

ANALISA PERBANDINGAN PELAKSANAAN *SECANT PILE* DENGAN *DIAPHRAGM WALL* SEBAGAI PERBAIKAN PONDASI BENDUNGAN SEMANTOK

Adhelia Diah Pitaloka¹, Moch. Khamim², Diah Lydianingtyas,

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹,

Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

adheliadpialoka22@gmail.com¹, chamim@polinema.ac.id², diahcipka@gmail.com³

ABSTRAK

Proyek Pembangunan Bendungan Semantok Paket I merupakan proyek milik Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas. Dalam sebuah bendungan agar tidak terjadi rembesan air pada pondasi bendungan, maka diperlukan perbaikan pondasi. Bendungan Semantok menggunakan *Secant Pile* sebagai perbaikan pondasinya. Disisi lain terdapat perbaikan pondasi lain yaitu *Diaphragm Wall* yang juga memiliki fungsi yang sama dengan *Secant Pile*. Analisa Perbandingan *Secant Pile* dengan *Diaphragm Wall* ini bertujuan untuk membandingkan metode yang paling efisien dengan parameter K3L, Waktu dan Biaya yang dibutuhkan. Data-data yang diperlukan dalam penyusunan Analisa Perbandingan yaitu gambar rencana kerja *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall*, spesifikasi teknis pekerjaan perbaikan pondasi, dan harga satuan pekerjaan Kabupaten Nganjuk tahun 2021. Penyusunan Analisa risiko dalam K3L menggunakan HIRARC, jadwal pelaksanaan pekerjaan menggunakan program *Microsoft Project* 2016 dan rencana biaya menggunakan program *Microsoft Excel* 2019. Hasil dari Analisa Perbandingan ini diperoleh adalah *Diaphragm Wall* lebih efisien dari segi metode pelaksanaan, K3L, waktu, dan juga biaya dari pada *Secant Pile*. Pada *Secant Pile* terdapat 43 risiko kecelakaan, dengan total waktu pengerjaan 301 hari, serta biaya yang dibutuhkan Rp. 198,009,706,092.05. Pada *Diaphragm Wall* terdapat 41 risiko kecelakaan, dengan total waktu pengerjaan 74 hari, serta biaya yang dibutuhkan Rp. 149,974,022,220.27.

Kata kunci : perbandingan, *secant pile*, *diaphragm wall*

ABSTRACT

The *Package I Semantok Dam Contruction Project* is a project belonging to the Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas. In a dam to prevent seepage of water on the dam foundation, it is necessary to repair the foundation. The Semantok Dam uses the *Secant Pile* as a foundation repair. On the other side, there is another foundation dam repair, namely *Diaphragm Wall* which also has the same function as the *Secant Pile*. This Comparative Analysis of *Secant Pile* with *Diaphragm Wall* aims to compare the most efficient method with the required HSE, Time and Cost parameters. The data needed in the preparation of the Comparative Analysis are drawings of the *Secant Pile* and *Diaphragm Wall* work plans, technical specifications for foundation repair, and the unit price of the Nganjuk Regency work in 2021. The preparation of risk analysis in HSE uses HIRARC, the work schedule using *Microsoft Project* 2016 program and cost plan using *Microsoft Excel* 2019 program. The result of this comparative analysis is that *Diaphragm Wall* is more efficient in terms of implementation method, HSE, time, and also cost than *Secant Pile*. In the *Secant Pile* there are 43 accident risks, with a total processing time of 301 days, and the required cost is Rp. 198,009,706,092.05. On the *Diaphragm Wall* there are 41 accident risks, with a total processing time of 74 days, and the required cost is Rp. 149,974,022,220.27.

Keywords : comparative, *secant pile*, *diaphragm wall*

1. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian yang sangat penting bagi suatu struktur tak terkecuali untuk bangunan air seperti bendungan. Perbaikan pondasi bendungan bertujuan agar tegangan tanah

yang timbul sebagai akibat berat sendiri dari bendungan, tekanan air, gaya gempa, dan muatan - muatan yang bekerja tidak melebihi daya dukung tanah pondasi bendungan di bagian bawah maupun di tebing kiri dan kanan bendungan.

