

ANALISA MANAJEMEN KONSTRUKSI PADA JALUR TEROWONGAN PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN LAU-SIMEME KABUPATEN DELI SERDANG PROVINSI SUMATERA UTARA

Oleh:

Piyen Jones Immanuel Yosua Ziliwu ¹⁾

Elman Karyanus Hulu ²⁾

Rahelina Ginting ³⁾

Robinson Sidjabat ⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3,4)}

E-mail:

piyensilva@gmail.com ¹⁾

hulukaryanus@gmail.com ²⁾

rahalex77@gmail.com ³⁾

robinson.sidjabat1950gmail.com ⁴⁾

^

ABSTRACT

This study aims at determining the method and time schedule planning for the implementation of the structure in the Lau-Simeme Dam tunnel line construction project, Deli Serdang Regency and the estimated budget plan for the project structure construction of the Lau-Simeme Dam tunnel line, Deli Serdang Regency. This research was carried out on the construction of a tunnel line for the Lau-Simeme Dam construction project, Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. The tunnel evasion work consists of several stages of implementation, namely: Mapping work, drilling work, blasting work, scaling and mucking work, shotcrete work, wiremesh installation, rockbolt installation, steel support installation work, work floor construction, Casting work for the lower and upper walls. To calculate the duration of the work and the budget plan based on the shop drawing drawings used SNI 2016 and the North Sumatra government unit price 2020. After analyzing and taking into account each stage of work that has been carried out in the field, the duration of the construction of the evasive tunnel is obtained for 832 working calendar days with the Budget Plan. The cost of the tunnel line structure work with a total cost of Rp. 56,555,240,801.05 (Fifty six billion five hundred fifty five million two hundred forty thousand eight hundred one point zero five rupiahs).

Keywords : Construction Management, Blasting, Shotcrete Works

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode dan perencanaan time schedule pelaksanaan struktur pada proyek pembangunan jalur terowongan Bendungan Lau-Simeme Kabupaten Deli Serdang dan mengetahui estimasi rencana anggaran biaya struktur proyek Pembangunan jalur terowongan Bendungan Lau-Simeme Kabupaten Deli Serdang. Penelitian ini dilaksanakan pada pembangunan jalur terowongan proyek pembangunan Bendungan Lau-Simeme Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Dalam pekerjaan terowongan pengelak terdiri dari beberapa tahapan pelaksanaan yaitu : Pekerjaan Pemetaan, Pekerjaan pengeboran, Pekerjaan peledakan (Blasting), Pekerjaan Scalling and Mucking, Pekerjaan Shotcrete, Pemasangan wiremesh,

Pemasangan RockBolt, Pekerjaan Pemasangan besi penyangga (Steel support), Pekerjaan Pembuatan Lantai Kerja, Pekerjaan Pengecoran dinding bagian bawah dan dinding bagian atas. Untuk menghitung durasi pekerjaan dan rencana anggaran biaya berdasarkan Gambar shop drawing digunakan SNI 2016 dan harga satuan pemerintah Sumatera utara 2020. Setelah menganalisis dan memperhitungkan setiap tahapan pekerjaan yang telah dilaksanakan di lapangan, maka diperoleh durasi pelaksanaan pembangunan terowongan pengelak selama 832 hari kalender kerja dengan Rencana Anggaran Biaya pada pekerjaan struktur jalur terowongan dengan harga total biaya Rp.56.555.240.801,05 (Lima puluh enam milyar lima ratus lima puluh lima juta dua ratus empat puluh ribu delapan ratus satu koma nol lima rupiah).

Kata Kunci: Manajemen Konstruksi, Peledakkan (Blasting), Pekerjaan Shotcrete.

1. PENDAHULUAN

Proyek pekerjaan sipil dalam rangka mewujudkan desain menjadi struktur yang dapat dipakai melewati tahapan manajemen yang cukup rumit. Hasil dari pekerjaan tersebut harus mampu menjadi solusi dan alat bagi kepentingan yang membutuhkannya. Pertumbuhan bangsa Indonesia diberbagai sektor terjadi dengan cepat dan semakin baik, dalam pertumbuhan bangsa yang ada saat ini dinilai belum seimbang antara daerah-daerah terluar Indonesia geliat pembangunan diberbagai sektor berkembang sangat pesat. Banyak pihak swasta dan pemerintah berlomba untuk melakukan pembangunan.

