



OPTIMALISASI PELAKSANAAN PEKERJAAN TEROWONGAN PENGELAK DAN PELIMPAH PADA BENDUNGAN MENINTING

Oleh

Rudy Putera Kurniawan<sup>1</sup>, I Wayan Yasa<sup>2</sup>, Yusron Saadi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

<sup>2,3</sup>Dosen Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Email: [rudyvk@yahoo.com](mailto:rudyvk@yahoo.com)

Abstract

Pada pekerjaan Bendungan Meninting ini terdapat pertemuan antara bangunan pengelak dan bangunan pelimpah, dimana pekerjaan penggaliannya dilakukan dengan cara peledakan (*blasting*). Pertemuan bangunan ini membutuhkan perhatian khusus mengingat tingkat kesulitannya cukup tinggi, yaitu pada pekerjaan *hauling* (pengangkutan) material *blasting*, dimana pada pelaksanaannya kendaraan angkut dan *excavator* memiliki ruang gerak yang sempit di dalam terowongan. Alternatif untuk percepatan pekerjaan dilakukan dengan menentukan arah mulainya pekerjaan, yaitu dari arah atas (pelimpah), arah hulu (pengelak), atau dari arah hilir. Penentuan arah ini dilakukan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*), dimana AHP adalah sistem atau model yang dapat membantu seseorang dalam mengambil keputusan yang akurat dan tepat sasaran. Dari hasil Analisa menggunakan metode AHP didapat skala prioritas dalam pelaksanaan pekerjaan bangunan pelimpah dan pengelak ini yaitu, dari arah hilir, kemudian dari atas (pelimpah), dan terakhir dari arah hulu (pengelak). Dengan demikian hasil Analisa ini diharapkan dapat membantu dalam penentuan skala prioritas dalam pelaksanaan pekerjaan terowongan pelimpah dan pengelak yang ada pada proyek Bendungan Meninting.

**Keywords:** Terowongan, Pengelak, Pelimpah, Bendungan, Metode AHP, Prioritas

PENDAHULUAN

Bendungan Meninting berada pada koordinat 8°31'22.1" Lintang Selatan dan 116°09'09.6" Bujur Timur, dengan ketinggian 202 mdpl. Secara administratif berada di Desa Bukit Tinggi, Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat berjarak ±10 Km dari Kota Mataram ke arah utara.

Pada pekerjaan Bendungan Meninting ini terdapat pertemuan antara bangunan pengelak dan bangunan pelimpah, dimana pekerjaan penggaliannya dilakukan dengan cara peledakan (*blasting*). Pertemuan bangunan ini membutuhkan perhatian khusus mengingat tingkat kesulitannya cukup tinggi, yaitu pada pekerjaan *hauling* (pengangkutan) material *blasting*, dimana pada pelaksanaannya

kendaraan angkut dan *excavator* memiliki ruang gerak yang sempit di dalam terowongan.

Upaya untuk percepatan sudah dilakukan, seperti penambahan alat, tenaga, dan bahan, namun pada pelaksanaannya tidak ada hasil yang berarti, sehingga perlu dilakukan lagi upaya percepatan lainnya. Permasalahan keterlambatan ini mendorong penulis untuk mencoba alternatif percepatan pekerjaan, dengan mencoba merubah arah mulainya pekerjaan, yaitu dari arah atas (pelimpah), arah hulu (pengelak), atau dari arah hilir. Pelaksanaan pekerjaan peledakan (*blasting*) ini dimulai dari arah hulu bangunan pengelak, kemudian dari arah hilir, dan terakhir dari arah atas atau dari pelimpah, seperti tampak pada Gambar 1.1. Dampak dari pelaksanaan pekerjaan *blasting* yang dimulai dari arah hulu pengelak adalah terjadinya keterlambatan



pekerjaan, dimana rencana pekerjaan terowongan dilaksanakan selama 16 bulan, namun pada pelaksanaannya dilaksanakan selama 19 bulan. Oleh sebab itu perlu dikaji dari arah mana pelaksanaan pekerjaan blasting dimulai, agar pada pekerjaan tersebut dapat berjalan sesuai jadwal.

Ada 3 (tiga) rencana alternatif prioritas untuk mengoptimalkan pelaksanaan pekerjaan, yaitu dari arah hulu, dari arah hilir, dan dari arah atas (pelimpah).