Selain itu perbaikan pondasi bendungan bertujuan agar rembesan air yang timbul di bawah pondasi bendungan dan di abutmen bendungan tidak melampaui batas yang telah ditetapkan.

Terdapat dua metode pelaksanaan perbaikan pondasi bendungan ini, yaitu Dinding Halang dengan *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall*. Bendungan Semantok menggunakan *secant pile*, karena *secant pile* dianggap sangat efektif digunakan untuk karakter tanah berupa tanah dengan pasir tufa. Metode yang lain adalah *Diaphragm Wall*, *Diaphragm Wall* sendiri merupakan tahapan pengembangan dari sistem *Secant Pile* yang juga berfungsi sebagai dinding penahan tanah (*retaining wall*).

Dari latar belakang di atas, maka perlu dibuat Analisa Perbandingan Pelaksanaan *Secant Pile* dengan *Diaphragm Wall* sebagai perbaikan pondasi Bendungan Semantok yang nantinya akan ditinjau dari segi K3L, waktu, biaya dan metode pelaksanaan.

Batasan dari analisa ini adalah analisa dimulai dari STA 0+975 hingga 1+700, penyusunan K3L mengacu pada PP No. 50 tahun 2012, penjadwalan menggunakan Ms. Project, HSPK menggunakan milik Kabupaten Nganjuk tahun 2021, dan analisa ini tidak termasuk dalam perhitungan struktur dan geoteknik.

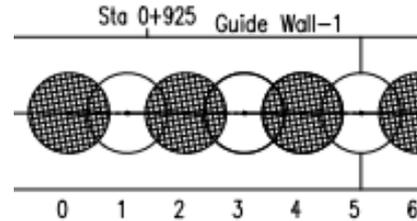
Tujuan dari analisa ini adalah dapat mengetahui metode pelaksanaan yang diterapkan pada pekerjaan perbaikan pondasi Bendungan Semantok; dapat mengidentifikasi aspek K3L, menghitung durasi, serta biaya dari konstruksi *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall*; dapat menganalisa perbedaan biaya konstruksinya dan menganalisa tingkat efisiensi perbandingan konstruksi *Secant Pile* dengan *Diaphragm Wall* jika dilihat dari aspek metode pelaksanaan, K3L, biaya, dan waktu pada pekerjaan perbaikan pondasi Bendungan Semantok

2. METODE

Pengumpulan data untuk Analisa Perbandingan Pelaksanaan *Secant Pile* dengan *Diaphragm Wall* sebagai perbaikan pondasi Bendungan Semantok ini dilakukan dengan cara memperoleh data penunjang, seperti data primer dan data sekunder, yang didapatkan langsung dari pengamatan lapangan ataupun data dari pihak kontraktor yaitu PT. Brantas Abipraya (Persero).

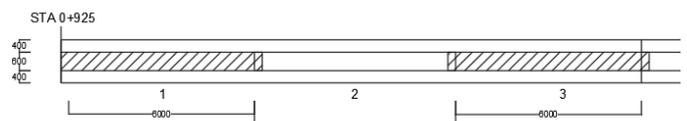
Data primer merupakan data yang didapatkan dari wawancara langsung kepada kontraktor atau pengamatan langsung di lapangan, berupa data lokasi proyek, kondisi eksisting proyek, dan batas-batas lokasi proyek. Sedangkan untuk data sekunder adalah data yang didapatkan dari pihak kontraktor yaitu berupa gambar rencana kerja *secant pile*

pada **Gambar 1** dan *diaphragm wall* pada **Gambar 2**, spesifikasi teknis pekerjaan perbaikan pondasi, harga satuan pekerjaan (HSPK) Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Nganjuk 2021.



Gambar 1. Layout Secant Pile

Sumber : Gambar Perencanaan



Gambar 2. Layout Diaphragm Wall

Sumber : Gambar Perencanaan

Setelah mendapatkan data penunjang, selanjutnya adalah menyusun strategi dan metode pelaksanaan pekerjaan. Strategi pelaksanaan yang disusun meliputi jumlah alat berat, durasi penyelesaian, dan strategi urutan pelaksanaan pekerjaan.

