

**ANALISIS PENENTUAN TIPE FONDASI PILAR
JEMBATAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)
(Studi Kasus: Pembangunan Jembatan Walahar Kecamatan Ciampel,
Kabupaten Karawang)**

Deny Sukmawan¹, Agus Rachmat², Yushar Kadir³
Program Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana (USB) YPKP Bandung

Email : densukmawand@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan volume lalu lintas yang meningkat setiap harinya melintasi jembatan bendung Walahar, sehingga derajat kejenuhan lalu lintas semakin tinggi maka perlu dibuat alternatif pembangunan jembatan baru. Bendungan Walahar dibangun pada Tahun 1925, panjang bentang rencana jembatan adalah 130 m, dengan posisi pilar jembatan berada ditengah sungai, dan terdapat pipa gas pertamina terletak sejajar jembatan. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) pada penelitian ini digunakan untuk menentukan alternatif tipe fondasi jembatan Walahar yang efektif dan efisien berdasarkan pada kriteria-kriteria seperti kekuatan struktur, dampak lingkungan, biaya, waktu, aksesibilitas, dan metode pelaksanaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai bobot tertinggi didapatkan pada kekuatan struktur sebesar 28,8%, biaya pelaksanaan sebesar 24,1%, waktu pelaksanaan sebesar 17,2%, metode pelaksanaan sebesar 13,3%, aksesibilitas sebesar 9,7%, dan yang terendah adalah dampak lingkungan sebesar 7,0%. Tipe fondasi yang dikaji pada penelitian ini adalah fondasi Tiang beton pratekan pracetak, bored piles, pipa baja, dan fondasi sumuran. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase tertinggi dicapai oleh fondasi tiang beton pratekan pracetak sebesar 28,9%, fondasi bored piles sebesar 28,1%, fondasi tiang beton pipa baja sebesar 22,5%, dan persentase terendah adalah fondasi sumuran sebesar 20,5%. Berdasarkan urutan persentase diatas dapat diketahui bahwa fondasi tiang beton pratekan pracetak merupakan alternatif tipe fondasi yang paling efektif dan efisien untuk digunakan pada pilar jembatan Walahar

Kata kunci: Jembatan Walahar, Fondasi, AHP

PENDAHULUAN

Di wilayah desa Walahar kecamatan Klari yang berbatasan langsung dengan wilayah kecamatan Ciampel terdapat bendungan melintasi sungai Citarum dinamakan bendung Walahar, fungsi bendung Walahar adalah untuk kebutuhan air baku dan pertanian melalui saluran induk tarum utara.

Pertumbuhan volume lalu lintas yang meningkat setiap harinya melintasi jembatan

bendung Walahar, sehingga derajat kejenuhan lalu lintas semakin tinggi maka perlu dibuat alternatif pembangunan jembatan baru, bendung Walahar yang dibangun tahun 1925 sehingga diperlukan penanganan khusus dalam pelaksanaan pembangunan jembatan Walahar, sejajar bendung walahar terdapat jalur pipa PGN/Pertamina berupa jembatan pipa maupun yang tertanam dalam palung sungai, Panjang bentang rencana jembatan Walahar adalah 130

m, dengan posisi pilar Jembatan berada pada tengah sungai, tinggi muka air normal 6 meter dan tinggi muka air banjir 9 meter,

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) pada penelitian ini digunakan untuk menentukan alternatif tipe fondasi jembatan Walahar yang efektif dan efisien, dengan menstruktur suatu hirarki kriteria terhadap alternatif solusi dan melakukan pembobotan atau prioritas.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Kriteria manakah dari aksesibilitas, kekuatan struktur, metode pelaksanaan, biaya, waktu, dan dampak lingkungan yang paling berpengaruh terhadap pemilihan jenis fondasi pada pilar jembatan Walahar?
2. Jenis fondasi manakah yang paling tepat digunakan pada pilar jembatan Walahar di antara fondasi pratekan pracetak, pipa baja, bored piles, dan fondasi sumuran?
3. Apakah dengan menerapkan metode AHP dapat memberikan hasil berupa jenis fondasi pada pilar jembatan yang efektif dan efisien?

Maksud Penelitian

1. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan jenis fondasi pilar jembatan Walahar berdasarkan kriteria.
2. Melakukan Analisis atau Kajian terhadap pemilihan alternatif tipe fondasi pada pilar

jembatan Walahar yang efektif dan efisien menggunakan metode AHP

Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan presentase prioritas kriteria jenis fondasi yang mempengaruhi pemilihan fondasi pilar jembatan Walahar
2. Mendapatkan alternatif jenis fondasi pilar jembatan Walahar yang efektif dan efisien menggunakan metode AHP.

TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai/saluran air, lembah atau jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan jembatan hendaknya mempertimbangkan fungsi transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitekural [1]. Jenis fondasi secara umum dibagi menjadi dua, yaitu:

Fondasi dangkal adalah struktur konstruksi paling bawah yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah keras yang berada relatif dekat dengan permukaan tanah [2].

Fondasi dalam merupakan struktur bawah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah keras yang berada jauh dari permukaan tanah [3].

Jenis fondasi pada penelitian ini adalah fondasi dalam yaitu:

Fondasi Pratekan Pracetak; merupakan bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah pada kedalaman tertentu, digunakan jika tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan beban yang bekerja padanya [2].

Fondasi Pipa Baja; tiang pancang baja yang digunakan dapat berupa pipa baja dengan ujung terbuka atau tertutup, pada umumnya penggunaan tiang baja dengan ujung terbuka, akan menghasilkan perpindahan yang besar pada tanah sekitar tiang yang diakibatkan oleh desakkan tiang pada waktu pemancangan [4].

