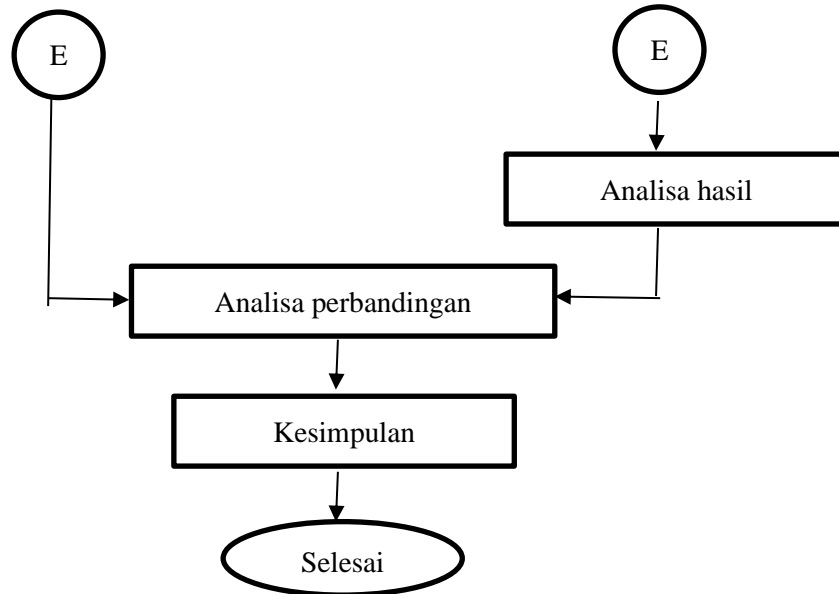
## 2. METODE PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir pada gambar 1 di bawah ini:







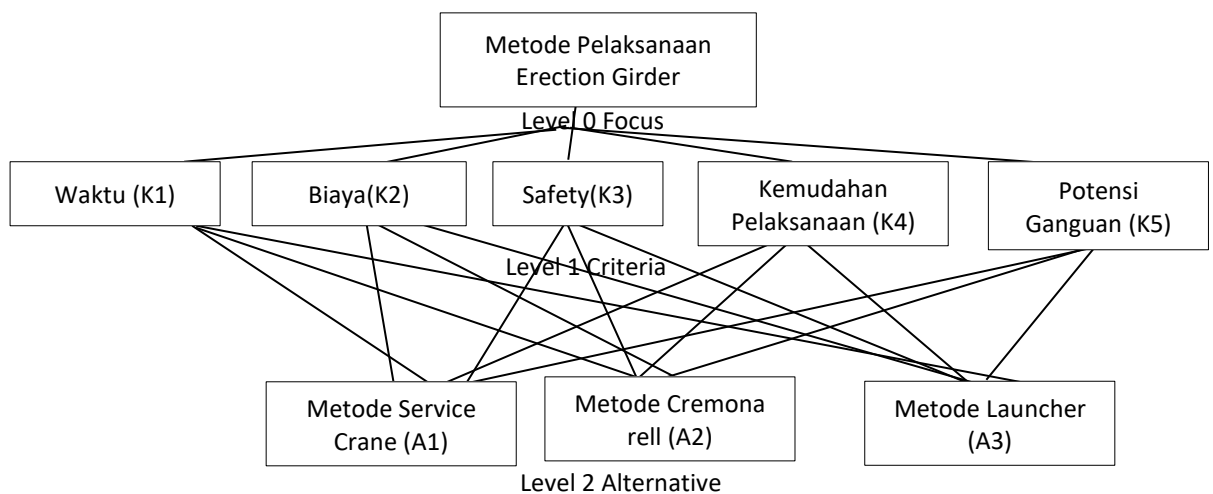


Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisa Atribut Pengambilan Keputusan

Atribut pengambilan keputusan berupa kriteria dan alternatif yang dibutuhkan sebagai input pada proses pemilihan metode *erection girder* pada proyek pembangunan *Fly Over* adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Struktur Hirarki

#### 3.2 Proses Analisa Metode AHP Berdasarkan Penilaian Masing – masing Responden Secara Terpisah

Untuk mengetahui apakah suatu kuesioner telah dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan, maka perlu diperiksa apakah hasil jawabannya telah konsisten atau belum. Kuisisioner di berikan kepada 6 *stakeholder* proyek sebagai responden, yaitu :

1. Kepala proyek ( *Project manager*) dari pihak kontraktor.
2. *Site enginner* dari pihak kontraktor.

3. *Engineer* dari pihak sub kontraktor *erection girder*.
4. Asisten teknik dari pihak *Owner*.
5. Staff engineering dari pihak Konsultan
6. Dari pihak PT.KAI

Bagian ini hanya ditampilkan beberapa contoh perhitungan. Berikut adalah penghitungan dengan responden Expert nomor 1 (PM atau kepala proyek) pada penilaian terhadap besarnya pengaruh sebuah faktor dalam produktivitas yang telah diubah dalam bentuk matriks AHP.