Penyusunan rencana K3L dilakukan setelah menyusun metode pelaksanaan. Rencana K3L yang digunakan menggunakan analisa risiko metode HIRARC, dengan tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Skala Tingkat Kemungkinan (Peluang)

No.	Peluang (L)	Nilai
1	Hampir pasti akan terjadi / <i>almost certain</i>	A
2	Cenderung untuk terjadi	B
3	Mungkin dapat terjadi	C
4	Kecil kemungkinan terjadi	D
5	Jarang terjadi / <i>rare</i>	E

Sumber: *Guidelines of HIRARC (2008)*

Tabel 2. Skala Tingkat Keparahan (Akibat)

No.	Peluang (L)	Nilai
1	Tidak ada cedera, kerugian materi kecil	1
2	Cidera ringan/P3K, kerugian materi kecil	2
3	Hilang hari kerja, kerugian materi besar	3
4	Cacat, kerugian materi besar	4
5	Kematian, kerugian materi sangat besar	5

Sumber: *Guidelines of HIRARC (2008)*

Tabel 3. Skala Tingkat Risiko

Peluang	Akibat				
	1	2	3	4	5
A	H	H	E	E	E
B	M	H	H	E	E
C	L	M	H	E	E
D	L	L	M	H	E
E	L	L	M	H	H

Sumber : Guidelines of HIRARC (2008)

Keterangan :

- E : Extreme Risk
- H : High Risk
- M : Moderate Risk
- L : Low Risk

Setelah K3L selesai disusun, langkah selanjutnya adalah menyusun penjadwalan. Penjadwalan disusun menggunakan *Microsoft Project* dengan memperhatikan logika ketergantungan, penjadwalan ini berbentuk *Bar Chart*. Metode ini menggunakan balok horizontal untuk menggambarkan kegiatan. Panjang balok menyatakan durasi lama kegiatan dalam skala waktu yang dipilih. *Bar chart* terdiri dari sumbu y yang menyatakan kegiatan atau paket kerja, digambarkan dengan balok, dan sumbu x yang menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, atau bulan sebagai durasi (Husen, 2008). Durasi pekerjaan dihitung menggunakan **Persamaan 1**.

$$Durasi = \frac{Volume}{Produktivitas \times jumlah \ alat} \quad (1)$$

Perencanaan biaya pada analisa ini menggunakan Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP), dimana RAP dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

A. Biaya Langsung

Biaya langsung (*direct cost*) merupakan biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, seperti ; biaya upah, material, alat, dan lain-lain.

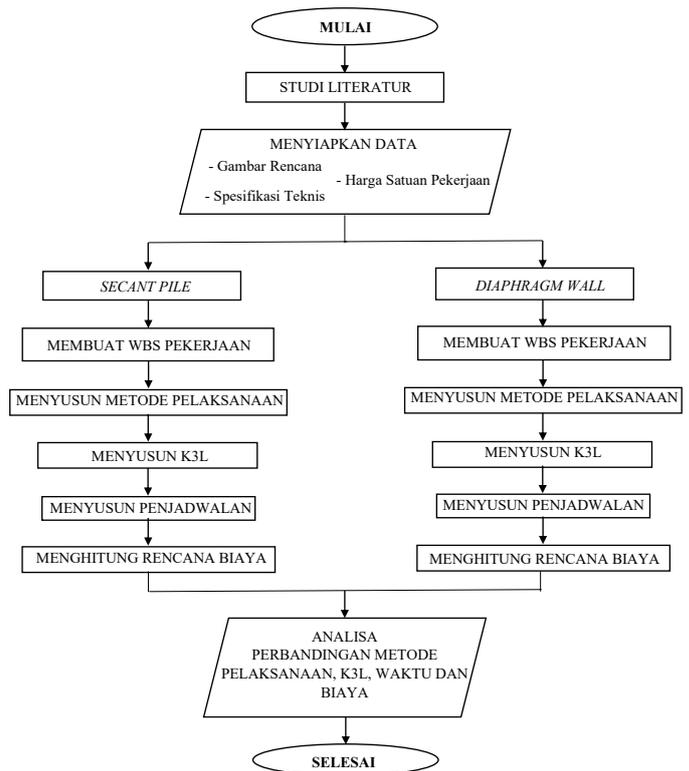
B. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah pengeluaran untuk manajemen supervise, dan jasa pengadaan bagian proyek yang tidak akan menjadi instalasi atau produk permanen, tetapi diperlukan dalam proses berjalannya proyek. Biaya tidak langsung diantaranya terdiri dari :