Adapun masalah yang dapat dirumuskan berdasarkan uraian latar belakang di atas adalah Bagaimana metode pembobotan pekerjaan yang digunakan untuk menentukan tahapan pelaksanaan konstruksi yang optimal pada pekerjaan bangunan pengelak dan pelimpah bendungan Meninting, dan Bagaimana memutuskan skala prioritas pada tahapan pelaksanaan pekerjaan tersebut.

## LANDASAN TEORI

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) atau Proses Hirarki Analitik merupakan suatu model yang diperkenalkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1971. Metode bersifat fleksibel dalam pemanfaatannya dan dapat digunakan untuk berbagai kepentingan penelitian. AHP dapat digunakan mampu mengkuantifikasi faktor-faktor yang selama ini sering diasumsikan sebagai faktor yang berada diluar model, padahal faktor-faktor tersebut yang menentukan dalam mendapatkan hasil yang diinginkan. AHP adalah sistem atau model yang dapat membantu seseorang dalam mengambil keputusan yang akurat dan tepat sasaran (Saaty, 1993)

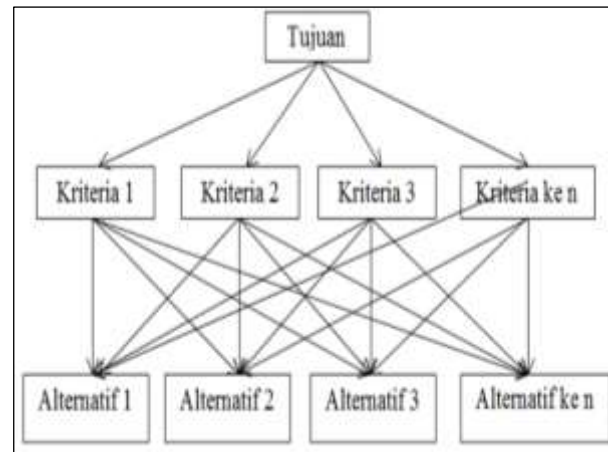
Langkah-langkah dan Proses AHP menurut Herjanto (2009) adalah sebagai berikut:

### 1. Mendefinisikan Permasalahan dan Penentuan Tujuan.

### 2. Menyusun Masalah Dalam Hirarki

Menyusun masalah kedalam Hirarki agar permasalahan yang kompleks dapat ditinjau dari sisi yang detail dan terukur.

Struktur hirarki keputusan dapat diilustrasikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Struktur Hirarki AHP (Herjanto, 2009)**

### 3. Penyusunan Prioritas

Penyusunan Prioritas untuk tiap elemen masalah pada hirarki, dimana proses ini menghasilkan bobot atau kontribusi elemen terhadap pencapaian tujuan sehingga elemen dengan bobot tertinggi memiliki prioritas penanganan.

Untuk menentukan prioritas maka harus dibutuhkan formulasi matematis AHP yang dilakukan dengan menggunakan suatu matrik. Misalkan dalam suatu sub system operasi terdapat  $n$  elemen operasi, yaitu elemen-elemen  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , maka hasil perbandingan secara berpasangan elemen-elemen operasi akan membentuk matrik perbandingan. Perbandingan berpasangan dimulai dari tingkat hirarki paling tinggi, dimana suatu kriteria digunakan sebagai dasar pembuatan perbandingan berpasangan seperti pada Tabel 1.



**Tabel 1. Matrik Perbandingan Berpasangan**

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	...	A <sub>n</sub>
A <sub>1</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	...	A <sub>1n</sub>
A <sub>2</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	...	A <sub>2n</sub>
...	...	...	...	...
A <sub>n</sub>	A <sub>n1</sub>	A <sub>n2</sub>	...	A <sub>nn</sub>

Sumber : Syakron (2014 : 239)

**4. Pengujian Konsistensi**

Melakukan pengujian konsistensi terhadap perbandingan antar elemen yang didapatkan pada tiap tingkat hirarki.

Rumus Consistency Index (CI) adalah sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - N}{N - 1}$$

dengan:

λmaks = nilai maksimum dari nilai eigen matrik yang bersangkutan

N = jumlah elemen yang dibandingkan

Suatu matrik yang dihasilkan dari perbandingan yang dilakukan secara acak merupakan suatu matrik yang mutlak tidak konsisten yang disebut Random Index (RI). Dengan membandingkan CI dan RI maka diperoleh patokan untuk menentukan tingkat konsistensi suatu matrik yang disebut Consistency Ratio (CR), yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

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

Nilai RI yang diperlihatkan pada Tabel 2, nilainya tergantung pada jumlah “n” yang dibandingkan.