Langkah awal untuk menentukan susunan prioritas elemen adalah menyusun perbandingan berpasangan [10]. Tabel skala perbandingan tingkat kepentingan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 1** Tingkat Kepentingan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen
5	Elemen yang satu lebih penting dari pada yang lainnya	Pengalaman dan penilaian dengan kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam kenyataan
9	Satu elemen mutlak lebih penting dari elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang menguatkan
2,4,6,8	Nilai – nilai di antara dua pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua komponen di antara dua pilihan

Dengan menggunakan tabel hasil kuisionier mengenai perbandingan antar kriteria menurut responden 1

**Tabel 2** Hasil Kuisionier Terhadap Penilaian Kriteria Responden

Kode	Kriteria	Responden 1	
		Penting	Bobot
1	Waktu	-	1
	Biaya		
2	Biaya	b	5
	Safety		
3	Biaya	b	3
	kemudahan pelaksanaan		
4	biaya	b	3
	potensi gangguan		

5	waktu	b	5
	Safety		
6	waktu	b	3
	kemudahan pelaksanaan		
7	waktu	b	3
	potensi gangguan		
8	safety	a	3
	kemudahan pelaksanaan		
9	safety	a	4
	potensi gangguan		
10	kemudahan pelaksanaan	a	2
	potensi gangguan		

Setelah mendapatkan hasil kuisioner, ubah ke dalam bentuk matriks AHP. Adapun langkah-langkah proses analisa metode Fuzzy AHP pada hasil kuisioner dengan kepala proyek pembangunan *Fly Over* Perumahan Citra Harmoni, Trosobo Sidoarjo adalah sebagai berikut :

Memperhatikan variabel mana yang dianggap lebih penting. Memberi nilai di sel pada perbandingan variabel yang dimaksud, bila lebih penting A, maka langsung diisi dengan nilai yang tertera dalam kuisioner. Lain halnya bila yang lebih penting B, maka angka yang dimasukkan dalam sel adalah nilai  $1/n$  dari nilai kuesioner. Jawaban dimasukkan dengan posisi seperti dijelaskan pada tabel di bawah ini. Mengikuti kode yang tertera pada rekapitulasi hasil kuisioner pada tabel dibawah ini :

**Tabel 3** Perbandingan Berpasangan Kriteria Responden

	Waktu	biaya	safety	kemudahan pelaksanaan	potensi gangguan
Waktu	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33
Biaya	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33
Safety	5.00	5.00	1.00	3.00	4.00
kemudahan pelaksanaan	3.00	3.00	0.33	1.00	2.00
potensi gangguan	3.00	3.00	0.25	0.50	1.00

Masing-masing nilai dari sel berwarna kuning adalah 1, maka dalam matriks AHP untuk perhitungan, sel berwarna kuning diberi angka 1. Langkah selanjutnya adalah Menjumlahkan masing – masing kolom.



**Tabel 4** Jumlah Kolom Penilaian Kriteria Responden

	Waktu	biaya	safety	kemudahan pelaksanaan	potensi gangguan
Waktu	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33
Biaya	1.00	1.00	0.20	0.33	0.33
Safety	5.00	5.00	1.00	3.00	4.00
kemudahan pelaksanaan	3.00	3.00	0.33	1.00	2.00
potensi gangguan	3.00	3.00	0.25	0.50	1.00
Jumlah	13.00	13.00	1.98	5.17	7.67

**Tabel 5** Vektor Prioritas Kriteria Responden

Vektor Prioritas
0.07
0.07
0.48
0.22
0.16

Selanjutnya menghitung Rasio Konsistensi (CR). Matriks perbandingan berpasangan dikalikan dengan vektor prioritas. vektor baru tersebut dinyatakan sebagai vektor jumlah bobot.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1/3 \\ 1 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 5 & 1 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 1/3 & 1 & 2 \\ 3 & 3 & 1/4 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.07 \\ 0.07 \\ 0.48 \\ 0.22 \\ 0.16 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.37 \\ 0.37 \\ 2.50 \\ 1.14 \\ 0.83 \end{bmatrix}$$