- a. Gaji pegawai dan tunjangan manajemen
- b. Biaya operasional (kendaraan, peralatan, bahan bakar, dan suku cadang)
- c. Fasilitas sementara (direksi keet, air kerja, fasilitas komunikasi, dan lain-lain)

- d. Pengeluaran umum (*small tools*, penggunaan sekali pakai (*consumable*) misalnya kawat dan las)
- e. *Overhead*, biaya operasi keseluruhan (biaya pemasaran, advertensi, gaji eksekutif, sewa kantor)

Setelah seluruh aspek analisa dari *secant pile* dengan *diaphragm wall* selesai dibuat, selanjutnya adalah menganalisa tingkat efisiensi perbandingan dari beberapa aspek tersebut untuk mendapatkan yang paling efektif, ekonomis, dan efisien. *Flowchart* yang digunakan dalam analisa ini, dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Flowchart Pelaksanaan Studi

Sumber : Analisis Data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Strategi dan Metode Pelaksanaan

A. Secant Pile

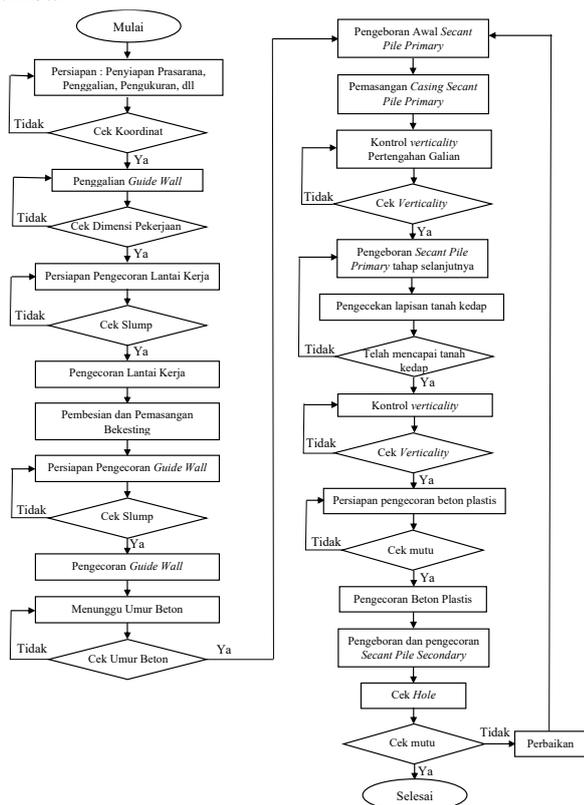
Secant Pile dimulai dengan penggalian tanah yang dimulai dari TOG (*Top of Guide Wall*), lalu menghamparkan *Lean Concrete* setebal 5 cm dan dicor menggunakan beton K-225. Selanjutnya pemasangan *Guide Wall* dimulai dari bekisting, penulangan, dan yang terakhir pembesian. *Guide Wall* dibagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan pekerjaan :

- a. *Guide wall* 1 dengan panjang 3,84 meter
- b. *Guide wall* 2 – 64 dengan panjang per blok 12,18 meter
- c. *Guide wall* 65 dengan panjang 3,69 meter

Pekerjaan *Secant Pile* dikerjakan setelah pekerjaan *Guide Wall* telah selesai, untuk mempermudah pekerjaan maka *Secant Pile* dibagi menurut blok-blok sesuai dengan *Guide Wall*, untuk 1 *guide wall* terdapat 19 *secant pile* kecuali, untuk *guide wall* 1 dan 65 masing-masing hanya terdiri dari 6 dan 5 *secant pile*. Alat berat yang dibutuhkan dalam pekerjaan *Secant Pile* adalah :

- a. Bore Pile Machine = 4 Unit
- b. Excavator = 2 Unit
- c. Dumptruck = 5 Unit
- d. Bulldozer = 1 Unit
- e. Concrete Mixer = 1 Unit
- f. Truck Mixer = 4 Unit
- g. Crawler Crane = 1 Unit
- h. Barbender dan Barcutter = 1 Unit
- i. Concrete Vibrator = 2 Unit
- j. Compressor = 2 Unit

