PENERAPAN FAHP PADA PEMILIHAN METODE PELAKSANAN ERECTION BOX GIRDER

Agung Budi Broto ^{1, ⊠}, Dul Azis Mei Maulana²⁾

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Kampus UI Depok 16424 E-mail: ¹agungb13b@gmail.com, ²dulazismeim@gmail.com

ABSTRACT

Many parties are involved in a construction project, so in deciding a method of implementing the box girder erection many criteria are taken into consideration. Consequently, decision making is not easy for decision makers. A simple, frequently-used, and popular method for decision making is Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (F-AHP) which is designed to overcome the problem of multi criteria decision making (MCDM) in the subjective assessment process. This study aims to obtain the correct method of implementing the box girder erection to be used. Based on previous research, the criteria for determining box girder erection method are the criteria for job risk, work quality, implementation time, implementation process, work safety, and work costs. The alternatives compared are the tandem crane method and the launching gantry method. The data in this study were collected through questionnaires distributed to the expert parties involved in Jakarta - Cikampek II Elevated Toll Road Project. F-AHP analysis is based on the weighting of quantitative criteria as a result of normalized calculations and qualitative criteria from the results of the respondents questionnaires which were then made pairwise comparisons assisted by Microsoft Excel software. The results of the analysis show that the occupational safety criteria are the most influential criteria with a weight of 0.454, then followed by job risk criteria (0.169), implementation time (0.119), work quality (0.114), implementation process (0.084), and work costs (0.061). The most appropriate method used in the work of the box girder erection at Jakarta -Cikampek II Elevated Toll Road Project is a launching gantry method with a value of 0.597, while the tandem crane method has a value of 0.403.

Keywords: Decision Making, FAHP, Box Girder Erection, Tandem Crane, Launching Gantry.

ABSTRAK

Banyak pihak yang terlibat dalam suatu proyek konstruksi, sehingga dalam penentuan keputusan suatu metode pelaksanaan erection box girder banyak kriteria yang dipertimbangkan. Akibatnya tidak mudah dilakukan untuk membuat keputusan. Metode popular sederhana dan sering digunakan adalah Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) yang dirancang untuk mengatasi permasalahan multi criteria decision making (MCDM) pada proses penilaian subjektif. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan metode pelaksanaan erection box girder yang tepat untuk digunakan. Kriteria untuk menentukannya berdasarkan penelitian terdahulu yaitu kriteria risiko pekerjaan, kualitas pekerjaan, waktu pelaksanaan, proses pelaksanaan, keselamatan kerja, dan biaya pekerjaan. Adapun alternatif yang dibandingkan adalah metode tandem crane dan metode launching gantry. Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner terhadap pakar yang terlibat dalam proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Elevated, Analisis FAHP dilakukan berdasarkan pembobotan kriteria kuantitatif hasil perhitungan yang dinormalisasi dan kriteria kualitatif hasil kuesioner responden yang kemudian dilakukan perbandingan berpasangan dibantu dengan software Microsoft Excel. Hasil analisis menunjukkan bahwa kriteria keselamatan kerja merupakan kriteria yang paling berpengaruh dengan bobot 0,454, kemudian diikuti kriteria risiko pekerjaan (0,169), waktu pelaksanaan (0,119), kualitas pekerjaan (0,114), proses pelaksanaan (0,084), dan biaya pekerjaan (0,061). Untuk metode yang paling tepat digunakan pada pekerjaan erection box girder proyek Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Elevated adalah metode launching gantry dengan nilai 0,597, sedangkan metode tandem crane memiliki nilai 0,403.

Kata kunci: Pengambilan Keputusan, FAHP, Erection Box Girder, Tandem Crane, Launching Gantry.