Entri dari vektor jumlah bobot dibagi dengan entri yang berpasangan dari vektor prioritas dan dinyatakan hasilnya sebagai bobot prioritas.

$$\begin{aligned} \text{Bobot prioritas} &= \begin{bmatrix} 0.37 & 0.37 & 2.50 & 1.14 & 0.83 \\ 0.07 & 0.07 & 0.48 & 0.22 & 0.16 \end{bmatrix} \\ &= [5.06 \ 5.06 \ 5.27 \ 5.24 \ 5.06] \end{aligned}$$

Menghitung rata-rata dari nilai pada dan hasilnya dinotasikan dengan  $\lambda$  maks.

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{maks}} &= (5.06 + 5.06 + 5.27 + 5.24 + 5.06) / 5 \\ &= 5.137 \end{aligned}$$

Menghitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus sebagai berikut :

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1}$$

Dengan:

$\lambda_{\text{maks}}$  = Nilai Eigen Vektor Maksimum, n = Ukuran Matrik.

Ukuran matrik 5 x 5 pada penelitian ini karena terdapat 5 kriteria, maka n = 5.

Sehingga di dapat :

$$CI = \frac{5.137 - 5}{5}$$

$$5 - 1 \\ = 0.034$$

Menghitung *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus sebagai berikut:

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

$$RI, \text{ dengan } RI (\text{Random Consistency Index}) = RI = 1.98(n-2)/n \\ = 0.029$$

### 3.3 Proses Analisa Kriteria Metode FAHP Berdasarkan Penilaian Masing – masing Responden Secara Terpisah

Jika  $CR \leq 10\%$  maka matriks perbandingan berpasangan tersebut konsisten [11]. Konsisten artinya semua elemen telah dikelompokkan secara homogen dan relasi antara kriteria saling membenarkan secara logis. Setelah matriks dinyatakan konsisten langkah selanjutnya adalah mengubah Matriks perbandingan AHP kedalam angka fuzzy.

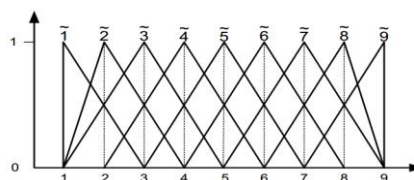
Mengkonversi Matriks Perbandingan Berpasangan Fuzzy. Penilai dari hasil kuisionier di ubah menjadi matriks perbandingan berpasangan AHP seperti tahapan di atas dan dikonversi menjadi matriks perbandingan fuzzy dengan ketentuan sebagai berikut :

**Tabel 6** Fuzifikasi Terhadap Skala AHP

Skala AHP	Skala Fuzzy	Invers Skala Fuzzy
1	(1,1,1) = jika diagnal (1,1,3)	(1/3,1/1,1/1)
3	(1,3,5)	(1/5,1/3,1/1)
5	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
7	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
9	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)
2	(1,2,4)	(1/4,1/2,1/1)
4	(2,4,6)	(1/6,1/4,1/2)
6	(4,6,8)	(1/8,1/6,1/4)
8	(6,8,9)	(1/9,1/8,1/6)

Sumber : M.L. Chuang, J.H.Liou, 2008

*Triangular Fuzzy Number* adalah himpunan bilangan fuzzy, yang digunakan untuk pengukuran yang berhubungan dengan penilaian subjektif manusia yang memakai bahasalinguistik. Gambar grafik Fuzzifikasi skala AHP ke *Triangular Fuzzy Number* dapat digambarkan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3** Fuzifikasi Skala AHP ke TFN

Grafik Fuzzifikasi skala AHP diatas dapat menjelaskan fungsi keanggotaan antra 0-1 pada setiap skala AHP. Misalnya untuk skala AHP di beri bobot 5 maka TFN akan menjadi (3,5,7). Sehingga dari hasil kuisionier di susun perbandingan AHP dan dari matriks perbandingan AHP kita ubah menjadi matriks perbandingan fuzzy AHP dengan

cara mengkonversi skala AHP menjadi TFN (*triangular fuzzy number*). Maka dari matriks perbandingan AHP di konversi dengan TFN di dapat tabel perbandingan berpasangan fuzzy seperti di bawah ini.