Fondasi Bored Piles; merupakan fondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu, kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Apabila tanah mengandung air, maka dibutuhkan pipa besi (temporary casing) untuk menahan dinding lubang dari kelongsoran [5].

Fondasi Sumuran (well foundation); fondasi ini digunakan jika tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Jenis fondasi dalam yang dicor ditempat dengan menggunakan beton siklop sebagai pengisinya [6].

Kajian Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah salah suatu model pendukung keputusan yang

menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki [7].

Langkah-langkah AHP

- Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi alternatif yang diinginkan.
- Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama (goal).
- Membuat matrik perbandingan berpasangan (Pairwise Comparison) yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.
- Menormalisasi data dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
- Mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
- langkah 3 dan 4 dilakukan pengulangan untuk seluruh tingkat hirarki.
- Menghitung vektor eigen
- Memeriksa konsistensi hirarki

$$CR=CI/RI \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- CR = Consistency Ratio
- CI = Consistency Index
- RI = Random Consistency Index

Nilai Consistency Index diperoleh dari rumus:

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

- CI = Consistency Index
- maks = Nilai maks. eigenvalue
- n = Ukuran matrik

Apabila $CR < 0,1$ maka hasil penilaian penelitian dikatakan konsisten.

Dalam penelitian ini selain menggunakan analisa perhitungan AHP menggunakan Ms. Excel juga dibantu dengan software expert choice v.11.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada rencana pembangunan jembatan Walahar kecamatan Ciampel, pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Karawang.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif.

Metode kualitatif digunakan untuk mengukur relatif antara kriteria-kriteria yang mempengaruhi pemilihan jenis fondasi bersumber dari studi literatur, hasil observasi dan wawancara, sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk melaksanakan rangking hierarki dan menghitung pembobotan setiap

kriteria. Analisis data ini dikerjakan dengan bantuan program expert choice versi 11 dan SPSS untuk uji validitas dan reliabilitas data.

Tahapan penelitian dapat dilihat dalam gambar 1.

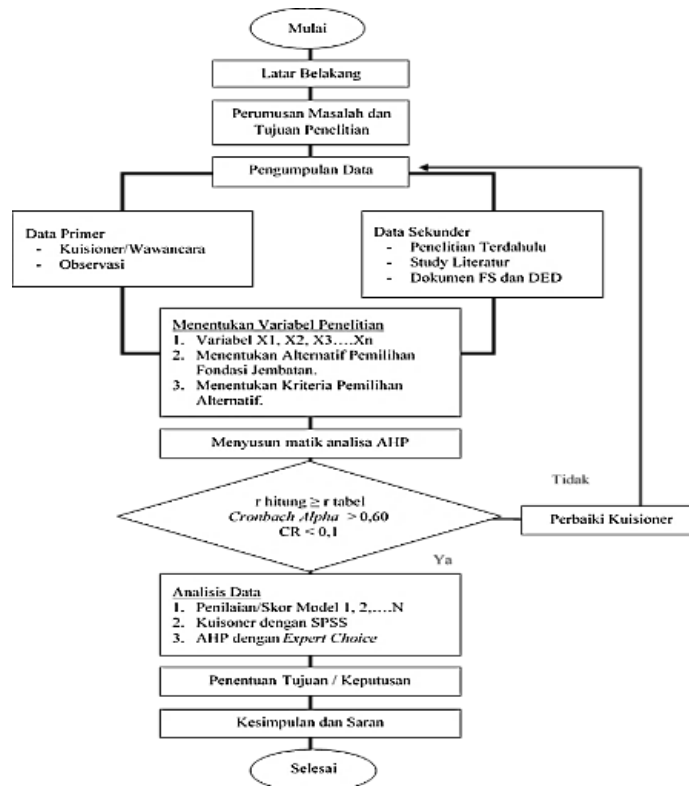
Variabel dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Y = Alternatif tipe fondasi Jembatan
- X = Kriteria pemilihan tipe fondasi Jembatan
- X1 = Aksesibilitas
- X2 = Kekuatan struktur
- X3 = Metode pelaksanaan
- X4 = Biaya pelaksanaan
- X5 = Waktu pelaksanaan
- X6 = Dampak lingkungan

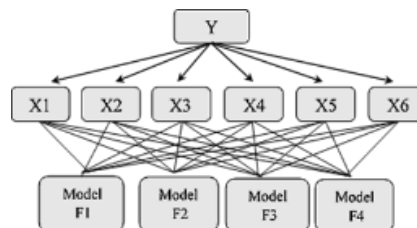
Maka, dibuat model alternatif tipe fondasi sebagai berikut:

- Model F1 = Fondasi pratekan pracetak
- Model F2 = Fondasi tiang beton pipa baja
- Model F3 = Fondasi bore piles
- Model F4 = Fondasi sumuran

Dari variabel – variabel data dan model alternatif pemilihan tipe fondasi jembatan dapat digambarkan struktur hirarki metode AHP dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Alir Tahapan Penelitian



Gambar 2. Model Hirarki Metode AHP

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana proyek pembangunan jembatan Walahar dari hasil Laporan DED diketahui panjang bentang Jembatan Walahar adalah 130 m, terbagi menjadi tiga bentang dengan panjang bentang satu = 40 m, panjang bentang dua = 50 m, dan panjang bentang tiga = 40 m. Posisi abutment jembatan berada pada tanah darat sedangkan dua buah pilar jembatan

berada di tengah sungai, diperoleh data Tinggi Muka Air Normal 6 m dan tinggi Muka Air Banjir 9 m, lebar lantai total = 10 m.