Submited: 12 Desember 2019 Revised: 5 Maret 2020 Published: 6 Maret 2020

PENDAHULUAN

Dalam kehidupannya. manusia selalu pada dihadapkan pengambilan keputusan. Berhasil tidaknya keputusan tersebut tergantung pada segala aspek dan kemungkinan yang ada. Hal ini juga terjadi pada suatu pekerjaan konstruksi, dimana dalam pengambilan keputusan tersebut pihak perencana mengetahui baik buruknya konsekuensi yang akan diterima. Memilih metode pelaksanaan konstruksi jembatan yang tepat adalah penting untuk keberhasilan suatu proyek jembatan. Dalam hal alternatif suatu metode pemilihan konstruksi jembatan yang digunakan, para pihak pengambil keputusan sudah melakukan penilaian dari kriteriakriteria yang ada, antara lain risiko pekerjaan, kualitas pekerjaan, waktu pelaksanaan, proses pelaksanaan, keselamatan kerja, dan biaya pekerjaan berbagai alternatif metode pelaksanaan konstruksi jembatan tersebut. Dengan banyaknya kriteria untuk menentukan pengambilan suatu keputusan maka diperlukan metode pengambilan keputusan multi kriteria. Untuk memecahkan masalah tersebut digunakan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) yang dirancang untuk mengatasi permasalahan multi criteria decision making (MCDM) pada proses penilaian subjektif [1].

Dari wawancara pendahuluan dengan pihak kontraktor pelaksana, pemilihan keputusan metode pelaksanaan erection box girder pada Proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Elevated didasarkan pada persetujuan bersama pihak owner, kontraktor pelaksana, dan konsultan perencana. Metode yang digunakan adalah menggunakan tandem crane dan launching gantry. Semula direncanakan menggunakan full metode launching gantry untuk pier head di tengah (median), tetapi dengan adanya kontrak pekerjaan secara bertahap yang dibatasi

waktu menyebabkan diadakan revisi metode kerja. Dari permasalahan tersebut metode pelaksanaan erection box girder yang tepat juga sangat diperlukan karena jadwal pengerjaan proyek yang harus diselesaikan tepat waktu.

Dalam rangka peningkatan kapasitas jalan, PT Jasa Marga Persero Tbk melakukan inisiasi pembangunan ruas jalan tol baru, yaitu Jalan Tol Jakarta -Cikampek II Elevated. Jalan layang tol dipilih pada provek tersebut karena pada daerah Jalan Tol Jakarta – Cikampek memiliki lahan yang terbatas. Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Elevated memiliki 38,00 panjang Kilometer menghubungkan antara Cikunir dengan waktu pelaksanaan yaitu 24 bulan [2]. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kriteria yang paling berpengaruh sebagai dasar pertimbangan pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder dan mendapatkan metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder yang paling tepat dipakai dalam suatu proyek Jalan Tol Jakarta – Cikampek II Elevated. Adapun permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah kriteria apakah yang paling berpengaruh sebagai dasar pertimbangan pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder dan bagaimana membuat keputusan yang tepat dalam pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder pada proyek Jalan Tol Jakarta Cikampek II Elevated.

Untuk melakukan proses perhitungan FAHP diperlukan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria konsisten dari hasil survey kuesioner Penelitian ini membahas mengenai pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan Erection Box Girder menggunakan metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan survei kuesioner terhadap pihak terkait.

Jembatan Box Girder

Girder adalah bagian struktur atas yang berfungsi menyalurkan beban berupa beban kendaraan, berat sendiri girder dan beban lainnya yang berada di atas girder tersebut ke bagian struktur bawah [3]. Umumnya girder merupakan balok baja dengan profil I, namun girder juga dapat berbentuk box (box girder), dan untuk material penyusunnya dibedakan menjadi girder beton dan girder baja [4]. Jembatan box girder tersusun dari gelagar longitudinal dengan slab di atas dan di bawah yang berbentuk rongga (hollow). Keutamaan box girder adalah pada tahanan terhadap beban torsi [4]. Pada pelaksanaannya metode erection box girder dapat dikerjakan dengan beberapa metode, diantaranya metode tandem crane, dan metode launching gantry [5].

Erection Box Girder Metode Tandem Crane

Metode tandem crane merupakan salah satu metode pengangkatan (erection) keatas pier head girder dengan menggunakan dua alat berat crawler crane, prime mover dan multi axle [6]. Tipe ini mempunyai bagian atas yang dapat bergerak 360 derajat. Dengan roda crawler maka crane tipe ini dapat bergerak didalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Mobilisasi box girder menggunakan boogie truck. Untuk memindahkan balok girder dari boogie truck ke ponton digunakan 2 unit service cranes kapasitas 80 ton [6].

Erection Box Girder Metode Launching Gantry

Girder diluncurkan dari span satu menuju span yang dituju menggunakan trolley yang bergerak diatas rel longitudinal, setelah girder sampai pada posisi launching gantry, kemudian launching gantry yang membawa balok girder tersebut bergerak secara transversal menuju bearing pad, dimana balok tersebut akan diletakkan, setelah pekerjaan erection girder pada satu span tersebut selesai selanjutnya gantry bergerak maju [7].

Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) menanamkan teori fuzzy ke dasar Analytic Hierarchy Process (AHP), yang dikembangkan oleh Saaty [8]. AHP adalah alat pengambilan keputusan yang digunakan dalam berbagai banvak masalah pengambilan keputusan multi-Dibutuhkan perbandingan kriteria. pasangan dari berbagai alternatif dengan masing-masing untuk berbagai kriteria menyediakan alat pendukung keputusan untuk masalah keputusan multi kriteria. Dalam model AHP umum, tujuannya adalah di tingkat pertama, kriteria di tingkat kedua dan alternatif ditemukan di tingkat ketiga [9]

Namun AHP tidak mampu menangani ketidakpastian dan ketidakjelasan yang pemetaan preferensi melibatkan seseorang untuk jumlah yang tepat atau rasio maka telah ditingkatkan dengan memanfaatkan pendekatan logika fuzzy. Dalam F-AHP, perbandingan pasangan dari kedua kriteria dan alternatif dilakukan melalui variabel linguistik, yang diwakili oleh angka segitiga [1]. Salah satu aplikasi fuzzy AHP pertama dilakukan oleh van Laarhoven dan Pedrycz [10]. Mereka mendefinisikan fungsi keanggotaan segitiga untuk perbandingan pasangan bijaksana. Setelah itu, Buckley [11] telah subjek dengan berkontribusi pada prioritas fuzzy rasio menentukan perbandingan yang memiliki fungsi keanggotaan segitiga. Chang [12] juga memperkenalkan metode baru yang terkait dengan penggunaan angka segitiga dalam perbandingan pasanganbijaksana. Selanjutnya Mikhailov [13] penggunaan angka fuzzy Dengan segitiga untuk matriks perbandingan berpasangan untuk mendapatkan bobot yang tajam melalui masalah

pemrograman linier. Meskipun ada beberapa teknik yang tertanam dalam F-AHP, dalam lingkup penelitian ini, metode Buckley [11] diimplementasikan untuk menentukan bobot kepentingan relatif kriteria dan alternatif.

Langkah - langkah metode FAHP adalah sebagai berikut [11], [14]:

Langkah 1: Membuat struktur hirarki masalah dan membuat matriks perbandingan berpasangan menggunakan skala TFN.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & (1,1,1) & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

(Persamaan 1)

Dimana $\tilde{a}_{ij} \times \tilde{a}_{ji} \approx 1$ dan $\tilde{a}_{ij} \equiv w_i/w_j$, i, j = 1, 2, ..., n. Langkah 2: Menghitung nilai rata-rata geometris fuzzy r_i , untuk setiap kriteria i

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \times \tilde{a}_{i2} \times ... \times \tilde{a}_{in})^{1/n}$$

.....(Persamaan 2)

Langkah 3: Menghitung bobot fuzzy untuk setiap kriteria i

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \times (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \dots + \tilde{r}_n)^{-1}$$

$$\tilde{r}_k = (l_k, m_k, u_k)$$
 $(\tilde{r}_k)^{-1} = (1/u_k, 1/m_k, 1/l_k).$

Langkah 4: Bobot fuzzy $w_i = (l_i , m_i , u_i)$ didefuzzifikasi menggunakan metode Center of Area (CoA)

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3}....$$

(Persamaan 4)

Langkah 5: Normalisasi nilai bobot fuzzy

$$N_i = \frac{M_i}{\Sigma_{i=1}^n M_i}$$

.....(Persamaan 5)

Fungsi keanggotaan skala TFN dalam variabel linguistik terdapat pada Tabel 1. Tabel 1 Fungsi keanggotaan skala TFN

	88	
Variabel	Skala	Triangular
Linguistik	AHP	Fuzzy
Sama Penting	1	(1, 1, 1)
Cukup Penting	3	(2, 3, 4)
Penting	5	(4, 5, 6)
Sangat Penting	7	(6, 7, 8)

Mutlak Penting	9	(9, 9, 9)
Nilai Menengah -	2	(1, 2, 3)
	4	(3, 4, 5)
	6	(5, 6, 7)
	8	(7, 8, 9)

Sumber: [14]

Menurut bilangan segitiga fuzzy yang sesuai dari istilah linguistik diatas, misalnya jika pembuat keputusan menyatakan "Kriteria 1 (C1) adalah cukup penting daripada Kriteria 2 (C2)", maka dibutuhkan skala segitiga fuzzy sebagai (2, 3, 4). Sebaliknya, dalam matrik perbandingan berpasangan dari kriteria, perbandingan C2 ke C1 akan mengambil skala segitiga fuzzy sebagai (1/4, 1/3, 1/2).

Perhitungan Uji Konsistensi

Menurut Saaty [8] ketidakkonsistenan dapat terjadi pada proses penilaian subjektif yang menggunakan persepsi pembuat keputusan sebagai input karena manusia memiliki keterbatasan dalam mengekspresikan persepsi mereka. Penting untuk membuktikan konsistensi matriks perbandingan berpasangan dari orde n menggunakan rasio konsistensi. Tahap uji konsistensi Fuzzy AHP adalah sebagai berikut [8]:

$$\lambda_j = \Sigma (a_{ij} \times X_j)$$
.....(Persamaan 6)
dimana a_{ij} nilai a sebelum di normalisasi,

$$\lambda_{max} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n}{n}$$
.....(Persamaan 7)

Dimana λ merupakan eigen value dan n adalah ukuran matriks. Penyimpangan dari konsistensi dinyatakan dengan indeks konsistensi, dengan persamaan:

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

.....(Persamaan 8)

Dimana λmax rata-rata nilai eigen value. Consistency Index (CI) tersebut dapat diubah ke dalam bentuk Consistency Ratio (CR) dengan membaginya dengan suatu Random Index (RI)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$
.....(Persamaan 9)

Menurut [8], matriks perbandingan dinyatakan berpasangan konsisten apabila nilai consistency ratio (CR) < 10%. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data iudgment harus diperbaiki. Namun jika Rasio Konsistensi (CI/RI) kurang atau sama dengan 0,1, maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar [8]. Nilai RI dapat dilihat pada Tabel 2.

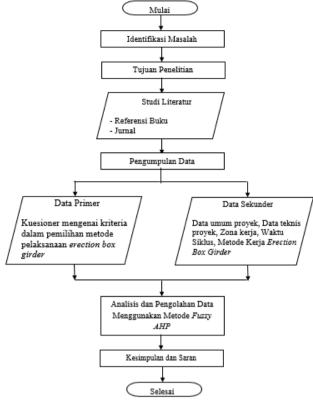
Tabel 2 Daftar Random Indeks Consistency

Ukuran Matriks	Nilai RI
1, 2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,54
13	1,56
14	1,57
15	1,59
1	503

Sumber: [8]

METODE PENELITIAN Diagram Penelitian

Keseluruhan kegiatan penelitian dirancang sesuai dengan diagram alir seperti pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Pengumpulan Data

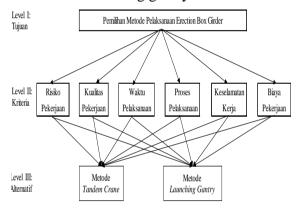
Data yang diperlukan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer ini didapatkan melalui penvebaran kuesioner terhadap responden yang mewakili pihak penentu kebijakan. Pemilihan sampel responden dilakukan dengan teknik purposive sampling. Responden yang terpilih merupakan pihak yang paham dan dengan penelitian kompeten dilakukan yaitu para manager teknik dari pihak owner, kontraktor, subkontraktor, dan konsultan pengawas. Untuk data sekunder yang digunakan diperoleh dari perencanaan pihak owner dan kontraktor.

Analisis Data

Data kuesioner yang diperoleh dianalisis dengan metode FAHP menggunakan program Microsoft Excel. Tahapan yang harus dilalui dalam analisis data ini adalah sebagai berikut.