**Tabel 7** Perbandingan berpasangan Antar kriteria dari Responden I

	waktu			biaya			safety			Kemudahan pelaksanaan			Potensi gangguan		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
waktu	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.14	0.20	0.33	0.20	0.33	1.00	0.20	0.33	1.00
biaya	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.14	0.20	0.33	0.20	0.33	1.00	0.20	0.33	1.00
safety	3.00	5.00	7.00	3.00	5.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	2.00	4.00	6.00
Kemudahan pelaksanaan	1.00	3.00	5.00	1.00	3.00	5.00	0.20	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00
Potensi gangguan	1.00	3.00	5.00	1.00	3.00	5.00	0.17	0.25	0.50	0.25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00

Konversi dilakukan dengan melihat penilaian dari expert pada perbandingan berpasangan AHP dan mengubah menjadi TFN (*triangular fuzzy number*) sesuai dengan acuan. Menghitung nilai  $\sum_{j=1}^m \sum_{gi}^1 = (\sum_{j=1}^m lj, \sum_{j=1}^m mj, \sum_{j=1}^m uj)$  dengan operasi penjumlahan pada tiap-tiap bilangan triangular fuzzy setiap baris.

**Tabel 8** Jumlah baris Perbandingan berpasangan Antar kriteria dari Responden I

jumlah baris		
L	m	u
2.54	2.87	4.33
2.54	2.87	4.33
10.00	18.00	26.00
4.20	9.33	16.00
3.42	7.75	12.50

Misalnya pada kolom pertama baris pertama (l) merupakan penjumlahan dari  $1+1+0.14+0.2+0.2 = 2.54$

Menghitung nilai  $\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]$  dengan operasi penjumlahan untuk keseluruhan bilangan triangular fuzzy dalam matriks perbandingan berpasangan.

$$\begin{bmatrix} l & m & u \\ 22.70 & 40.82 & 63.17 \end{bmatrix}$$

Contoh :  $l = 2.54+2.54+10+4.20+3.42 = 22.70$

Dari matriks perbandingan berpasangan, selanjutnya dihitung nilai fuzzy syntethic extent untuk tiap kriteria utama sebagai berikut :

**Tabel 9** Synthethic Extent Perbandingan berpasangan Antar kriteria dari Responden I

	Si		
	L	m	U
K1	0.040	0.070	0.191
K2	0.040	0.070	0.191
K3	0.158	0.441	1.145
K4	0.066	0.229	0.705
K5	0.054	0.190	0.551

Fuzzy syntetic extent ini didapatkan dari persamaan di bawah ini

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_i^j x \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M_i^j} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$$\sum_{j=1}^m M_i^j = \sum_{j=l}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j, \dots \dots \dots (2)$$

Misalnya kolom 1 baris K1 =  $2.54 \times \frac{1}{63.17} = 0.040$

Dilakukan perbandingan tingkat kemungkinan antar fuzzy syntetic extent dengan nilai minimumnya. Menghitung nilai vektor F-AHP (V) Jika telah didapt nilai  $S_i$ , maka dapat didefinisikan sebagai nilai *vector* (V) . Dengan menggunakan ketentuan :

$$v(M_2 \geq M_1) = \sup[\min (\mu_{M_1}(x), \min(\mu_{M_2}(y))]$$

$$v(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & , \text{ if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & , \text{ if } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - l_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{ selain di atas} \end{cases}$$

K1

VsK1 ≥ (VsK2, VsK3, VsK4, Vs5)

- VsK1 ≥ VsK2 = 1
- VsK1 ≥ VsK3 = 0.081
- VsK1 ≥ VsK4 = 0.440
- VsK1 ≥ VsK5 = 0.553

K2

VsK2 ≥ (VsK1, VsK3, VsK4, VsK5)

- VsK2 ≥ VsK1 = 1
- VsK2 ≥ VsK3 = 0.081
- VsK2 ≥ VsK4 = 0.440
- VsK2 ≥ VsK5 = 0.553

K3

VsK3 ≥ (VsK1, VsK2, VsK4, VsK5)

- VsK3 ≥ VsK1 = 1
- VsK3 ≥ VsK2 = 1
- VsK3 ≥ VsK4 = 1
- VsK3 ≥ VsK5 = 1

K4

VsK4 ≥ (VsK1, VsK2, VsK3, VsK5)

- VsK4 ≥ VsK1 = 1
- VsK4 ≥ VsK2 = 1
- VsK4 ≥ VsK3 = 0.720
- VsK4 ≥ VsK5 = 1

K5

VsK5 ≥ (VsK1, VsK2, VsK3, VsK4)