Flowchart pekerjaan *secant pile* adalah sebagai berikut, pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Pelaksanaan *Secant Pile*
Sumber : Analisis Data

B. *Diaphragm Wall*

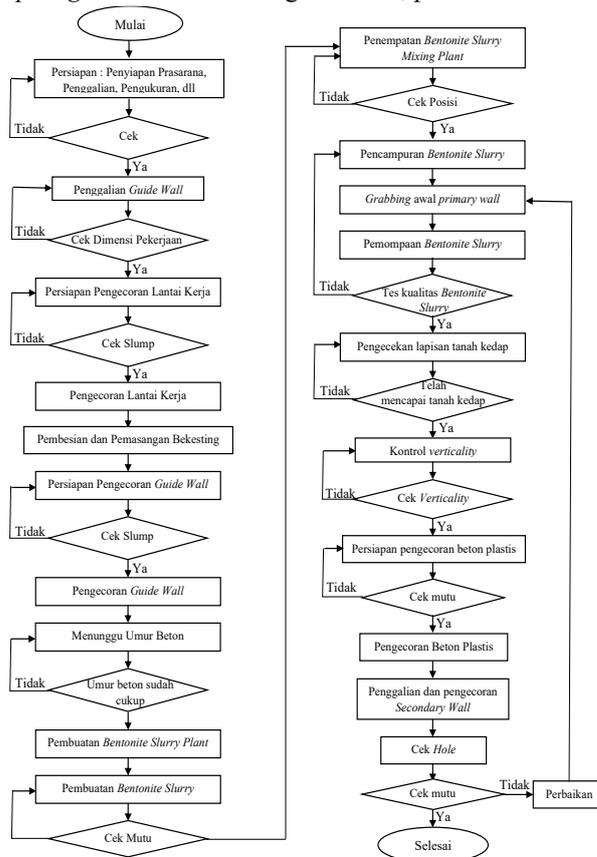
Pengerjaan Awal *Diaphragm Wall* sama dengan *Secant Pile*, mulai dari penggalian, *guide wall*, hingga *lean*

concrete. Alat berat yang dibutuhkan dalam pekerjaan *Diaphragm Wall* adalah :

- a. Clamshell Grab Machine = 2 Unit
- b. Excavator = 2 Unit
- c. Dumptruck = 4 Unit
- d. Bulldozer = 1 Unit
- e. Concrete Mixer = 1 Unit
- f. Truck Mixer = 4 Unit
- g. Crawler Crane = 1 Unit
- h. Barbender dan Barcutter = 1 Unit
- i. Concrete Vibrator = 2 Unit
- j. Compressor = 2 Unit
- k. Pompa Submersible = 4 Unit

Diaphragm Wall tebagi dalam 124 segmen, dengan pengelompokan 1 blok terisi 4 segmen. Dikarenakan alat yang dibutuhkan sebanyak 2 unit, pengerjaan awal dimulai dengan 2 blok dengan masing-masing blok dikerjakan 1 alat.

Segmen *diaphragm wall* memiliki panjang 6,5 meter, pada satu segmen penggalian dibagi menjadi 3 tahap untuk memudahkan alat untuk menggali. Flowchart pekerjaan *diaphragm wall* adalah sebagai berikut, pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Pekerjaan *Diaphragm Wall*
Sumber : Analisis Data

Keamanan, Kesehatan, dan Kebersihan Lingkungan Kerja (K3L)

Menurut analisa risiko dengan menggunakan HIRARC sesuai pada **Tabel 1** hingga **Tabel 3**, jumlah risiko yang dihasilkan dari pekerjaan *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Perbandingan jumlah risiko berdasarkan HIRARC

No.	Pekerjaan	<i>Secant Pile</i>	<i>Diaphragm Wall</i>
1	Persiapan	7 risiko	7 risiko
2	Galian Tanah	10 risiko	10 risiko
3	<i>Lean Concrete</i>	6 risiko	6 risiko
4	<i>Guide Wall</i>	9 risiko	9 risiko
5	Perbaikan Pondasi	11 risiko	9 risiko