**Tabel 2. Nilai RI untuk jumlah “n” yang dibandingkan**

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,51

Sumber : Taylor (2014 : 456)

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini membuat alternatif Skala Prioritas pada pekerjaan terowongan pengelak dan pelimpah bendungan dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) atau Proses Hirarki Analitik. Metode ini nantinya dapat membantu dalam menyusun metode pelaksanaan yang efektif, sehingga akan mendapatkan suatu alternatif solusi efisiensi pekerjaan konstruksi.

Adapun tahap-tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Permasalahan
2. Menyusun masalah ke dalam hirarki
3. Penyusunan prioritas untuk tiap elemen masalah pada hirarki.
4. Melakukan pengujian konsistensi terhadap perbandingan antar elemen yang didapatkan pada tiap tingkat hirarki.

Tahapan penelitian diatas dapat digambarkan melalui bagan alir seperti Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Prosedur Penelitian

**Pembahasan**

**1. Identifikasi Masalah**

Pelaksanaan pekerjaan terowongan perlu direncanakan dari arah mana mulainya, dimana ada 3 (tiga) alternatif arah pelaksanaan pekerjaan terowongan, yaitu dari atas, dari hulu, dan hilir.

Rencana Pembobotan yang akan dibuat berdasarkan Tingkat Kesulitan, Waktu Pelaksanaan, dan Biaya Fisik.

**2. Menyusun Masalah ke dalam Hirarki Tahap 1.**

**Penentuan Hirarki**

Menyusun masalah kedalam Hirarki agar permasalahan yang kompleks dapat ditinjau dari sisi yang detail dan terukur. Setiap analisis yang menggunakan AHP mula-mula harus mendefinisikan situasi dengan seksama, memasukkan sebanyak mungkin rincian yang relevan, lalu menyusun model secara hirarki yang terdiri atas beberapa tingkat rincian, dimana tahapannya sebagai berikut :

- Waktu = 2 x Tingkat Kesulitan
- Waktu = 3 x Biaya Fisik
- Kesulitan = 2 x Biaya Fisik

Dari hirarki diatas dilakukan pembobotan seperti pada tabel berikut:

**Tabel 3. Hasil Penentuan Bobot Kriteria**

Kriteria		Sulit	Waktu	Biaya	Priority Vector
		A	B	C	D
Sulit	1	1	0.50	2	0.30
Waktu	2	2.0	1	3	0.54
Biaya	3	0.5	0.33	1	0.16
Jmlh	4	3.50	1.83	6.00	1
$\lambda_{max}$	5	1.04	0.99	0.98	3.01

Hasil bobot kriteria diatas diisi dengan aturan baris versus kolom, dimana angka yang diperoleh dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Sel A1, Sulit = 1 x Sulit
- Sel A2, Waktu = 2 x Sulit
- Sel A3, Biaya = 0,5 x Sulit, 0,5 diperoleh dari kebalikan Sulit = 2 x Biaya

- Sel B1, Sulit = 0,5 x Waktu, 0,5 diperoleh dari kebalikan Waktu = 2 x Sulit
- Sel B2, Waktu = 1 x Waktu
- Sel B3, Biaya = 0,33 x Waktu, 0,33 diperoleh dari kebalikan Waktu = 3 x Biaya
- Sel C1, Sulit = 2 x Biaya,
- Sel C2, Waktu = 3 x Biaya
- Sel C3, Biaya = 1 x Sulit

Sedangkan untuk  $\lambda_{max}$  berfungsi untuk pengujian konsistensi, yang didapat dari penjumlahan tiap-tiap kolom.

Melakukan pengujian konsistensi dimana jika hasil perhitungan Rasio Konsistensi (CR) lebih kecil atau sama dengan 10% , ketidak konsistenan masih bisa diterima, sebaliknya jika lebih besar dari 10%, tidak bisa diterima. Pengujian Konsistensi dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Consistency Index} = CI &= (\lambda_{max}-n)/(n-1) \\ &= (3.01- 3)/(3-1) \\ &= 0.01 \end{aligned}$$

Consistency Ratio = CR = CI/RI, dimana RI didapat dari tabel 2

$$\begin{aligned} CR &= CI/RI \\ &= 0.01 / 0.58 \\ &= 0.01 \% \text{ (bisa diterima)} \end{aligned}$$