- VsK5 ≥ VsK1 = 1
- VsK5 ≥ VsK2 = 1
- VsK5 ≥ VsK3 = 0.610
- VsK5 ≥ VsK4 = 0.926

Setelah menentukan nilai vektor dan melakukan perbandingan tingkat kemungkinan antar *fuzzy syntetic extent* dengan nilai minimumnya ( nilai ordinat). Hasil hasil setiap vektor di buat dalam bentuk matriks seperti dibawah ini :

**Tabel 10** Nilai Ordinat Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

	Si				
	k1≥	k2≥	k3≥	k4≥	k5≥
K1		1	1	1	1
K2	1		1	1	1
K3	0.081	0.081		0.720	0.610
K4	0.440	0.440	1		0.926
K5	0.533	0.533	1	1	
minimum	0.081	0.081	1.000	0.720	0.610

Selanjutnya dari setiap vektor di cari nilai minimum untuk setiap kriteria. Misalnya pada kolom kriteria pertama nilai minimum dari vektor K1 terhadap vektor K2,K3,K4,K5 adalah 1,0.081,0.440, dan 0.533 sehingga nilai minimumnya adalah 0.081

Menghitung nilai bobot vektor ( $w'$ ). Kemudian dilakukan perhitungan bobot dan normalisasi vektor bobot sehingga diketahui nilai bobot kriteria utama. Perhitungan dari setiap nilai ordinat tiap kriteria pengambilan keputusan di jumlahkan.

**Tabel 11** Vektor bobot antar kriteria utama

	d(K1)	d(K2)	d(K3)	d(K4)	d(K5)	total
$w'$	0.081	0.081	1.000	0.720	0.610	2.491

Normalisasi nilai bobot vektor dilakukan dengan cara membagi tiap ordinat kriteria dengan total ordinat kriteria. Contohnya untuk  $K1 = 0.081/2.491=0$

**Tabel 12** Tabel normalisasi vektor bobot antar kriteria utama

	(K1)	(K2)	(K3)	(K4)	(K5)
w	0.032	0.032	0.401	0.289	0.245

Pengurutan dilakukan dengan mengurutkan bobot kriteria sesuai dengan besaran bobotnya mulai dari yang paling besar ke yang paling kecil. Sehingga di dapatkan seperti tabel dibawah ini :

**Tabel 13** Perankingan atribut kriteria berdasarkan responden I

	kode	(w)	rank
Waktu	k1	0.032	4
Biaya	k2	0.032	4
Safety	k3	0.401	1
kemudahan pelaksanaan	k4	0.289	2
potensi gangguan	k5	0.245	3

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kriteria dengan bobot terbesar yaitu 0.401 adalah safety, selanjutnya urutan kedua adalah kriteria kemudahan pelaksanaan dengan bobot 0.289. Kriteria urutan ketiga adalah potensi gangguan dengan bobot 0.245 dan terakhir adalah kriteria waktu dan biaya dengan bobot 0.032.

Penentuan bobot kriteria dilakukan untuk semua responden yang memberikan penilaian. Setelah mendapatkan hasil dari tiap responden dilakukan perhitungan rata-rata untuk mendapatkan urutan bobot kriteria gabungan (global). Perangkingan alternatif pemilihan keputusan merupakan langkah untuk menemukan keputusan akhir. Pada tahap ini, aktifitas yang terjadi adalah mengalikan antara bobot (W) prioritas alternatif dengan bobot (W) prioritas lokal (bobot kriteria,) dan dijumlahkan tiap elemen alternatif dalam level yang dipengaruhi kriteria. Penjumlahan nilai bobot yang diperoleh dirangkingkan dan menghasilkan bobot global dan keputusan berupa metode *erection girder* terbaik.