Sumber : Hasil Analisis

Pekerjaan persiapan hingga *guide wall* memiliki risiko yang sama, dikarenakan pekerjaan yang dikerjakan juga sama pula. Perbedaan risiko terdapat di pekerjaan perbaikan pondasi *secant pile* dan *diaphragm wall*. Salah satu risiko dari pekerjaan perbaikan pondasi *secant pile* adalah pekerja terjatuh ke lubang *bored pile* yang dapat menyebabkan pekerja terluka, cedera, cacat, hingga meninggal. Pengendalian risikonya adalah dengan pemakaian APD secara lengkap dan juga pemasangan rambu pembatas. Sedangkan, salah satu risiko dari pekerjaan perbaikan pondasi *diaphragm wall* adalah terkena swing alat *grab machine* yang dapat menyebabkan pekerja terluka, cedera, dan cacat. Pengendalian risikonya adalah dengan pemasangan rambu/pembatas, serta pemakaian APD secara lengkap. *Secant Pile* memiliki risiko lebih besar daripada *diaphragm wall* dikarenakan pada saat pengeboran yaitu saat penyambungan pipa *casing* masih menggunakan tenaga kerja untuk penyambungannya, sedangkan *diaphragm wall* sepenuhnya menggunakan alat berat saat penggalian (*grabbing*).

Penjadwalan

Pada proses perencanaan konstruksi perlu disusun suatu penjadwalan yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan pekerjaan proyek, agar proyek tersebut tepat waktu. Pada perhitungan waktu pelaksanaan, data yang diperlukan adalah volume, jumlah alat dan produktifitas alat per satu m³. Durasi dihitung dengan **persamaan 1** dengan mempertimbangkan hubungan ketergantungan antar item pekerjaan. Hubungan ketergantungan dan durasi *secant pile* sesuai dengan **Tabel 5** sebagai berikut.

Tabel 5. Hubungan ketergantungan dan durasi *Secant Pile*

No	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)	<i>Predecessor</i>	<i>Successor</i>
1	Perbaikan Pondasi <i>Secant Pile</i>	301		
2	Persiapan	22		
3	Pengukuran	1		4SS
4	Mobilisasi dan Demobilisasi	22	3SS	5SS+1day
5	Galian Tanah	2	4SS+1day	7FS-1day
6	<i>Lean Concrete</i>	2		
7	Bekisting	1	5FS-1day	8SS
8	Pengecoran	2	7SS	9FS+3days
9	<i>Guide Wall</i>	15	8FS+3days	10FS+3days
10	Perbaikan Pondasi	288	9FS+3days	

Sumber : Hasil Analisis

Sedangkan untuk hubungan ketergantungan dan durasi *secant pile* sesuai dengan **Tabel 6** sebagai berikut.

Tabel 6. Hubungan ketergantungan dan durasi *Diaphragm Wall*

No	Jenis Pekerjaan	Durasi (hari)	<i>Predecessor</i>	<i>Successor</i>
1	Perbaikan Pondasi <i>Diaphragm Wall</i>	74		
2	Persiapan	22		
3	Pengukuran	1		4SS
4	Mobilisasi dan Demobilisasi	22	3SS	5SS+1day
5	Galian Tanah	2	4SS+1day	7FS-1day
6	<i>Lean Concrete</i>	2		
7	Bekisting	1	5FS-1day	8SS
8	Pengecoran	2	7SS	9FS+3days
9	<i>Guide Wall</i>	15	8FS+3days	10FS+3days
10	Perbaikan Pondasi	61	9FS+3days	

Sumber : Hasil Analisis

Rencana Biaya

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan. Hal-hal yang mempengaruhi dalam pembuatan RAP antara lain :

1. Harga Satuan Pekerjaan Kota Setempat
2. Analisa Harga Satuan
3. Metode Pelaksanaan yang digunakan

Biaya terdiri dari biaya langsung dan juga biaya tidak langsung. Biaya langsung pekerjaan *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall* terdapat pada **Tabel 7** sebagai berikut.