1. Membangun model struktur hierarki yang terdiri atas 3 (tiga) level hierarki yang terlihat pada Gambar 2.

- a. Level I menentukan tujuan yang ingin dicapai, yaitu memilih metode pelaksanaan erection box girder yang tepat.
- b. Level II berisikan tentang kriteriakriteria yang memudahkan para pengambil keputusan untuk memberi nilai. Kriteria tersebut adalah risiko pekerjaan [15], kualitas pekerjaan [16], waktu pelaksanaan [16]. proses [17],pelaksanaan keselamatan kerja [16], dan biaya pekerjaan [15].
- c. Level III meliputi alternatif metode pelaksanaan erection box girder, yaitu metode tandem crane dan launching gantry.



Gambar 2 Model Struktur Hirarki

- 2. Menyusun matriks perbandingan berpasangan (pairwise comparisons) antar semua elemen / kriteria. Penilaian ini dimasukkan dalam bentuk matriks FAHP.
- 3. Menghitung fuzzy geometric mean value dari masing-masing matriks perbandingan berpasangan.
- 4. Menghitung bobot fuzzy yang didefuzzikasikan masing-masing matriks perbandingan berpasangan.
- 5. Menghitung bobot defuzzifikasi dengan menggunakan metode Center of Area (CoA).
- 6. Melakukan normalisasi bobot fuzzy (Ni).
- 7. Menghitung Consistency Index (CI) dan Rasio Konsistensi/Consistency Ratio (CR).

- 8. Melakukan perhitungan penentuan alternatif terbaik.
- 9. Melakukan interpretasi dari hasil analisis kuesioner dengan mengurutkan kriteria yang memiliki bobot paling besar.
- 10. Membuat kesimpulan akhir mengenai kriteria yang paling berpengaruh dan menentukan metode pelaksanaan erection box girder yang paling tepat.

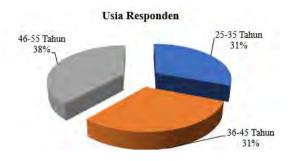
HASIL DAN PEMBAHASAN Gambaran Umum Responden

Gambaran umum responden penelitian terbagi atas usia, pengalaman kerja, dan pendidikan terakhir. Responden yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 13 orang yang terdiri manager teknik dan manager pengendalian proyek dari pihak owner, project manager, operational manager, dan site engineering manager dari pihak kontraktor, engineering, manager manager project control dan manager construction dari pihak subkontraktor serta struktur engineer dari konsultan Gambaran pengawas. responden selanjutnya dapat dilihat pada gambar 3 sampai gambar 5.

Gambar 3 menunjukkan bahwa berdasarkan usia responden, terdapat 4 responden yang berusia antara 25 – 35 tahun dengan persentase 31%, dan 4 responden berusia antara 36 – 45 tahun dengan persentase 31%, sedangkan 5 responden lainnya berusia antara 46 – 55 tahun dengan persentase sebesar 38%.

Gambar 4 menunjukkan bahwa berdasarkan pengalaman kerja di bidang konstruksi, 4 responden memiliki pengalaman kerja antara 5 – 10 tahun dengan perentase 31%, 6 responden memiliki pengalaman kerja antara 11 – 20 tahun dengan persentase 46%, sedangkan 3 responden lainnya memiliki pengalaman kerja antara 21 – 25 tahun dengan persentase 23%.

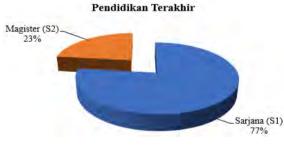
Gambar 5 menunjukkan bahwa berdasarkan pendidikan terakhir, terdapat 10 responden memiliki pendidikan terkahir Sarjana (S1) dengan persentase 77%, sedangkan 3 responden lainnya memiliki pendidikan terakhir Magister (S2) dengan persentase sebesar 23%.



Gambar 3 Usia Responden



Gambar 4 Pengalaman Kerja Responden



Gambar 5 Pendidikan Terakhir Responden

Pembobotan Kriteria

Tahapan dalam pembobotan kriteria adalah dengan membuat matriks comparison. Besarnya bobot masing masing kriteria dilakukan menggunakan pengisian kuesioner perbandingan berpasangan (pairwise comparison) Tabel 3. Lalu mencari geometric means dari nilai fuzzy comparison (ri) Tabel 4. Setelah ditemukan ri dilanjutkan dengan penentuan bobot relative fuzzy dari kriteria (wi) Tabel 5. Maka didapat bobot kriteria setelah dinormalisasi, Tabel 6.

Tabel 3 Matriks Comparison dari Kriteria

Kriteria	1	2	3	4	5	6
1	1	a12	a13	a14	a15	a16
2	1/a12	1	a23	a24	a25	a26
3	1/a13	1/a23	1			
4	1/a14	1/a24		1		
5	1/a15	1/a25			1	
6	1/a16	1/a26				1
Σ	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5	Σ6

Keterangan:

Kriteria 1 : Risiko Pekerjaan Kriteria 2 : Kualitas Pekerjaan Kriteria 3 : Waktu Pelaksanaan Kriteria 4 : Proses Pelaksanaan Kriteria 5 : Keselamatan Kerja

Kriteria 6 : Biaya Pekerjaan

Tabel 4 Geometric means value dari kriteria

Kriteria		ri	
Kriteria	1	m	u
Risiko Pekerjaan	1,032	1,281	1,568
Kualitas	0,688	0,857	1,075
Pekerjaan			
Waktu	0,751	0,899	1,091
Pelaksanaan			
Proses	0,527	0,633	0,765
Pelaksanaan			
Keselamatan	2,871	3,512	4,101
Kerja			
Biaya Pekerjaan	0,382	0,455	0,562
Total	6,251	7,638	9,163
Reverse	0,109	0,131	0,160
Inc. Order	0,160	0,131	0,109

Tabel 5 Bobot relative fuzzy dari kriteria

Tabel 3 Bobbl Telative Tuzzy dali Kriteria			
wi			
1	m	u	
0,113	0,168	0,251	
0,075	0,112	0,172	
0,082	0,118	0,175	
0,058	0,083	0,122	
0,313	0,460	0,656	
0,042	0,060	0,090	
0,682	1,000	1,466	
	1 0,113 0,075 0,082 0,058 0,313	wi 1 m 0,113 0,168 0,075 0,112 0,082 0,118 0,058 0,083 0,313 0,460 0,042 0,060	

Tabel 6 B	obot 1	leritaria.	catalah	dinormo	1:000	:
lanein B	ODOLI	kriteria	setelan	amorma	nsas	1

THE CT O BOOST IN ITE	in several	i willolline	110401
Kriteria	Mi	Ni	(%)
Risiko Pekerjaan	0,177	0,169	16,9
Kualitas	0,120	0,114	11,4
Pekerjaan			
Waktu	0,125	0,119	11,9
Pelaksanaan			
Proses	0,088	0,084	8,4
Pelaksanaan			
Keselamatan	0,476	0,454	45,4
Kerja			
Biaya Pekerjaan	0,064	0,061	6,1
Total	1,049	1,000	100

Setelah mendapatkan hasil pembobotan, maka dilanjutkan dengan menghitung angka Consistency Ratio (CR) berdasarkan nilai eigen value (λ), eigen value maksimum (λ maks) dan Consistency Indeks (CI). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Eigen Value

Kriteria	Total	Bobot	Eigen Value
Risiko Pekerjaan	1,032	0,169	6,115
Kualitas Pekerjaan	0,682	0,114	5,973
Waktu Pelaksanaan	0,721	0,119	6,067
Proses Pelaksanaan	0,503	0,084	6,027
Keselamatan Kerja	2,811	0,454	6,190
Biaya Pekerjaan	0,365	0,061	6,014
Eigen Max			6,065

Nilai CI dan CR dihitung sebagai berikut.

$$CI = \frac{\lambda max - n}{n - 1} = \frac{6,065 - 6}{6 - 1}$$
$$= 0,013$$
$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,013}{1.24} = 0,010$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai CR didapatkan 0.010 < 0.1. Hal ini sesuai dengan syarat CR < 0.1, maka hasil data yang digunakan sudah konsisten dan tidak memerlukan perbaikan pengambilan keputusan.

Pembobotan Alternatif

Metodologi pembobotan alternatif sama dengan pada saat perhitungan kriteria. Hanya saja alternatif harus dibandingkan dengan masing-masing kriteria khususnya. Itu artinya, analisis ini harus diulang 6 kali untuk setiap kriteria yang ada.