Dalam pelaksanaan suatu proyek akan membutuhkan suatu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik, serta dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain : sumber daya yang baik, ketersediaan material, ketersediaan peralatan, kondisi alam, cuaca dan faktor lainnya yang berpengaruh pada kemajuan proyek tersebut. Selain berpengaruh pada kemajuan pelaksanaan proyek, faktor tersebut dapat juga menjadi penyebab adanya keterlambatan penyelesaian proyek, sehingga waktu yang telah direncanakan menjadi melebihi waktu yang ditentukan sebelumnya.

1.1. Maksud Dan Tujuan

Ruang lingkup pembahasan yang dilakukan oleh penulis hanya berkisar pada hal-hal yang berhubungan dengan topik yang telah ditentukan. Adapun maksud dan tujuan pembahasan adalah:

1. Mengetahui metode dan perencanaan time schedule pelaksanaan struktur pada proyek pembangunan jalur terowongan Bendungan Lau-Simeme Kabupaten Deli Serdang.
2. Mengetahui estimasi rencana anggaran biaya struktur proyek Pembangunan jalur terowongan Bendungan Lau-Simeme Kabupaten Deli Serdang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Bendungan atau dam adalah konstruksi yang dibangun untuk menahan laju air menjadi waduk, danau, atau tempat rekreasi. Seringkali bendungan juga digunakan untuk mengalirkan air ke sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Air. Bendung (weir) adalah struktur bendungan berkepala rendah (lowhead dam), yang berfungsi untuk menaikkan muka air, biasanya terdapat di sungai. Air sungai yang permukaannya dinaikkan akan melimpas melalui puncak/mercu bendung (overflow) dan dapat digunakan sebagai pengukur kecepatan aliran air di saluran/sungai. Di Indonesia, bendung dapat digunakan untuk irigasi bila misalnya muka air

sungai lebih rendah dari muka tanah yang akan diairi.

2.1.1 Terowongan

Salah satu bangunan pelengkap bendungan adalah terowongan pengelak (Diversion Tunnel) berbentuk saluran tertutup yang direncanakan dapat menampung menampung debit sungai selama pelaksanaan pekerjaan dewatering. Diversion Tunnel banyak digunakan pada pekerjaan dewatering untuk bendungan, karena kondisi kanan kiri bendungan berbentuk bukit. sehingga untuk membuat saluran pengelak harus menggunakan terowongan yang menembus bukit. Pada awalnya terowongan difungsikan sebagai saluran pengelak saat pelaksanaan pembuatan badan bendungan, dan di akhir pekerjaan difungsikan sebagai Saluran pelimpah (Spillway Tunnel) sehingga kemampuan debit terowongan harus disesuaikan dengan debit spillway yang diperlukan.

Untuk pembangunan konstruksi terowongan pada bendungan akan direncanakan metode peledakan Perimeter Blasting yakni proses peledakan yang dilaksanakan dengan sangat hati-hati untuk mendapatkan permukaan akhir lubang bukaan yang tepat dan kondisi batuan disekitar lubang tersebut tidak mengalami kerusakan. Maksud dari “perimeter blasting” tidak hanya untuk memperoleh permukaan bukaan yang rata tetapi juga untuk menjaga agar daerah disekitar permukaan tidak mengalami keretakan dan kerusakan selama bukaan tersebut digunakan. Konstruksi bendungan serta bangunan pelengkapya tersebut harus mempunyai pondasi yang dapat mendukungnya. Pondasi erat kaitannya dengan kondisi tanah yang berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke

dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu.

2.2. Defenisi Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah usaha yang dilakukan melalui proses manajemen yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian terhadap kegiatan-kegiatan proyek dan awal sampai akhir dengan mengalokasikan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu hasil yang memuaskan sesuai sasaran yang diinginkan.

2.2.1 Tujuan Manajemen Kontruksi

Tujuan utama untuk mempelajari manajemen adalah untuk memperoleh suatu cara atau teknik yang baik untuk dilakukan atau diterapkan agar sumber daya yang dimiliki, baik manusia, keuangan, alat dan lainnya bisa dimanfaatkan secara efektif atau dengan kata lain mampu mengendalikan sumber daya yang ada.