Data kondisi tanah berdasarkan hasil Sonding Penetration Test (SPT) pada kedalaman 24 m dengan nilai N SPT 60 pukulan diketahui jenis tanah pasir padat keras, pengujian bor dalam pada titik pilar jembatan dan hasil pengujian

dari pengambilan sampel tanah di laboratorium pada kedalaman tanah 9,60 m didapatkan kekuatan konus tanah q_c max adalah 200 kg/cm² dan jumlah hambatan pelekat (JHP) sebesar 396 kg/cm, sudut geser tanah (ϕ) 14o, nilai kohesi (Cu) 22 kN/ m² dengan jenis tanah lempung lunak.

Deskripsi Responden

Responden dari penelitian ini adalah orang-orang yang mengetahui dan berpengalaman

dalam menangani proyek jembatan minimal 5 tahun terdiri dari unsur dinas PUPR, konsultan dan tenaga ahli jembatan.

pengambilan sampel penelitian ini di lakukan secara random, menggunakan rumus [8].

$$n = N/(1+N.e^2) \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana:

n = ukuran sampel = 53 orang

N = ukuran populasi = 60

e = Persen Kelonggaran = 0,05

Tabel 1. Data Responden berdasarkan Jabatan

| No | Jabatan dalam proyek | Jumlah Responden (Orang) | % |
|---------------|--------------------------|--------------------------|------------|
| 1 | KPA/PPK | 3 | 5,66 |
| 2 | Perencana jembatan DPUPR | 7 | 13,21 |
| 3 | Pengawas lapangan | 5 | 9,43 |
| 4 | Site Engineering | 5 | 9,43 |
| 5 | Konsultan perencanaan | 6 | 11,32 |
| 6 | Konsultan supervisi | 4 | 7,55 |
| 7 | Pelaksana | 9 | 16,98 |
| 8 | Mandor | 12 | 22,64 |
| 9 | Tenaga ahli jembatan | 2 | 3,77 |
| Jumlah | | 53 | 100 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019

Tabel 2. Data Responden berdasarkan Pengalaman

| No | Jabatan dalam proyek | Jumlah Responden (Orang) | % |
|---------------|----------------------|--------------------------|------------|
| 1 | 5 – 10 tahun | 27 | 50,94 |
| 2 | 10 – 15 tahun | 15 | 28,30 |
| 3 | 15 – 20 tahun | 9 | 16,98 |
| 4 | 20 – 25 tahun | 2 | 3,77 |
| Jumlah | | 53 | 100 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019

Uji Validitas

Uji ini dilakukan dengan cara membandingkan angka r_{hitung} dan r_{tabel} , jika $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka item butir pernyataan dikatakan valid. Nilai r_{hitung} dengan menggunakan program SPSS versi 23, sedangkan r_{tabel} dicari dengan cara melihat

tabel r dengan ketentuan N=53, taraf signifikansi 5% maka r_{tabel} adalah 0,271. [8]

Berdasarkan hasil uji validitas maka data dalam penelitian ini dinyatakan valid dimana nilai korelasinya lebih besar dari r_{tabel} 0,271 (5%) atau $r_{hitung} > r_{tabel}$.

Uji Reliabilitas

kuesioner dikatakan reliabel jika jawaban responden terhadap pernyataan adalah konsisten. Uji reliabilitas menggunakan uji statistik *Cronbach Alpha*, Suatu instrumen dikatakan reliabel apabila nilai *Cronbach Alpha* > 0,60 maka instrumen yang digunakan reliabel. Hasil pengujian reliabilitas diperoleh nilai *cronbach alpha* hitung adalah **0,740** (reliabel) **Kuat**, dengan batasan 0,600 – 0,799.

Analisis Perhitungan AHP

Hasil kuisisioner responden terhadap penilaian kriteria penentuan alternatif tipe fondasi jembatan Walahar, selanjutnya akan dilakukakn analisis perhitungan untuk menentukan prioritas kriteria.

a) Matriks Perbandingan Berpasangan.

Pada tahap ini akan dilakukan penilain perbandingan berpasangan antar kriteria. (lihat tabel 5)

b) Matriks Normalisasi Kriteria.

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan dari tabel 6 dengan cara membagi jumlah dari kriteria satu terhadap perbandingan

berpasangan dari kriteria tersebut. (hasil perhitungan lihat tabel 6)

c) Matriks Preferensi Kriteria.

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan vektor dari tabel 5 dan bobot rata-rata tabel 6. (hasil perhitungan lihat tabel 7)

d) Menghitung Rasio Konsistensi (CR).

Setelah nilai lamda diketahui langkah selanjutnya adalah mencari nilai rasio konsistensi (CR) menggunakan rumus 2.1:

Dimana:

$$RI = 1,24 \text{ (tabel 3 untuk } n = 6)$$

$$CI = 0,092 \text{ (rumus 2.2)}$$

$$\begin{aligned} CR &= CI/RI \\ &= 0,092/1,24 \\ &= 0,07 \text{ (7\%)} \text{ (konsisten)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai CR = 0,07 (7%) nilai CR < 0,1, maka perhitungan dapat diterima.

e) Merangking Kriteria

Setelah rasio konsistensi dapat diterima selanjutnya adalah membuat peringkat prioritas kriteria berdasarkan nilai bobot dari matrik normalisasi kriteria. (lihat tabel 8)

Tabel 3. Matriks Perbandingan berpasangan kriteria

| Kriteria | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 |
|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| X1 | 1 | 0,33 | 0,50 | 0,33 | 0,33 | 3 |
| X2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| X3 | 2 | 0,50 | 1 | 0,50 | 0,33 | 3 |
| X4 | 3 | 0,50 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| X5 | 2 | 0,50 | 3 | 0,33 | 1 | 2 |
| X6 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 1 |
| Total | 11,33 | 3,17 | 8,83 | 4,67 | 7,17 | 14,00 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019

Keterangan:

Input kuisisioner responden dalam matriks menggunakan perhitungan AHP dengan *Ms. Excel* adalah $9' - 1 - 9$, dimana $9' = 9$ dan $9 = 1/9$ (input dalam desimal) berlaku untuk kebalikannya.