**Tahap 2. Melakukan Bobot Pemanding (Pair Wise Comparison)**

Melakukan bobot pemanding atau Pair Wise Comparison dari masing-masing kriteria yaitu Waktu Pelaksanaan, Tingkat Kesulitan, dan Biaya Fisik akan dilakukan pemanding dengan kriteria arah pelaksanaan pekerjaan yaitu arah Atas, Hulu, dan Hilir, dimana penentuan hirarki sebagai berikut :

a. Berdasar Tingkat Kesulitan

Tingkat kesulitan ini didapat melalui quisioner (terlampir), dimana para responden berasal dari pelaksana pekerjaan dan pengawas pekerjaan, dan didapat hirarki sebagai berikut :

- Atas = 2 x Hulu
- Atas = 1.2 x Hilir
- Hilir = 1.3 x Hulu

Didapat tabel seperti di bawah ini:



**Tabel 4. Bobot Kriteria Tingkat Kesulitan**

Sulit		Hulu	Hilir	Atas	Priority Vector
		A	B	C	D
Hulu	1	1	0.8	0.5	0.24
Hilir	2	1.3	1	0.83	0.33
Atas	3	2	1.2	1	0.43
Jmlh	4	4	2.97	2.33	1
$\lambda_{max}$	5	1.01	0.99	1.01	3.01

**Pengujian Konsistensi**

Melakukan pengujian konsistensi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Consistency Index} = CI &= (\lambda_{max}-n)/(n-1) \\ &= (3.001- 3)/(3-1) \\ &= 0.004 \end{aligned}$$

Consistency Ratio = CR = CI/RI, dimana RI didapat dari tabel 2.

$$\begin{aligned} CR &= CI/RI \\ &= 0.004 / 0.58 \\ &= 0.01 \% \text{ (bisa diterima)} \end{aligned}$$

**b. Berdasar Waktu Pelaksanaan**

Kriteria waktu pelaksanaan didapat dari jadwal pelaksanaan pekerjaan galian terowongan sebagai berikut:

Didapat kriteria sebagai berikut :

- Hilir = 2 x Atas
- Hilir = 3 x Hulu
- Atas = 1.5 x Hulu

Didapat tabel seperti di bawah ini:

**Tabel 5. Hasil Bobot Kriteria Waktu Pelaksanaan**

Waktu		Hulu	Hilir	Atas	Priority Vector
		A	B	C	D
Hulu	1	1	0,33	0,67	0,18
Hilir	2	3	1	2	0,55
Atas	3	1,5	0,50	1	0,27
Jmlh	4	5,5	1,83	3,7	1,00
$\lambda_{max}$	5	1,00	1,00	1,00	3,00

**Pengujian Konsistensi**

Melakukan pengujian konsistensi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Consistency Index} = CI &= (\lambda_{max}-n)/(n-1) \\ &= (3- 3)/(3-1) \\ &= 0.0 \end{aligned}$$

Consistency Ratio = CR = CI/RI, dimana RI didapat dari tabel 2.

$$\begin{aligned} CR &= CI/RI \\ &= 0.0 / 0.58 \\ &= 0.0 \% \text{ (bisa diterima)} \end{aligned}$$

**c. Berdasar Biaya**

Kriteria biaya pelaksanaan didapat dari RAB pekerjaan galian terowongan sebagai berikut :

- Hilir = 4 x Atas
- Hilir = 5 x Hulu
- Atas = 1.4 x Hulu

Didapat tabel seperti di bawah ini:

**Tabel 6. Hasil Bobot Kriteria Biaya Fisik**

Biaya		Hulu	Hilir	Atas	Priority Vector
		A	B	C	D
Hulu	1	1	0,20	0,71	0,13
Hilir	2	5	1	4	0,69
Atas	3	1,4	0,25	1	0,18
Jmlh	4	7,40	1,45	5,71	1,00
$\lambda_{max}$	5	0,98	1,00	1,02	3,00

**Pengujian Konsistensi**

Melakukan pengujian konsistensi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Consistency Index} = CI &= (\lambda_{max}-n)/(n-1) \\ &= (3- 3)/(3-1) \\ &= 0.0 \end{aligned}$$

Consistency Ratio = CR = CI/RI, dimana RI didapat dari tabel 2.

$$\begin{aligned} CR &= CI/RI \\ &= 0.0 / 0.58 \\ &= 0.0 \% \text{ (bisa diterima)} \end{aligned}$$