2.3 Defenisi Proyek

Pengertian proyek menurut beberapa ahli sebagai berikut :

- Schwalbe yang diterjemakan oleh Dimiyati & Nurjaman (2014:2) menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik.
- Nurhayati (2010:4) menjelaskan bahwa sebuah proyek dapat diartikan sebagai uapaya atau aktivitas yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan – harapan penting dengan menggunakan anggaran dana serta sumber daya yang tersedia yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

2.3.1 Penetapan Jam Kerja

Penetapan jam kerja, waktu istirahat, waktu lembur diatur dalam pasal 77

sampai 85 UU No.13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan yang berisi :

1. 7 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu; atau
2. 8 jam kerja dalam 1 hari atau 40 jam kerja dalam 1 minggu untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu.

2.3.2 Kapasitas Produksi Alat

Faktor yang harus diperhatikan dalam menghitung produksi peralatan per satuan waktu yaitu :

1. Kapasitas Produksi

$$Q = q \times n \times e$$

$$= q \times 60 / WS \times E \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam dari alat (m1/hari; m2/hari; m3/hari; kg/hari)

q = produksi dalam suatu siklus kemampuan alat (m1, m2, m3, kg)

N = Jumlah siklus dalam satu jam (satuan waktu)

E = Efisiensi kerja (cuaca, material, peralatan kerja).

2. Volume pekerjaan
3. Efisiensi Kerja

2.3.3 Penentuan Durasi

Durasi dalam setiap kegiatan dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{Q}{p \times c} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

D = Durasi

Q = Quantity (Volume pekerjaan)

P = Produktivitas (Alat/pekerjaan)

C = Jumlah crew/pekerja

Untuk mempercepat durasi, kita dapat melakukannya beberapa cara, yaitu :

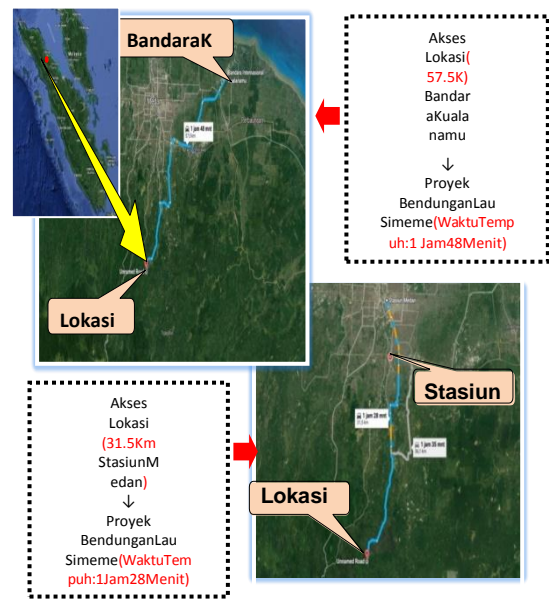
1. Meningkatkan produktivitas

2. Menambah jumlah crew

3. METODE PELAKSANAAN

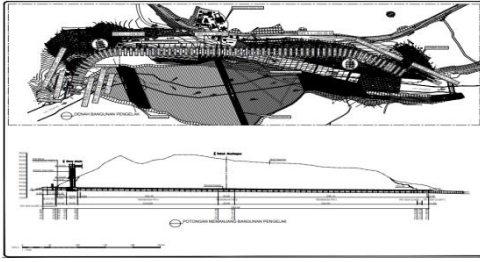
3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Bendungan Lau-Simeme paket II yang terletak di Desa Kuala Dekah, Kecamatan Sibiru-Biru, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Berikut adalah denah lokasi proyek:



Gambar 3.1 Denah Lokasi proyek (sumber: google map)

Berikut ini adalah gambar denah dari pada bendungan lau simeme tersebut, dimana gambar tersebut menunjukkan adanya letak posisi bendungan, posisi terowongan pengelak, gambar inlet dan outlet terowongan pengelak, posisi menara intake, arah sungai, tebing/lereng, posisi bangunan pelimpah, posisi bangunan fasilitas, dan lain sebagainya. Untuk lebih jelasnya mari simak gambar berikut ini.



Gambar 3.2 Gambar denah & potongan memanjang terowongan pengelak



Gambar 3.2 Bangunan Pengelak Bendungan Lau Simeme, Deli serdang, Sumatera Utara.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang di gunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Wawancara

Wawancara adalah cara pengumpulan data dengan jalan tanya jawab sepihak yang dikerjakan secara sistematis dan berdasarkan tujuan penelitian.

2. Studi pustaka

Studi pustaka merupakan metode pengumpulan data dan informasi dengan melakukan kegiatan kepustakaan melalui buku-buku, jurnal, penelitian terdahulu, dan lain sebagainya yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

3.3. Sumber data

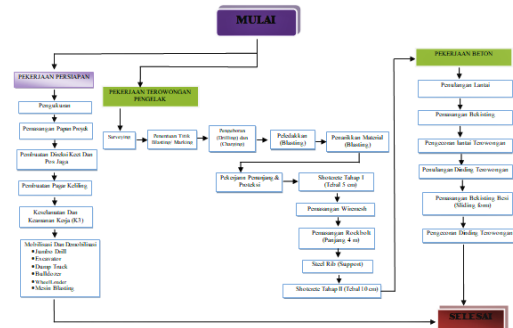
Maka diperlukan data yang berkaitan langsung dengan proyek. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Adapun data sekunder yang didapat peneliti yang

berkaitan dengan proyek pembangunan Terowongan Bendungan Lau-Simeme adalah sebagai berikut :

1. Gambar struktur proyek pembangunan Jalur Terowongan Pembangunan Bendungan Lau-Simeme Kab. Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara.
2. *Time schedule* struktur proyek pembangunan Jalur Terowongan Pembangunan Bendungan Lau-Simeme Kab. Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara.

3.4. Flowchart

Flowchart adalah suatu bagan dengan simbol yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antar suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program. Tahapan pelaksanaan pekerjaan proyek dapat dilihat pada flowchart di bawah ini.



Gambar 3.14 (flowchart) urutan pelaksanaan terowongan pengelak

3.5. Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan

3.6.1. Pekerjaan persiapan

Adapun pekerjaan persiapan dan prasarana dalam menunjang kegiatan pekerjaan pada proyek Pembangunan Bendungan Lau Simeme Kab. Deli Serdang antara lain:

1. Pekerjaan survei (surveying) meliputi:
 - Pembuatan Peta situasi pekerjaan lapangan (lay out of works).
 - Pembuatan bench marks (patok BM) dan patok / titik referensi.

- Pembuatan ground profile (potongan memanjang tanah / bukit), dan ground section (potongan melintang tanah / bukit).
- 2. Pembuatan jalan kerja (construction & houlding roads), termasuk jembatan / gorong-gorong sementara jika diperlukan.
- 3. Penyiapan bangunan fasilitas sementara (temporary facilities works).
- 4. Land clearing dan grubbing adalah kegiatan pembersihan medan kerja dari pepohonan, semak belukar berikut bonggol-bonggolnya.
- 5. Mobilisasi dan demobilisasi Mendatangkan(mobilisasi)alat-alatberatdanmengembalikannyakembali (demobilisasi).

3.6.2. Pekerjaan Terowongan Pengelak (Tunneling)

Pekerjaan terowongan pengelak merupakan pekerjaan yang merupakan inti dari penulisan penelitian ini, pekerjaan ini meliputi:

1. Surveying merupakan pekerjaan yang dilakukan dengan tujuan untuk menentukan koordinat dari area yang akan dikerjakan. Pelaksanaan pekerjaan ini dilakukan oleh tim survey dengan menggunakan Total Station dan peralatan penunjang lain sehingga didapatkan hasil koordinat dan jarak yang akurat. Dalam pelaksanaan survey, Benchmark berperan sebagai titik acuan untuk pengukuran yang dilakukan pada terowongan.
2. Marking merupakan pekerjaan yang dilakukan dengan pemberian tanda sebagai batas dan arah dari penggalian terowongan, lubang blasting dan titik drilling yang digunakan untuk pemasangan Rock Bolt. Hal yang perlu diperhatikan adalah spesifikasi lubang bor yang meliputi bentuk cut, spasi, diameter, kemiringan, dan kedalaman lubang. Pemberian tanda atau titik-titik

lubang bor disertai spesifikasinya, yaitu diameter, elevasi, kedalaman, jarak dan kemiringan.



Gambar 3.5. Proses Penandaan (marking)

3. Pekerjaan Drilling dilakukan berdasarkan pekerjaan Marking. Tujuan dari pekerjaan ini adalah untuk membuat lubang yang akan diisi oleh Handak berupa Dayagel untuk pekerjaan Blasting Serta membuat lubang untuk pekerjaan proteksi, Rock Bolt.