**Tabel 14** Kesimpulan Bobot Prioritas Dan Bobot Global Alternatif

Global	K1	K2	K3	K4	K5	Bobot	Ranking
Bobot (w)	0.150471	0.129913	0.394813	0.146815	0.177987		
Alternatif							
A1	0.197	0.689	0.105	0.419	0.162	0.251	3
A2	0.430	0.117	0.544	0.256	0.495	0.420	1
A3	0.373	0.194	0.351	0.325	0.344	0.329	2

Tabel kesimpulan bobot prioritas dan bobot global alternatif menunjukkan bahwa kriteria waktu (K1) mempunyai bobot 0.1504, kriteria biaya (K2) mempunyai bobot global 0.1299, kriteria *Safety* (K3) memiliki bobot global 0.3948, kriteria kemudahan pelaksanaan memiliki bobot global 0.1468, dan kriteria potensi gangguan (K5) memiliki bobot global 0.177. Dari urutan prioritas tersebut dapat disimpulkan bahwa alternatif (A2) memiliki nilai bobot yang paling optimum dibandingkan dengan alternatif lain sebesar 0.420. Oleh karena itu, dapat diambil keputusan bahwa metode *cremona rell* sebagai metode *erection girder* yang dipilih berdasarkan hasil keputusan semua responden secara gabungan dalam proyek *Fly Over* Perumahan Citra Harmoni, Trosobo Sidoarjo.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penilaian dalam pemilihan keputusan untuk menentukan metode pelaksanaan *erection girder* pada proyek pembangunan *Fly Over* perumahan Citra harmoni, Sidoarjo ini dapat diperoleh Atribut kriteria yang diperlukan dalam pemilihan keputusan untuk menentukan metode pelaksanaan *erection girder* pada proyek pembangunan *Fly Over* perumahan Citra Harmoni Sidoarjo berdasarkan urutan prioritas kepentingannya adalah atribut *safety*, potensi gangguan, waktu, kemudahan pelaksanaan dan biaya. Dari hasil dan analisa *Fuzzy AHP* maka metode *erection girder* yang paling tepat untuk dilaksanakan pada proyek pembangunan *Fly Over* perumahan Citra Harmoni ini adalah metode *Cremona Rell*.

Saran penelitian selanjutnya dapat mencapai hasil yang lebih sempurna maka penulis menyarankan agar identifikasi awal atribut kriteria dan alternatif dalam pemilihan keputusan untuk menentukan metode pelaksanaan *erection girder* dilakukan pada lebih banyak responden dan memberikan pembobotan pada hasil identifikasi tersebut sebelum dijadikan atribut kriteria dan alternatif dalam proses *Fuzzy AHP*. Memberikan

penambahan sub atribut untuk menentukan metode pelaksanaan *erection girder*, agar pengertian responden terhadap suatu kriteria tidak terlalu luas. Penambahan sub atribut bertujuan agar menambah objektifitas responden dalam memberikan penilaian.

## 5. REFERENSI

- [1] Abhyankar, V. (2015). *Trends and Recent advancements in Bridge Launching Techniques*. SEWC, Singapore, Sept.
- [2] Ai, X., & Zsaki, A. M. (2017). *Stability assessment of homogeneous slopes loaded with mobile tracked cranes—An artificial neural network approach*. Cogent Engineering
- [3] Edi Kurniadi, S. T. (2016). *Metode Pelaksanaan Erektion PCI Girder dan Analisis Produktivitas Menggunakan Alat Gantry Launcher Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi 1B* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [4] Govindaraju, R., & Sinulingga, J. P. (2017). *Pengambilan Keputusan Pemilihan Pemasok di Perusahaan Manufaktur dengan Metode Fuzzy ANP*. Jurnal Manajemen Teknologi
- [5] Granata, M. F. (2014). *Analysis of non-uniform torsion in curved incrementally launched bridges*. Engineering Structures, 75, 374-387.
- [6] Guo, P., Cheng, W., Wang, Y., & Boysen, N. (2018). *Gantry crane scheduling in intermodal rail-road container terminals*. International Journal of Production Research, 56(16), 5419-5436.
- [7] Limbong, T. (2020). *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [8] Yoneyama, T., & Fujii, T. (2015). Fabrication and erection of Tokyo Gate Bridge. In *Proceedings of the IABSE-JSCE joint conference on advances in bridge engineering-III* (pp. 268-277).
- [9] Yunwanti, S. dan Adi, T.J.W. (2014). *Risk Based Contingency Cost Estimation Modeling For Engineering-ProcurementConstruction Project*. *Infrastuktur*, Vol. 4 No. , hal 50 – 57.
- [10] Sulityono. (2015). *Analisa Pemilihan Metode Pelaksanaan Launching Girder Proyek Jembatan Suramadu Sisi Madura*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS
- [11] Ula, M. (2014). *Implementasi Logika Fuzzy dalam Optimasi Jumlah Pengadaan Barang Menggunakan Inferensi Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus: Toko Kain My Text)*. Jurnal ECOTIPE.