Tabel 4. Hasil Matriks Normalisasi kriteria

| Kriteria | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | Bobot Rata-rata |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| X1 | 0,088 | 0,105 | 0,057 | 0,071 | 0,047 | 0,214 | 0,097 |
| X2 | 0,265 | 0,316 | 0,226 | 0,429 | 0,279 | 0,214 | 0,288 |
| X3 | 0,176 | 0,158 | 0,113 | 0,107 | 0,047 | 0,214 | 0,136 |
| X4 | 0,265 | 0,158 | 0,226 | 0,214 | 0,419 | 0,143 | 0,237 |
| X5 | 0,176 | 0,158 | 0,340 | 0,071 | 0,140 | 0,143 | 0,171 |
| X6 | 0,029 | 0,105 | 0,038 | 0,107 | 0,070 | 0,071 | 0,070 |
| Jumlah | | | | | | | 1,000 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019

Keterangan:

X1,1 = nilai X1,1 / Σ kolom X1

X2,1 = nilai X2,1 / Σ kolom X1 ... dan seterusnya untuk hasil nilai kolom X1.

X1,2 = nilai X1,2 / Σ kolom X2

X2,2 = nilai X2,2 / Σ kolom X2 ... dan seterusnya untuk hasil nilai kolom X2.

Cara perhitungan yang sama untuk mencari nilai tiap kolom X3, X4, X5 dan X6.

Perhitungan bobot rata-rata dengan cara Σ baris kriteria dibagi n = 6.

Untuk memeriksa hasil perhitungan sudah benar, maka nilai bobot rata-rata dijumlahkan jika nilainya 1 (satu), maka perhitungan sudah benar.

Tabel 5. Hasil Matriks Preferensi kriteria

| Kriteria | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | Bobot rata-rata | Lamda |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|---------------|
| X1 | 1,000 | 0,333 | 0,500 | 0,333 | 0,333 | 3,000 | 0,097 | 6,261 |
| X2 | 3,000 | 1,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 3,000 | 0,288 | 6,521 |
| X3 | 2,000 | 0,500 | 1,000 | 0,500 | 0,333 | 3,000 | 0,136 | 6,330 |
| X4 | 3,000 | 0,500 | 2,000 | 1,000 | 3,000 | 2,000 | 0,237 | 6,732 |
| X5 | 2,000 | 0,500 | 3,000 | 0,333 | 1,000 | 2,000 | 0,171 | 6,635 |
| X6 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 0,500 | 0,500 | 1,000 | 0,070 | 6,392 |
| Jumlah | | | | | | | | 38,771 |
| $\lambda = \Sigma \text{ Lamda} / n =$ | | | | | | | | 6,462 |
| n = | | | | | | | | 6 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019

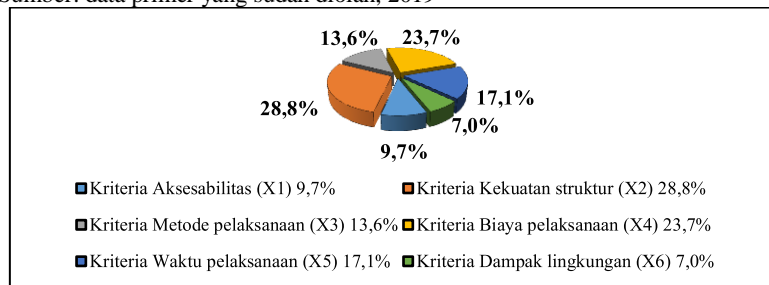
Keterangan:

Lamda X1 = $(\Sigma X1 \times \text{rata-rata X1}) + (\Sigma X2 \times \text{rata-rata X2}) + (\Sigma X3 \times \text{rata-rata X3}) + (\Sigma X4 \times \text{rata-rata X4}) + (\Sigma X5 \times \text{rata-rata X5}) + (\Sigma X6 \times \text{rata-rata X6})$. dan seterusnya untuk perhitungan lamda X2 – X6.

Tabel 6. Ranging Prioritas kriteria

| No | Kriteria | Bobot | % | Rangking | Ket. |
|----|-------------------------|-------|-------|----------|------|
| 1 | Aksesabilitas (X1) | 0,097 | 9,7% | 5 | |
| 2 | Kekuatan struktur (X2) | 0,288 | 28,8% | 1 | |
| 3 | Metode pelaksanaan (X3) | 0,136 | 13,6% | 4 | |
| 4 | Biaya pelaksanaan (X4) | 0,237 | 23,7% | 2 | |
| 5 | Waktu pelaksanaan (X5) | 0,171 | 17,1% | 3 | |
| 6 | Dampak lingkungan (X6) | 0,070 | 7,0% | 6 | |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019



Gambar 3. Diagram Bobot Prioritas Kriteria

Hasil perhitungan analisa AHP terhadap kriteria, kriteria aksesibilitas (X1) nilai 0,097 (9,7%), kekuatan struktur (X2) nilai 0,288 (28,8%), metode pelaksanaan (X3) nilai 0,136 (13,6%), biaya pelaksanaan (X4) nilai 0,237 (23,7%), waktu pelaksanaan (X5) nilai 0,171 (17,1%), dampak lingkungan (X6) nilai 0,070 (7,0%). **Kriteria kekuatan struktur (X1)** merupakan prioritas terbaik dengan **bobot nilai 0,288** atau sebesar **28,8%**.

Menentukan Prioritas Alternatif Tipe Fondasi

a) Matriks Perbandingan Berpasangan

Pada tahap ini akan dilakukan penilaian perbandingan berpasangan alternatif tipe fondasi yaitu fondasi tiang beton pratekan pracetak (F1), fondasi tiang beton pipa baja (F2), fondasi bored piles (F3) dan fondasi sumuran (F4) terhadap kriteria berdasarkan hasil kuisioner.

Tabel 7. Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif Terhadap kriteria

| Kriteria | Matrik Perbandingan berpasangan | | | | |
|-------------------------|---------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | X1 | F1 | F2 | F3 | F4 |
| Aksesabilitas (X1) | F1 | 1 | 0,33 | 0,20 | 0,20 |
| | F2 | 3 | 1 | 0,33 | 0,50 |
| | F3 | 4 | 3 | 1 | 0,50 |
| | F4 | 5 | 2 | 2 | 1 |
| | Jumlah | 13,00 | 6,33 | 3,53 | 2,20 |
| Kekuatan struktur (X2) | X2 | F1 | F2 | F3 | F4 |
| | F1 | 1 | 2 | 0,50 | 3 |
| | F2 | 0,50 | 1 | 2 | 5 |
| | F3 | 2 | 0,50 | 1 | 3 |
| | F4 | 0,33 | 0,20 | 0,33 | 1 |
| Jumlah | 3,83 | 3,70 | 3,83 | 12,00 | |
| Metode pelaksanaan (X3) | X3 | F1 | F2 | F3 | F4 |
| | F1 | 1 | 2 | 0,50 | 4 |
| | F2 | 0,50 | 1 | 0,50 | 3 |
| | F3 | 2 | 2 | 1 | 5 |
| | F4 | 0,25 | 0,33 | 0,20 | 1 |
| Jumlah | 3,75 | 5,33 | 2,20 | 13,00 | |
| Biaya pelaksanaan (X4) | X4 | F1 | F2 | F3 | F4 |
| | F1 | 1 | 2 | 3,00 | 0,33 |
| | F2 | 0,50 | 1 | 0,50 | 0,33 |
| | F3 | 0,33 | 2 | 1 | 0,25 |
| | F4 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| Jumlah | 4,83 | 8,00 | 8,50 | 1,92 | |
| Waktu pelaksanaan (X5) | X5 | F1 | F2 | F3 | F4 |
| | F1 | 1 | 5 | 3 | 7 |
| | F2 | 0,20 | 1 | 0,33 | 5 |
| | F3 | 0,33 | 3 | 1 | 7 |
| | F4 | 0,14 | 0,20 | 0,14 | 1 |
| Jumlah | 1,68 | 9,20 | 4,48 | 20,00 | |
| Dampak lingkungan (X6) | X6 | F1 | F2 | F3 | F4 |
| | F1 | 1 | 0,50 | 0,20 | 0,50 |
| | F2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| | F3 | 5 | 0,50 | 1 | 2 |
| | F4 | 2 | 0,33 | 0,50 | 1 |
| Jumlah | 10,00 | 2,33 | 3,70 | 6,50 | |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019.

- b) **Matriks Normalisasi Alternatif terhadap Kriteria.** kriteria terhadap perbandingan berpasangan dari alternatif kriteria tersebut.

Tahap ini dilakukan perhitungan dari tabel 9 dengan cara membagi jumlah dari alternatif

Tabel 8a. Hasil Matriks Normalisasi Alternatif Terhadap kriteria (1/2)

| Kriteria | Matrik Normalisasi | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Aksesabilitas (X1) | X1 | F1 | F2 | F3 | F4 | Bobot |
| | F1 | 0,077 | 0,053 | 0,057 | 0,091 | 0,069 |
| | F2 | 0,231 | 0,158 | 0,094 | 0,227 | 0,178 |
| | F3 | 0,308 | 0,474 | 0,283 | 0,227 | 0,323 |
| | F4 | 0,385 | 0,316 | 0,566 | 0,455 | 0,430 |
| | | | | | | 1,000 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019.

Tabel 8b. Hasil Matriks Normalisasi Alternatif Terhadap kriteria (2/2)

| Kriteria | Matrik Normalisasi | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Kekuatan struktur (X2) | X2 | F1 | F2 | F3 | F4 | Bobot |
| | F1 | 0,261 | 0,541 | 0,130 | 0,250 | 0,295 |
| | F2 | 0,130 | 0,270 | 0,522 | 0,417 | 0,335 |
| | F3 | 0,522 | 0,135 | 0,261 | 0,250 | 0,292 |
| | F4 | 0,087 | 0,054 | 0,087 | 0,083 | 0,078 |
| | | | | | | 1,000 |
| Metode pelaksanaan (X3) | X3 | F1 | F2 | F3 | F4 | Bobot |
| | F1 | 0,267 | 0,375 | 0,227 | 0,308 | 0,294 |
| | F2 | 0,133 | 0,188 | 0,227 | 0,231 | 0,195 |
| | F3 | 0,533 | 0,375 | 0,455 | 0,385 | 0,437 |
| | F4 | 0,067 | 0,063 | 0,091 | 0,077 | 0,074 |
| | | | | | | 1,000 |
| Biaya pelaksanaan (X4) | X4 | F1 | F2 | F3 | F4 | Bobot |
| | F1 | 0,207 | 0,250 | 0,353 | 0,174 | 0,246 |
| | F2 | 0,103 | 0,125 | 0,059 | 0,174 | 0,115 |
| | F3 | 0,069 | 0,250 | 0,118 | 0,130 | 0,142 |
| | F4 | 0,621 | 0,375 | 0,471 | 0,522 | 0,497 |
| | | | | | | 1,000 |
| Waktu pelaksanaan (X5) | X5 | F1 | F2 | F3 | F4 | Bobot |
| | F1 | 0,597 | 0,543 | 0,670 | 0,350 | 0,540 |
| | F2 | 0,119 | 0,109 | 0,074 | 0,250 | 0,138 |
| | F3 | 0,199 | 0,326 | 0,223 | 0,350 | 0,275 |
| | F4 | 0,085 | 0,022 | 0,032 | 0,050 | 0,047 |
| | | | | | | 1,000 |
| Dampak lingkungan (X6) | X6 | F1 | F2 | F3 | F4 | Bobot |
| | F1 | 0,100 | 0,214 | 0,054 | 0,077 | 0,111 |
| | F2 | 0,200 | 0,429 | 0,541 | 0,462 | 0,408 |
| | F3 | 0,500 | 0,214 | 0,270 | 0,308 | 0,323 |
| | F4 | 0,200 | 0,143 | 0,135 | 0,154 | 0,158 |
| | | | | | | 1,000 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019.

c) Menentukan Bobot Preferensi dan Reranking Alternatif Terhadap Kriteria.

Perhitungan untuk mencari bobot prioritas alternatif dengan cara melakukan perkalian matrik dari rata-rata kriteria dengan rata-rata

kriteria yang sama pada alternatif, namun sebelum menentukan prioritas alternatif sebaiknya lakukan perhitungan untuk memeriksa nilai konsisten $CR \leq 0,1$.

Tabel 9. Hasil Rekap CR Alternatif

| No | Kriteria | Lamda Maks. | RI (Tabel) | CI | CR | Keterangan |
|----|-------------------------|-------------|------------|-------|-------------|------------------|
| 1 | Aksesabilitas (X1) | 4,081 | 0,90 | 0,027 | 0,03 | Konsisten |
| 2 | Kekuatan struktur (X2) | 4,218 | 0,90 | 0,073 | 0,08 | Konsisten |
| 3 | Metode pelaksanaan (X3) | 4,057 | 0,90 | 0,019 | 0,02 | Konsisten |
| 4 | Biaya pelaksanaan (X4) | 4,215 | 0,90 | 0,072 | 0,08 | Konsisten |
| 5 | Waktu pelaksanaan (X5) | 4,247 | 0,90 | 0,082 | 0,09 | Konsisten |
| 6 | Dampak lingkungan (X6) | 4,260 | 0,90 | 0,087 | 0,10 | Konsisten |
| | Konsistensi hierarki | | n=4 | | 0,07 | Konsisten |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019.

Nilai rasio konsistensi (CR) adalah $0,07 < 0,1$ maka perhitungan dapat diterima. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari bobot prioritas alternatif.

d) Mereranking Alternatif

Reranking prioritas alternatif tipe fondasi berdasarkan nilai bobot dari matrik perhitungan bobot preferensi alternatif terhadap kriteria.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Bobot Preferensi Alternatif dan Reranking Kriteria

| Alternatif Tipe Fondasi | Kriteria | | | | | | Bobot | % | Reranking |
|---------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | | | |
| Rata-rata kriteria | 0,097 | 0,288 | 0,136 | 0,237 | 0,171 | 0,070 | | | |
| Fondasi pra tekan pracetak (F1) | 0,069 | 0,295 | 0,294 | 0,246 | 0,540 | 0,111 | 0,291 | 29,06% | 1 |
| Fondasi pipa baja (F2) | 0,178 | 0,335 | 0,195 | 0,115 | 0,138 | 0,408 | 0,220 | 21,98% | 3 |
| Fondasi bored piles (F3) | 0,323 | 0,292 | 0,437 | 0,142 | 0,275 | 0,323 | 0,278 | 27,82% | 2 |
| Fondasi sumuran (F4) | 0,430 | 0,078 | 0,074 | 0,497 | 0,047 | 0,158 | 0,211 | 21,15% | 4 |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019.

Dari hasil perhitungan analisa AHP terhadap alternatif tipe fondasi diperoleh alternatif fondasi pratekan pracetak (F1) nilai 0,291 (29,06%), fondasi pipa baja (F2) nilai 0,22 (21,98%), fondasi *bored piles* (F3) nilai 0,278 (27,82%), fondasi sumuran (F4) nilai 0,211 (21,15%). Alternatif **fondasi pratekan**

pracetak (F1) merupakan alternatif terbaik dengan **bobot nilai 0,291** atau sebesar **29,06%**.

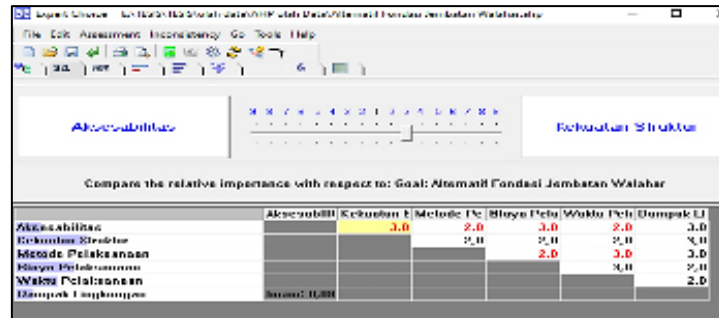
Analisis AHP dengan Program Expert Choice V.11

Expert Choice merupakan suatu program aplikasi yang dapat digunakan sebagai salah satu *tools* untuk membantu pengambilan

keputusan dengan mengimplementasikan (DSS) secara kuantitatif dan kualitatif. model-model dalam *Decision Support System*

Pengolahan data terhadap kriteria – kriteria

- Input Data Terhadap Kriteria – kriteria

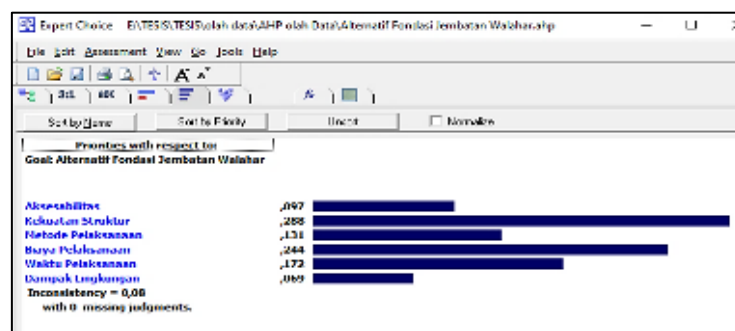


Gambar 4. Input Data Kriteria – kriteria

Keterangan:

Penginputan data hasil kuisioner adalah $9' - 1 - 9$, dengan skor nilai $9' = 9$ (arah kiri) dan $9 = 1/9$ (arah kanan)

- Ouput Data Terhadap Kriteria – kriteria



Gambar 5. Output Data Kriteria – kriteria

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan *expert choice*, didapatkan skor Kriteria sebagai berikut:

- Aksesibilitas (X1) skor: 0,097
- Kekuatan struktur (X2) skor: 0,288
- Metode pelaksanaan (X3) skor: 0,131
- Biaya pelaksanaan (X4) skor: 0,244
- Waktu pelaksanaan (X5) skor: 0,172
- Dampak lingkungan (X6) skor: 0,069

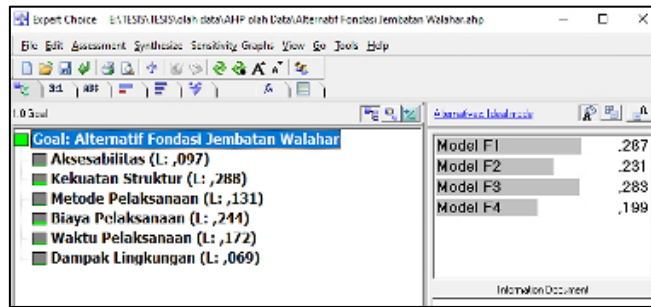
Rasio konsistensi $0,08 < 0,1$ (konsisten)

Hasil analisa menunjukkan **kriteria kekuatan struktur (X2)** merupakan skor **terbesar atau tertinggi** dengan nilai skor sebesar **0,288 (28,8%)**.

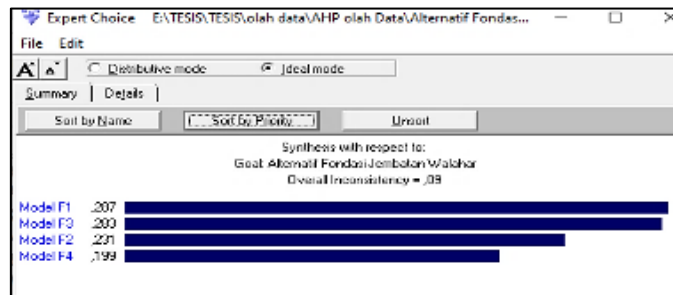
Analisis Data Model Alternatif.

Penginputan data hasil kuisioner sama dengan pada kuisioner penentuan kriteria, Setelah data pembobotan di input dari perbandingan alternatif terhadap masing-masing kriteria, maka diperoleh hasil analisa untuk menentukan

alternatif tipe fondasi pilar jembatan Walahar yang efektif dan efisien sebagai berikut:



Gambar 6. Goal Alternatif Fondasi Jembatan Walahar



Gambar 7. Output *synthesize sort by priority*

Hasil analisa (*synthesize*) diperoleh skor prioritas alternatif sebagai berikut:

- Fondasi pratekan pracetak (F1) skor: 0,287
- Fondasi pipa baja (F2) skor: 0,231
- Fondasi bore piles (F3) skor: 0,283
- Fondasi sumuran (F4) skor: 0,199

Rasio Konsistensi $0,09 < 0,1$ (konsisten)

Hasil Analisa (*synthesize*) Maka, Penentuan tipe fondasi pilar jembatan Walahar yang paling efektif dan efisien berdasarkan kriteria-kriteria adalah **Model F1** yaitu **fondasi**

pratekan pracetak, dengan skor paling tinggi sebesar: **0,287 (28,7%)**.

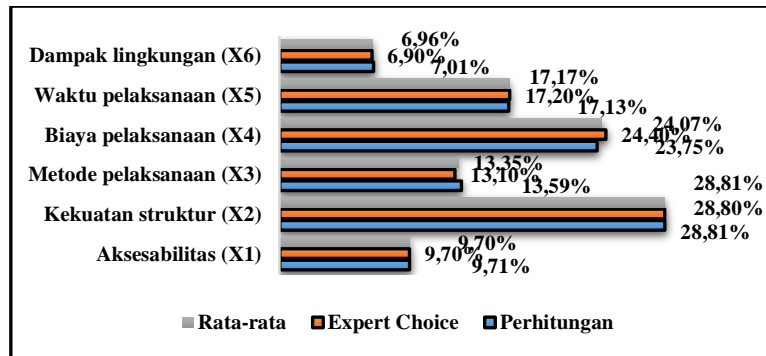
Analisis Hasil Perhitungan Metode AHP

Perbandingan perhitungan skor prioritas kriteria melalui tahapan AHP dengan dibantu *Ms. Excel* dengan perhitungan menggunakan *software expert choice*, terdapat perbedaan skor bobot prioritas kriteria, namun memiliki persamaan dalam perbandingan prioritas kriteria sebagai berikut:

Tabel 11. Perbandingan Skor Prioritas Kriteria

| Kriteria | Skor Prioritas Kriteria | | | | Rangking |
|-------------------------|-------------------------|---------------|-----------|--------|------------------|
| | Perhitungan | Expert Choice | Rata-rata | % | |
| Aksesabilitas (X1) | 0,097 | 0,097 | 0,097 | 9,70% | 5 |
| Kekuatan struktur (X2) | 0,288 | 0,288 | 0,288 | 28,81% | 1 |
| Metode pelaksanaan (X3) | 0,136 | 0,131 | 0,133 | 13,35% | 4 |
| Biaya pelaksanaan (X4) | 0,237 | 0,244 | 0,241 | 24,07% | 2 |
| Waktu pelaksanaan (X5) | 0,171 | 0,172 | 0,172 | 17,17% | 3 |
| Dampak lingkungan (X6) | 0,070 | 0,069 | 0,070 | 6,96% | 6 |
| Nilai CR | 0,075 | 0,080 | | | Konsisten |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019



Gambar 8. Diagram Perbandingan Prioritas Kriteria

Perbandingan Prioritas Alternatif Hasil Perhitungan dengan Program EC.

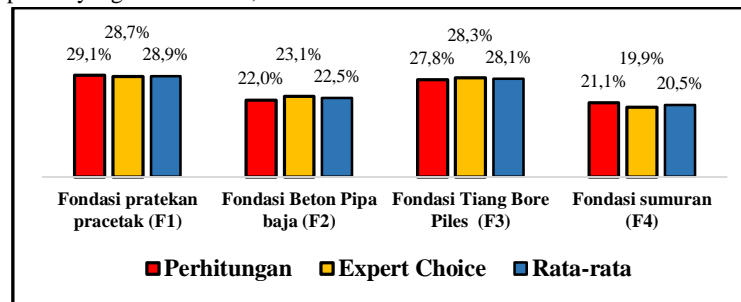
Ms. Excel dengan perhitungan menggunakan software expert choice.

Perbandingan perhitungan skor prioritas alternatif melalui tahapan AHP dengan dibantu

Tabel 12. Perbandingan Skor Prioritas Alternatif

| Alternatif | Skor Prioritas Alternatif | | | | Rangking |
|-----------------|---------------------------|---------------|-----------|-------|------------------|
| | Perhitungan | Expert Choice | Rata-rata | % | |
| Model F1 | 0,291 | 0,287 | 0,289 | 28,9% | 1 |
| Model F2 | 0,220 | 0,231 | 0,225 | 22,5% | 3 |
| Model F3 | 0,278 | 0,283 | 0,281 | 28,1% | 2 |
| Model F4 | 0,211 | 0,199 | 0,205 | 20,5% | 4 |
| Nilai CR | 0,076 | 0,090 | | | Konsisten |

Sumber: data primer yang sudah diolah, 2019



Gambar 10. Diagram Perbandingan Prioritas Alternatif

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Rangking kriteria dari yang tertinggi ke yang terendah yaitu: kekuatan struktur, biaya, waktu, metode pelaksanaan, aksesibilitas dan yang terendah adalah dampak lingkungan dengan nilai persentase terbesar 28,8%, 24,1%, 17,2% 13,3%,

9,7%, dan yang terendah 7,0%. Dari perhitungan menunjukkan kriteria **Kekuatan Struktur (X2)** merupakan **prioritas kriteria terbaik/tertinggi** dengan nilai **0,288** atau sebesar **28,8%**.

2. Rangking model alternatif tipe fondasi, dengan urutan dari yang tertinggi ke yang terendah yaitu: fondasi pracetak (model F1)

dengan persentase sebesar 28,9%, fondasi *bore piles* (model F3) sebesar 28,1%, fondasi pipa baja (model F2) sebesar 22,5%, dan nilai terendah fondasi sumuran (model F4) sebesar 20,5%. Dari perhitungan menunjukkan model alternatif tipe fondasi yang efektif dan efisien adalah **Model F1: fondasi pratekan pracetak** merupakan skor **tertinggi** dengan nilai sebesar **0,289** atau sebesar **28,9%**

3. Penggunaan metode AHP pada penelitian ini, memberikan hasil berupa alternatif tipe fondasi pilar jembatan Walahar yang efektif secara kekuatan struktur, metode pelaksanaan, dan dampak lingkungan serta efisien secara biaya, waktu pelaksanaan dan aksesabilitas.

Saran

Hasil analisis pada pembahasan, penulis hanya membahas mengenai analisis pemilihan alternatif tipe fondasi jembatan Walahar dengan metode AHP, sehingga pembaca dapat menggunakan atau membandingkan dengan metode analisa pengambilan keputusan yang lainnya, seperti metode TOPSIS, *Fuzzy Logic* atau metode lainnya, dan dapat juga

diaplikasikan pada konstruksi bangunan lainnya dengan memperhatikan kriteria – kriteria penunjangnya,

Selain itu, penelitian ini membutuhkan pengembangan dalam pemilihan alternatif fondasi jembatan dengan memperhatikan kriteria-kriteria penunjang pemilihan alternatif tipe fondasi, sangat tergantung pada kondisi lokasi (*site condition*) dan sifat tanah (*soil properties*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyadi, B. Muntohar. 2007. Jembatan, UGM. Yogyakarta.
- [2] Bowles J.E, 1991. Analisis dan Desain Pondasi, (Edisi Keempat Jilid I), Jakarta, Erlangga.
- [3] Budi, G.S. 2011. Pondasi Dangkal. Andi Offset. Yogyakarta
- [4] Sardjono Hs, 1996. Pondasi Tiang Pancang, Surabaya, Sinar Wijaya.
- [5] Hardiyatmo, H.C. 2010. Teknik Fondasi, Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [6] Soetojo, Moesdarjono.2009. Teknik pondasi pada lapisan batuan. ITS Press. Surabaya.
- [7] Saaty, Thomas L.,1993. Pengambilan Keputusan bagi Para Pemimpin. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- [8] Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D. Alfabeta. Bandung.