Gambar 3.6 Proses Pengeboran (Drilling)

4. Charging Merupakan pekerjaan yang bertujuan mengisi handak atau bahan peledak ke dalam lubang yang telah di drill di terowongan. Berikut hal yang perlu diperhatikan saat pekerjaan charging:
 - a. Jumlah lubang sesuai dengan pola blasting rencana.
 - b. Lubang yang akan di isi bahan peledak harus dalam kondisi bersih dan sesuai rencana.
 - c. Jumlah bahan peledak dan detonator sesuai dengan rencana.
 - d. Steming atau peredam berupa pasir harus dalam kondisi yang padat, tidak boleh memiliki celah.
 - e. Rangkaian kabel detonator harus sudah dirangkai dan diklip dengan detonating record.



Gambar 3.7 Pelaksanaan Charging

5. Blasting merupakan metode galian yang digunakan pada pekerjaan galian terowongan pengelak. Pekerjaan Blasting dapat dilakukan jika semua persiapan dan instrumen seperti Bahan Peledak yaitu Dayagel, detonator untuk meledakkan bahan peledak, Pengukur arus listrik untuk mengukur arus dari detonator ke bahan peledak, leg wire, steaming berupa pasir dan blasting machine sudah terpasang sempurna sesuai ketentuan pada lubang yang telah dibor sesuai pola blasting.

6. Mucking Out adalah pekerjaan pengangkutan material hasil peledakkan (blasting) dari terowongan ke stockpile.



Gambar 3.8 Pengambilan material hasil ledakkan

7. Pekerjaan Scaling adalah pekerjaan membongkar batu-batu yang masih tersedia pada permukaan galian setelah peledakkan (blasting), yang dapat membahayakan.



Gambar 3.9 Proses Pelaksanaan Pekerjaan Scaling

3.6.3. Pekerjaan Penunjang dan Proteksi

Pekerjaan perkuatan dan proteksi meliputi beberapa pekerjaan dibawah ini, yaitu:

1. Pekerjaan Shotcrete tahap I, Shotcrete Beton dapat didefinisikan sebagai metode pembetonan yang dilakukan dengan cara ditembakkan ke bagian permukaan yang hendak dilapisi beton. Pada pekerjaan shotcrete, bahan yang berupa campuran semen, agregat dan air nantinya akan disemprotkan secara pneumatik melalui Aliva dan dengan kecepatan tinggi untuk menghasilkan massa yang padat dan homogen. Tujuan dari pekerjaan ini adalah sebagai struktur pendukung (support) pada pekerjaan terowongan. Pekerjaan Shotcrete terdiri atas 2 kegiatan, yaitu Primary Shotcrete dan Secondary Shotcrete. Primary Shotcrete dilakukan setelah Pelaksanaan pekerjaan Scaling selesai dengan tebal shotcrete 5 cm. Secondary shotcrete dilakukan setelah Pekerjaan Meshing dengan tebal shotcrete 10 cm. Beton yang digunakan untuk pekerjaan shotcrete ini adalah K-200.



Gambar 3.10 Pelaksanaan Shotcrete

2. Pemasangan Wiremesh atau Meshing merupakan Pekerjaan proteksi dengan menggunakan wiremesh. Wiremesh memiliki dimensi 100 x 100 x 5 mm. Pemasangan Wiremesh dilakukan setelah pekerjaan Prime Shotcrete selesai. Pemasangan ini dilakukan secara manual oleh pekerja dengan cara dipasang pada permukaan dinding terowongan dengan angkur yang dipakukan ke permukaan terowongan.



Gambar3.11 Pemasangan Wiremesh

3. Pemasangan Rockbolt (Rockbolt Grouted) merupakan batang baja ulir yang ditancapkan di dalam batuan pada terowongan. Rockbolt merupakan sistem ankur dalam terowongan, saat dipasang akan menjadi kesatuan bagian dari massa batuan diterowongan. Grouting merupakan semen injeksi yang digunakan untuk mengisi celah yang kosong pada batuan pada saat rockbolt ditancapkan.

Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Rockbolt :

- a. Marking area yang akan dibor untuk tempat melekatnya rockbolt sesuai dengan gambar rencana (Pekerjaan Marking).
- b. Area yang telah ditandai harus di bor dengan kedalaman sesuai dengan interval pada gambar rencana.
- c. Rockbolt ($d = 25 \text{ mm}$, $p = 4 \text{ m}$) dimasukkan ke dalam lubang yang telah dibor.
- d. Setelah rockbolt terpasang, dilakukan injeksi semen (Grouting) ke dalam lubang yang telah ditancapkan rockbolt.
- e. Rockbolt dikunci dengan menggunakan plat, mur dan baut.
- f. Kemudian dilakukan pekerjaan grouting (Injeksi Semen) kearah dalam lubang tempat rockbolt terpasang.



Gambar3.11. Pemasangan Rockbolt

4. Steel Rib atau steel set dipasang setelah *Shotcrete second layer* selesai. Dimensi steel rib yang digunakan adalah $125 \times 125 \times 6,5 \times 9 \text{ mm}$. Pemasangan dari portal sampai dengan kemajuan 20m jarak steel rib $0,75 \text{ m}$. Setelah itu jarak steel rib 3m.



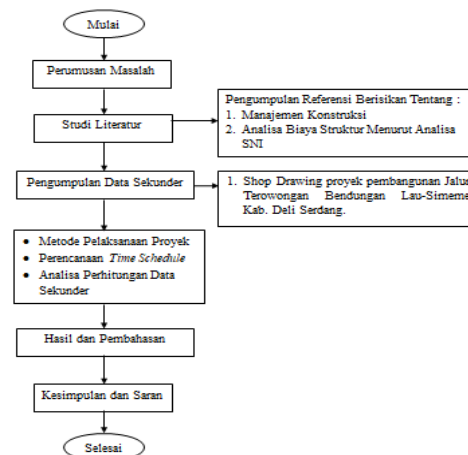
Gambar 3.12 Pemasangan steel rib

3.6.4. Pekerjaan Pembetonan

Pekerjaan pembetonan merupakan pekerjaan yang terkait dengan pengecoran dan penulangan, mulai dari lantai kerja hingga lining struktur terowongan, berikut metode pelaksanaan pada pekerjaan pembetonan.

3.7. Tahapan Kerja Penelitian

Berikut adalah gambar diagram alir penelitian dari tahap awal hingga selesai:

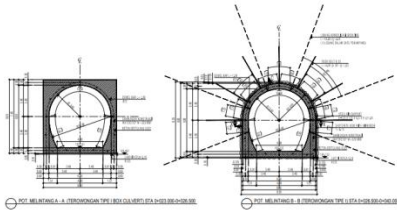


Gambar 3.13. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pekerjaan Terowongan Pengelak

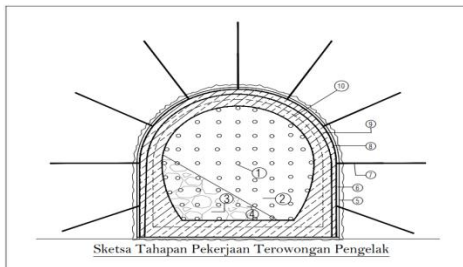
Tipe konstruksi dari terowongan pengelak yang dikerjakan adalah tipe box culvert:



Gambar 4.1 Detail Terowongan Tipe 1 Box Culvert

Detail Terowongan

Tipe = Pressure flow dengan terowongan tapal kuda
 Panjang terowongan = 351,65 m
 Diameter = 6,80 m
 Elevasi inlet = 191,00
 Elevasi outlet = 182,00
 Tahapan pekerjaan terowongan pengelak dapat dilihat pada urutan penomoran berikut,



Keterangan:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Pengeboran | 6. Pemasangan Wiremesh |
| 2. Peledakkan | 7. Pemasangan Rockbolt |
| 3. Penarikan material | 8. Shotcrete tahap II (T. 10 cm) |
| 4. Pembuangan material | 9. Pemasangan Steel Rib (support) |
| 5. Shotcrete tahap I (T. 5 cm) | 10. Pengecoran lantai dan dinding |

Gambar 4.2 Sketsa tahapan pekerjaan terowongan pengelak

4.1.1 Pengeboran Terowongan Pengelak

Pekerjaan pengeboran terowongan pengelak diasumsikan untuk satu segmen membutuhkan waktu 1 hari, alat

yang dipakai untuk pengeboran satu segmen/penampang pada pekerjaan pengeboran terowongan adalah Jumbo Drill dengan detail pekerjaannya seperti berikut ini:

Panjang Terowongan = 351,65 m
 Jumlah titik lubang bor 1 segmen = 85 lubang bor

Diameter lubang bor = 45 mm

Kedalaman = 4 meter

Panjang pengeboran per hari (1 segmen) = 85 x 4 m = 340 m/hari

Banyak segmen sepanjang terowongan

$$= \frac{P \text{ terowongan}}{P \text{ kedalaman}} = \frac{351,65 \text{ m}}{4 \text{ m}} = 88 \text{ segmen}$$

Total panjang pengeboran adalah

= P pengeboran/hari x jlh segmen

= 340 x 88 segmen = 29.920 m

Durasi = 1 hari = 1 segmen

= 88 segmen = 88 hari

• Sewa alat

Alat yang dipakai untuk mengebor adalah Jumbo Drill Boomer 282.

Harga sewa Alat per bulan = Rp 600.000.000/Bulan.

Harga sewa alat perhari

$$= \frac{\text{Rp.600.000.000}}{30 \text{ hari}}$$

= Rp. 20.000.000/Hari.

Harga sewa per jam = $\frac{\text{Rp.20.000.000}}{7 \text{ jam}}$

= Rp. 2.857.142/jam

• Biaya operator

Biaya operator

= Rp.35.000.000/bulan

= Rp. 1.166.666/hari

Biaya pembantu operator 2 orang

= Rp. 15.000.000/bulan

= Rp. 500.000/hari

Biaya operator dan pembantu operator

per hari dan per jam adalah

= Rp. 1.166.666/hari + Rp.

500.000/hari

= Rp. 1.666.666/hari / 7 jam

= Rp. 238.095/jam

Tabel 4.1 Analisa Harga Satuan SNI 2016 pekerjaan pengeboran : AHSP A.4.1.17.a

No	Uraian	Koefisien	Jumlah Harga (hari)
Pengeboran			
A Tenaga kerja			
1	Pekerja	Hari	Rp. 90.000
2	Tukang	Hari	Rp. 110.000
3	Kepala Tukang	Hari	Rp. 150.000
4	Mandor	Hari	Rp. 130.000
Jumlah Harga Tenaga Kerja			Rp. 480.000
B Peralatan (Jumbo Drill)			
1	Sewa alat	Hari	Rp. 20.000.000
2	Bahan bakar	Hari	Rp. 665.000
3	Pelumas	Hari	Rp. 100.000
4	Operator dan pembantu operator alat jumbo drill	Hari	Rp. 1.666.666
Jumlah biaya alat			Rp. 22.431.666
Total jumlah (A + B)			Rp. 22.911.666
Keuntungan (15 % x C)			Rp. 3.436.749
Harga Satuan pekerjaan (C + D)			Rp. 26.348.415

Panjang pengeboran per/hari= 340 m/hari

$$\text{Biaya pengeboran per m}^1 = \frac{\text{Rp. 26.348.415}}{340} = \text{Rp. 77.495/m}^1$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Pengeboran} &= \text{Volume x harga per meter} \\ &= 29.920 \text{ m x Rp. 77.495/m} \\ &= \text{Rp. 2.318.650.400,00} \end{aligned}$$

4.1.2 Peledakkan (Blasting)

Untuk pekerjaan peledakkan diasumsikan membutuhkan waktu 1 hari untuk pekerjaan peledakkan 1 segmen terowongan. Pekerjaan ini dilakukan setelah pengeboran sudah siap di laksanakan.

- Perhitungan biaya alat peledakan Bahan peledakkan dan aksesoris =Rp.25.000.000/hari/satu kali peledakkan
- Biaya operator Ahli peledakkan 1 orang = Rp.60.000.000/bulan = Rp. 2.000.000/hari
- Asisten peledakkan 2 orang x Rp.30.000.000 = Rp.60.000.000/bulan = Rp. 2.000.000/hari
- Biaya ahli peledakkan dan asisten peledakkan per hari dan per jam adalah = Rp. 2.000.000/hari + Rp. 2.000.000/hari =Rp. 4.000.000/hari / 7 jam = Rp. 571.428,5/jam
- Durasi = 1 hari = 1 segmen

$$= 88 \text{ segmen} = 88 \text{ hari}$$

- Volume Kemajuan ledakkan= 3,5 m/hari Panjang Terowongan= 351,65 m Diameter terowongan= 6,80 m (r = 3,4) Maka panjang total peledakkan = 3,5 x 351,65 m = 1.230,77 m Volume luas peledakkan = luas alas x tinggi = πr^2 tinggi = 3,14 x 3,4² x 3,5 = 127 m³

Maka volume hasil peledakkan adalah 127 m³.

Sehingga total volume keseluruhan ledakkan adalah= 127 m³ x 351,65 m = 44.659,55 m³

Tabel 4.2 Analisa Harga Satuan SNI 2016 Pekerjaan Peledakkan: AHSP A.4.1.17.a

No	Uraian	Koefisien	Jumlah Harga (hari)
Peledakkan (Blasting)			
A Tenaga kerja			
1	Pekerja	Hari	Rp. 90.000
2	Kepala Tukang	Hari	Rp. 150.000
3	Mandor	Hari	Rp. 130.000
Jumlah Harga Tenaga Kerja			Rp. 370.000
B Peralatan dan bahan			
Biaya peledakkan & aksesoris		Hari	Rp. 25.000.000
Ahli peledakkan dan asisten peledakkan		Hari	Rp. 4.000.000
Jumlah biaya alat			Rp. 29.000.000
Total jumlah (A + B)			Rp. 29.370.000
Keuntungan (15 % x C)			Rp. 4.405.500
Harga Satuan pekerjaan (C + D)			Rp. 33.775.500

Panjang pengeboran per hari

$$= 340 \text{ m/hari}$$

Biaya peledakkan per m¹

$$= \frac{\text{Rp. 33.775.500}}{340} = \text{Rp. 99.339/m}^1$$

RAB = \sum Volume x Harga Sat. Pekerjaan
Maka RAB= 44.659,55 m³ x Rp. 99.339/m¹

$$= \text{Rp. 4.436.435.037,45}$$

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan studi kasus yang telah dilakukan pada jalur terowongan proyek Pembangunan Bendungan Lau-Simeme Kabupaten Deli Serdang disertai dengan perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada Bab sebelumnya, maka disimpulkan :

- 1) Pelaksanaan pembangunan terowongan pengelak mengadopsi metode NATM (New Austrian Tunneling Method).
- 2) Metode pekerjaan pembangunan jalur terowongan pengelak dimulai dari pekerjaan persiapan seperti surveying/pengukuran, kemudian penentuan titik Blasting(marking), pengeboran, peledakkan dan penarikan/pembuangan material Blasting, setelah pekerjaan itu selesai baru dilanjutkan pekerjaan penunjang dan proteksi yaitu (shotcrete pertama, pemasangan Wiremesh, pemasangan Rockbolt dan SteelRib/support dan shotcrete yang ke dua) kemudian pekerjaan terakhir adalah pekerjaan pembetonan/pengecoran baik lantai terowongan maupun dinding terowongan.
- 3) Alat berat yang dipakai untuk pekerjaan pengeboran adalah Jumbo Drill dengan kapasitas produksi perhari nya mampu mengebor sepanjang 340 m dari 85 titik persegmennya.
- 4) Berdasarkan hasil analisa waktu pelaksanaan struktur diperoleh selama waktu pelaksanaan adalah selama 832 hari.
- 5) Rencana anggaran biaya pekerjaan jalur terowongan pengelak mencapai biaya sebesar Rp. **56.555.240.801,05**.

5.2 Saran

Adapun saran yang saya berikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Sebelum melakukan perhitungan hendaknya kita memperoleh data teknis terlebih dahulu, karena data tersebut menunjang dalam membuat rencana analisa perhitungan sesuai dengan standar dan syarat-syaratnya.
- 2) Perlu dilakukan pengecekan berkala pada alat bor agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan pada saat alat

beroperasi yang bisa mengakibatkan losstime.

- 3) Sebelum melakukan peledakkan, sebaiknya area sekitar ledakkan supaya benar-benar disterilkan yaitu memasang sirine ledakkan, Pemblokiran jalan pada area peledakan, peringatan bahaya sekitar ledakkan dan pemberhentian kegiatan masyarakat sekitar area ledakkan dengan radius $\pm 1,2$ km.

6. DAFTAR PUSTAKA

Garry, D. (2012). Handbook of Tunnel Engineering Design, Construction and Risk Assessment. London, UK, Auris Reference Ltd., UK.

Hemphill, G. B. (2012). Tunnel-Boring Machines. Practical Tunnel Construction, John Wiley & Sons, Inc.: 171-185.

Kramadibrata, Suseno. 2012. Siklus Pengeboran dan Peledakan Terowongan.

Wyllie, D. C., Mah, C. W., & Hoek, E. (2004). Rock slope engineering: Civil and mining. London: Spon Press.

Kramadibrata, Suseno. 2012. Siklus Pengeboran dan Peledakan Terowongan.

Kementrian PU RI. 2008 Nomor : 06/PRT/M/2008. 2008. Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi. Jakarta.

WIKA Kontraktor, PT. 2013. Dokumen Metode Pelaksanaan Terowongan Pengelak Waduk Bendo Ponorogo.