Pembobotan alternatif didapatkan melalui hasil penilaian responden pada kuesioner. Hasil pembobotan pada perbandingan berpasangan/ pairwise comparison yang didapatkan kemudian dilakukan pengujian normalisasi data. Hasil yang telah dinormalisasi kemudian dilakukan pembobotan total/gabungan untuk mendapatkan alternatif terbaik. Hasil pembobotan alternatif ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Pembobotan Alternatif

	Bobot			
Kriteria	Metode	Metode		
	Tandem	Launching		
	Crane	Gantry		
Risiko Pekerjaan	0,406	0,594		
Kualitas Pekerjaan	0,437	0,563		
Waktu Pelaksanaan	0,796	0,204		
Proses Pelaksanaan	0,679	0,321		
Keselamatan Kerja	0,185	0,815		
Biaya Pekerjaan	0,807	0,193		

Dari data masing-masing alternatif dengan kriteria untuk setiap responden yang telah dinormalisasikan kemudian dilakukan pembobotan total/gabungan. Sehingga untuk 6 kriteria yang menjadi acuan dalam pemilihan alternatif erection box girder dapat ditampilkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Pembobotan Alternatif Berdasarkan Kriteria Prioritas

Penentuan Alternatif Terbaik

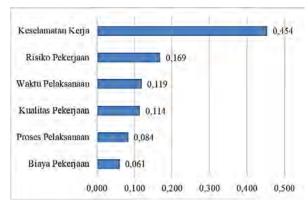
Berdasarkan hasil pembobotan kriteria dan alternatif seluruh gabungan responden, maka penentuan alternatif metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder terbaik dan kriteria yang paling berpengaruh sebagai dasar pertimbangan pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder dapat dihitung.

Penentuan alternatif terbaik metode pelaksanaaan erection box girder didapatkan dengan cara mengalikan nilai bobot total masing – masing kriteria dengan nilai bobot masing – masing alternatif. Nilai terbesar yang didapat dari hasil perhitungan ini menunjukkan metode pelaksanaan erection box girder terbaik yang dapat digunakan pada proyek Jalan tol Jakarta – Cikampek II Elevated ditunjukkan pada Tabel 9.

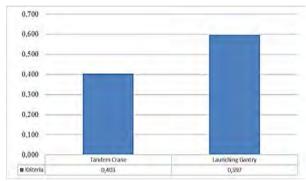
Tabel 9 Penentuan Alternatif Terbaik

Nilai Alternatif				
Kriteria	Bobo t	Metode Tande m Crane	Metode Launchin g Gantry	
Risiko Pekerjaan	0,169	0,406	0,594	
Kualitas Pekerjaan	0,114	0,437	0,563	
Waktu Pelaksanaan	0,119	0,796	0,204	
Proses Pelaksanaan	0,084	0,679	0,321	
Keselamata n Kerja	0,454	0,185	0,815	
Biaya Pekerjaan	0,061	0,807	0,193	
Total Nilai Al	ternatif	0,403	0,597	

Hasil pengolahan data ini kemudian dibuat menjadi diagram bobot prioritas masing-masing kriteria urutan tertinggi hingga terendah seperti pada Gambar 7, selanjutnya diperoleh hasil alternatif pemilihan metode pelaksanaan erection box girder terpilih adalah metode launching gantry yang memiliki bobot paling besar 0,597 dibandingkan dengan metode tandem crane sebesar 0,403 seperti pada Gambar 8.



Gambar 7 Diagram Pembobotan Kriteria



Gambar 8 Diagram Alternatif Terbaik

Berdasarkan Tabel 9, Gambar 7, dan Gambar 8, metode launching gantry ini merupakan alternatif terbaik karena unggul di 3 kriteria, yaitu keselamatan kerja, risiko pekerjaan, dan kualitas pekerjaan. Sedangkan kondisi tertentu untuk metode tandem crane unggul di 3 kriteria lainnya, yaitu kriteria waktu pelaksanaa, proses pelaksanaan, dan biaya pekerjaan.

KESIMPULAN DAN SARAN Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis FAHP, dapat diketahui bahwa kriteria memiliki bobot paling besar adalah kriteria keselamatan kerja dengan nilai 0,454. Hal ini mengindikasikan bahwa kriteria keselamatan kerja merupakan kriteria yang paling berpengaruh sebagai pertimbangan pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan erection box girder

- berdasarkan penilaian seluruh responden.
- 2. Berdasarkan penentuan alternatif terbaik menunjukkan bahwa metode launching gantry adalah metode yang paling tepat yang digunakan pada proyek Jalan Tol Jakarta Cikampek II Elevated dengan nilai 0,597, sedangkan metode tandem crane hanya mencapai angka 0,403.

Saran

Berdasarkan analisis dan kesimpulan yang ada, selanjutnya dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut.

- 1. Bagi perusahaan, untuk membuat keputusan dengan kompleksnya permasalahan yang melibatkan multi pilihan dengan multi kriteria penilaian, maka metode fuzzy AHP ini dapat diterapkan dalam pengambilan keputusan lainnya, seperti sistem pengambilan keputusan prioritas pemeliharaan jalan ataupun lainnya.
- 2. Penelitian selanjutnya dapat menyempurnakan penelitian ini, dengan menggunakan model metode penyelesaian masalah MCDM yang lain, seperti ANP, TOPSIS. SAW, Sehingga diperoleh perbandingan dengan hasil yang telah dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Terlebih ucapan terima kasih ini juga penulis sampaikan kepada P3M PNJ sebagai penyalur dana pada penelitian ini sehingga penelitian ini dapat terbantu dalam kebutuhan dana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Emrouznejad and W. Ho, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Birmingham: Taylor & Francis Group, LLC, 2018.
- [2] J. M. J. Cikampek, Spesifikasi Umum Jasa Pemborongan Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Elevated, Jakarta, 2017.
- [3] R. Dimas and R. H, "Analisis Perbandingan Biaya Konstruksi Antara Box Girder dan PCI Girder" Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, 2012.
- [4] N. and T., Modul Kuliah Struktur Baja II, Medan: Department Teknik Sipil, FTSP, ITM, 2012.
- [5] K. W. Acset, Spesifikasi Khusus Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Jakarta - Cikampek II Elevated, Jakarta, 2017.
- [6] P. B. T. Utama, Method Statement Erection of Steel Girder Beam by Tandem Crane, Jakarta, 2017.
- [7] P. B. T. Utama, Method Statement Erection of Steel Girder Beam by Launching Gantry, Jakarta, 2017.
- [8] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process," International Journal Service Sciences, vol. 1, no. 1, pp. 83-97, 2008.
- [9] O. Kilincci and S. A. Onal, "Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company," Expert Systems with Applications: An International Journal, vol. 38, no. 8, pp. 9656-9664, 2011.
- [10] V. Laarhoven and P. W, "A fuzzy extension of Saaty"s priority Theory," Vols. 11(1-3), pp. 199-229, 1983.
- [11] B. J. J, "Fuzzy hierarchical analysis," vol. 17(1), pp. 233-247, 1985.

- [12] C. D.Y, "Application of the extent analysis method on fuzzy AHP," European Journal of Operational Research, vol. 95(3), pp. 649-655, 1996.
- [13] M. L, "A fuzzy programming method for deriving in the analytical hierarchy process," Journal of the operational research society, vol. 51, no. 3, pp. 341-349, 2000.
- [14] T. G. Hshiung and H. J. Jeng, Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, Ghuangzou, Cina: Taylor & Francis Group, 2011.
- [15] Supani, "Pemilihan metode pelaksanaan erection girder tipe-I dengan sistem foating crane, kurakura, dan girder launcher" Laboratory Construction Management, 2006.
- [16] N. F. Pan, "Fuzzy AHP approach for selecting the suitable bridge construction method," Department of Civil Engineering, National Cheng Kung University, pp. 958-965, 2008.
- [17] M. Chumaidi, "Implementasi decision pada value based pemilihan metode kerja ereksi pada girder pada pekerjaan iembatan kali marmoyo berdasarkan kriteria finansial dan non finansial," repository ITS, 2017.
- [18] J. J. Buckley, "Fuzzy hierarchical analysis, Fuzzy Sets and Systems," 17(3), p. 233–247., 1985.
- [19] G. H. Tzeng and J. J. Huang, Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, United States of America: Taylor & Francis Group, 2011.

[20] T. L. Saaty, "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process," European Journal of Operational Research, Vol 48, pp. 9-26, 1990.

Agung Budi Broto dan Dul Azis Mei Maulana, Penerapan FAHP Pada Pemilihan			