Tabel 7. Biaya Langsung

Uraian Pekerjaan	Biaya (Rp)	
	<i>Secant Pile</i>	<i>Diaphragm Wall</i>
Persiapan	126,150,000.00	96,150,000.00
Galian Tanah	56,452,636.80	47,043,864.00
<i>Lean Concrete</i>	553,086,422.50	462,702,938.75
<i>Guide Wall</i>	101,572,682,244.81	101,359,939,352.77
Perbaikan Pondasi	92,753,518,815.99	46,729,381,248.32
TOTAL	195,061,890,120.10	148,729,381,248.32

Sumber : Hasil Perhitungan

Biaya tidak langsung dikeluarkan untuk menunjang pelaksanaan proyek lapangan. Biaya tidak langsung pekerjaan *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall* terdapat pada **Tabel 8** sebagai berikut.

Tabel 8. Biaya Tidak Langsung

Uraian Pekerjaan	Biaya (Rp)	
	<i>Secant Pile</i>	<i>Diaphragm Wall</i>
Persiapan	324,035,971.95	247,535,971.95
Adm. Kantor	167,180,000.00	160,880,000.00
Adm. Rumah Tangga	48,100,000.00	14,800,000.00
Transportasi	84,500,000.00	35,000,000.00
K3L	214,250,000.00	127,925,000.00
Drawing	16,750,000.00	14,500,000.00
Gaji Karyawan	2,093,000,000.00	644,000,000.00
TOTAL	2,947,815,971.95	1,244,640,971.95

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari **tabel 7** dan **tabel 8** didapatkan total biaya untuk *Secant Pile* sebesar Rp. 198,009,706,092.05. Sedangkan, total biaya untuk *Diaphragm Wall* sebesar Rp. 149,974,022,220.27.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbaikan pondasi yang digunakan Bendungan Semantok saat ini adalah *Secant Pile* yang mana metode pelaksanaannya adalah menggunakan *Bore Pile Machine* untuk pengeborannya dan dengan *intersection* pada setiap bagian *pile* nya.
2. Identifikasi aspek K3L pada pekerjaan perbaikan pondasi berjenis *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall* menggunakan metode HIRARC, dan didapatkan :
 - a. Risiko kecelakaan *Secant Pile* sebanyak 43 risiko, sedangkan *Diaphragm Wall* 41 risiko.

- b. Risiko *Secant Pile* lebih tinggi dari *Diaphragm Wall* dikarenakan *Secant Pile* pada saat pekerjaan pengeboran masih menggunakan tenaga kerja dalam penyambungan pipa *casing*, sedangkan *Diaphragm Wall* sepenuhnya menggunakan alat berat saat pekerjaan penggalian.
3. Durasi yang dibutuhkan untuk pekerjaan *Secant Pile* adalah 301 hari, sedangkan *Diaphragm Wall* adalah 74 hari. Perhitungan durasi ini berdasarkan Analisa durasi dan juga *Microsoft Project*.
 4. Biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan perbaikan pondasi dibagi menjadi 2, yaitu biaya langsung dan tidak langsung, sehingga didapatkan :
 - a. *Secant Pile*
 - Biaya Langsung = Rp. 195.061.890.120,10.
 - Biaya Tidak Langsung = Rp. 2.947.815.971,95.
 - Rekapitulasi = Rp. 198.009.706.092,05.
 - b. *Diaphragm Wall*
 - Biaya Langsung = Rp. 148.729.381.248,32.
 - Biaya Tidak Langsung = Rp. 1.244.640.971,95.
 - Rekapitulasi = Rp. 149.974.022.220,27.
 5. Perbedaan biaya konstruksi yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk *Secant Pile* dan *Diaphragm Wall* adalah sebesar **Rp. 48,035,683,871.78**. yang artinya, biaya *Diaphragm Wall* lebih ekonomis daripada *Secant Pile*.
 6. Dari Analisa Perbandingan Pelaksanaan *Secant Pile* dengan *Diaphragm Wall* diatas, tingkat efisiensi *Diaphragm Wall* lebih tinggi daripada *Secant Pile* dikarenakan resiko yang ditimbulkan lebih kecil dan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan lebih singkat, serta biaya yang dikeluarkan lebih terjangkau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Husen, Abrar. 2008. *Manajemen Proyek, Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta : Andi
- [2] Departemen of Occupational Safety and Health. 2008. *Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control*. Malaysia
- [3] Peraturan Pemerintah Nomor 50. 2012. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*.
- [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No. 28/PRT/M/2016. *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.