**3. Penyusunan Prioritas**

Setelah melakukan penyusunan masalah dalam kriteria di atas, maka didapat bobot dan skor untuk masing-masing kriteria, sehingga langkah terakhir adalah menghitung total skor



untuk merangkum semua hasil penilaiannya tersebut dalam bentuk tabel yang disebut Overall Composite Weight, dengan menggunakan rumus pada tabel berikut :

**Tabel 7. Cara Penentuan Prioritas**

Overall Composite Weight		Weight	Hulu	Hilir	Atas
		A	B	C	D
Sulit	1	Kriteria D1	Sulit D1	Sulit D2	Sulit D3
Waktu	2	Kriteria D2	Waktu D1	Waktu D2	Waktu D3
Biaya	3	Kriteria D3	Biaya D1	Biaya D2	Biaya D3
Composite Weight	4		Jumlah B	Jumlah C	Jumlah D

Didapat hasil sebagai berikut :

**Tabel 8. Hasil Penentuan Prioritas**

Overall Composite Weight		Weight	Hulu	Hilir	Atas
Sulit		0.30	0.24	0.33	0.43
Waktu		0.54	0.18	0.55	0.27
Biaya		0.16	0.13	0.69	0.18
Composite Weight			0.55	1.57	0.88

## KESIMPULAN

Metode pembobotan yang digunakan dalam studi kasus ini adalah menggunakan metode Proses Hirarki Analitik atau Analytical Hierarchy Process (AHP), dimana penentuan bobot prioritas dilakukan berdasarkan kriteria Tingkat Kesulitan, Waktu Pelaksanaan dan Biaya Pelaksanaan/Fisik.

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi kasus dengan judul “Optimalisasi Pelaksanaan Pekerjaan Terowongan Pengelak dan Pelimpah pada Bendungan Meninting” ini adalah :

1. Untuk mengoptimalkan pelaksanaan pekerjaan terowongan pengelak dan pelimpah pada Bendungan Meninting, maka skala prioritas pelaksanaannya adalah :

- a. Dari arah Hilir, dengan skor = 1.57
- b. Dari arah Atas, dengan skor = 0.88

c. Dari arah Hulu, dengan skor = 0.55

2. Dari hasil kajian maka dapat ditentukan darimana memulai pekerjaan agar dapat berjalan optimal, yaitu dari arah Hilir (Pelimpah), kemudian dari arah atas (Hulu Pelimpah), dan terakhir dari arah Hulu (Pengelak).

## Saran

Saran-saran yang bisa penulis sampaikan dalam kajian ini adalah :

1. Metode optimalisasi dalam studi ini agar bisa diterapkan sebagai acuan metode pelaksanaan pada pekerjaan bangunan terowongan pengelak dan pelimpah pada bendungan lainnya.
2. Kajian ini agar bisa lebih disempurnakan lagi dengan menambahkan kriteria lainnya yang diperlukan selain tingkat kesulitan, waktu pelaksanaan, dan biaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi, Indra, and Welli Juli Putra Gea, 2017, Tinjauan Kembali Disain Siphon Baru
- [2] Cibee Di Btb 23/Penggantian Barrel Siphon Beton ke Pipa HDPE (Revised Design For New Cibee Siphon At Btb. 23/Replacement Of The Reinforced Concrete Siphon Barrel Structure To HDPE Pipe) Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri. 12 (2017).
- [3] Balai Wilayah Sungai - Nusa Tenggara I. 2019. Justifikasi Teknis Bangunan Syphon RBK 1.S Tahun 2019/2020. Mataram: Balai Wilayah Sungai - Nusa Tenggara I.
- [4] Direktorat Jenderal Departemen Pekerjaan Umum, 1986, Standar Perencanaan
- [5] Irigasi Kriteria Perencanaan Standar Irigasi KP – 04, Badan Penerbit
- [6] H. Dedeng, 2011, Analisis Unjuk Kerja Jaringan Pipa Siphon, Jurnal Konstruksia vol.3, Program



- 
- studi teknik elektro, Muhammadiyah  
Jakarta, Jakarta.
- [7] Kementrian Pekerjaan Umum Perumahan  
Rakyat, 2016, Permen PUPR  
No.28/PRT/M/2019,  
Tentang Pedoman Analisis Harga satuan  
Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum
- [8] Soediby, 2003, Teknik Bendungan, PT.  
Pradnya Paramita, Jakarta.
- [9] Triatmojo Bambang, 1993, Hidraulika II,  
Beta Offset, Yogyakarta.



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN