

**MONITORING PELAKSANAAN PENGUKURAN
TEROWONGAN PENGELAK DI BENDUNGAN
TIGA DIHAJI OKU SELATAN**

(Tugas Akhir)

Oleh

Dimas Pandu Setiawan

1905061023



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

ABSTRAK

MONITORING PELAKSANAAN PENGUKURAN TEROWONGAN PENGELAK DI BENDUNGAN TIGA DIHAJI OKU SELATAN

Oleh

DIMAS PANDU SETIAWAN

Terowongan merupakan suatu tembusan di bawah permukaan tanah dengan kedua sisi ujungnya terbuka sebagai portal masuk dan portal keluar. Terowongan di bendungan berfungsi sebagai konstruksi untuk mengelakkan aliran sungai dari hulu bendungan ke hilir bendungan selama masa konstruksi. Terowongan Pengelak merupakan salah satu tipe terowongan yang mempunyai fungsi untuk mengalihkan arah aliran sungai yang sedianya melewati rencana jalur pembangunan bendungan, sehingga memungkinkan pembangunan bendungan dilaksanakan secara teknis, menambahkan agar ekonomis dimensi terowongan pengelak ini dihitung dalam satu kesatuan dengan dimensi bendungan pengelak.

Pengukuran *stake out* adalah metode yang menggunakan cara pendekatan model pengukuran dengan menentukan lokasi koordinat suatu titik dilapangan. Prinsip *stake out* adalah terbalik dengan konsep pengambilan data lapangan. Kalau pengambilan data lapangan untuk mencari/mengukur koordinat titik dari lapangan, sedangkan *stake out* adalah mengembalikan koordinat ke lapangan dari desain.

Hasil dari pengukuran terowongan menggunakan metode *stake out* adalah rata – rata selisih antara koordinat di desain dengan dilapangan $X = 2,662$ m, dan $Y = 3,165$ m. Kemudian nilai dari pergeseran rata-rata dengan menggunakan rumus $d = \sqrt{X^2 + Y^2}$ adalah 3,202 m. Dari pergeseran terbesar berjumlah 4,552 m yang berada di STA 388, dan pergeseran terkecil sejumlah 0 yang berada di STA 400.

Kata kunci : Bendungan Irigasi, Terowongan Pengelak, Selisih STA.

ABSTRACT

MONITORING OF THE IMPLEMENTATION OF MEASUREMENTS BYPASS TUNNEL IN THE TIGA DIHAJI DAM, OKU SELATAN

By

DIMAS PANDU SETIAWAN

A tunnel is a passage below the ground surface with both ends open as an entry portal and an exit portal. The tunnel in the dam functions as a construction to avoid river flow from upstream of the dam to downstream of the dam during the construction period. Avoidance Tunnel is a type of tunnel which has the function of diverting the direction of river flow which was originally to pass through the planned dam construction route, thereby enabling the construction of the dam to be carried out technically, adding that to be economical, the dimensions of the circumvention tunnel are calculated in one unit with the dimensions of the circumvention dam. Stake out measurement is a method that uses a measurement model approach by determining the coordinate location of a point in the field. The stake out principle is reversed to the concept of field data collection. If taking field data is to find/measure the coordinates of points from the field, while staking out is returning coordinates to the field from the design. The results of tunnel measurements using the stake out method are the average difference between the design coordinates and those in the field, $X = 2.662$ m, and $Y = 3.165$ m. Then the value of the average shift using the formula $d = \sqrt{X^2 + Y^2}$ is 3.202 m. The largest shift was 4,552 m at STA 388, and the smallest shift was 0 at STA 400.

Keywords: Irrigation Dam, Evasion Tunnel, STA Difference.

**MONITORING PELAKSANAAN PENGUKURAN
TEROWONGAN PENGELAK DI BENDUNGAN
TIGA DIHAJI OKU SELATAN**

(Tugas Akhir)

Oleh

Dimas Pandu Setiawan

1905061023



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul Tugas akhir

: **Monitoring Pelaksanaan Pengukuran
Terowongan Pengelak di Bendungan
Tiga Dihaji**

Nama Mahasiswa

: **Dimas Pandu Setiawan**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1905061023**

Program Studi

: **D3 Survey dan Pemetaan**

Fakultas

: **Teknik**



Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 196410121992031002

Dr. Fajriyanto, S.T., M.T.
NIP 197203022006041002

2. Mengetahui
Ketua Jurusan Geodesi Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 196410121992031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Ir. Fauzan Murdapa, M.T.**

Sekretaris

: **Dr. Fajriyanto, S.T., M.T**

Penguji

: **Romi Fadly, S.T., M.Eng.**

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriwan, ST., M.Sc

NIP 197509282001121002

PERNYATAAN KEASLIAN ASLI KARYA

Penulis adalah **DIMAS PANDU SETIAWAN** dengan NPM 1905061023 dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah penulis dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dengan hasil yang merujuk pada beberapa sumber seperti buku, jurnal, dan lain-lain. Demikian pernyataan ini penulis buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam keterpaksaan, dan dapat dipertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka penulis siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, Februari 2023
Yang membuat pernyataan



Dimas Pandu Setiawan
1905061023

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan di Martapura, OKU TIMUR pada tanggal 05 November 2000, penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Eman Falupi dan Ibu Hartini

Penulis menempuh pendidikan pertama di Taman Kanak–Kanak (TK) Pertiwi pada tahun 2004-2005. Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 06 Martapura pada tahun 2005-2012. Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di MTSN 01 Martapura pada tahun 2012-2015. Dan pada Sekolah Menengah Pertama (SMA) dilanjutkan di SMAN 01 Martapura pada tahun 2015-2018.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Program Studi D3 Survey dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) (QS. Al-Insyirah:6-7)

"Sudah suatu kewajiban kalau kau berpikir tidak bisa melakukannya sendirian. Tapi sangat menyakitkan kalau orang lain mengatakan kalau kau tidak bisa melakukannya." (Haikyuu)

“Dari lampu merah kita belajar, bahwa berhenti bukan berarti berakhir. Tapi untuk istirahat sejenak supaya perjalanan selanjutnya lebih menyenangkan dan menenangkan. Jadi nikmati proses pemberhentian dan perjalananmu. Karena semua orang punya lampu merahnya masing-masing.”
(Penulis)

"Masa-masa sulit hanyalah sebuah ujian untuk melihat seberapa kuat diri kita."
(Kirishima Eijirou)

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur, ku persembahkan karya ini

Untuk ayah dan ibuku yang selalu mendukungku atas semua pilihanku, berkat doa kalian aku sampai di titik ini.

Untuk kakak dan adikku dan keluarga besarku yang selalu mendengarkan keluh kesahku

Untuk pemilik nomor pokok 1905061023 terima kasih atas segala hal, yang kita lewati bersama

Untuk teman-teman Geng Tanah Air terima kasih atas bantuannya dan terima kasih untuk hal-hal yang mungkin akan menjadi cerita dikemudian hari

Untuk angkatan 2019 atas kebersamaannya selama 4 tahun ini Untuk yang selalu bertanya “kapan selesai?”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan dan kelancaran, sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Monitoring Pelaksanaan Terowongan Pengelak Bendungan di Tiga Dihaji Oku Selatan” dengan baik dan lancar. Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sedemikian rupa untuk melengkapi salah satu syarat dalam menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis tidak luput bantuan serta masukan-masukan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak berterima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Se., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung dan selaku dosen pembimbing I yang mengarahkan dan membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing II yang mengarahkan dan membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M. Eng. Selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Ridho Dwi Putra Tanjung, S.T. selaku pembimbing lapangan.
6. PT.VIRAMA KARYA yang telah memberikan kesempatan Kerja Praktik.

7. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan doa, dukungan. Terimakasih untuk segala pengorbanan yang tak terhingga.
8. Seluruh Angkatan 2019 yang telah berjuang bersama kalian itu sangat senang walau banyak drama yang luar biasa.

Bandar Lampung, Februari 2023

Dimas Pandu Setiawan

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan Masalah	2
1.6. Lokasi Studi.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Definisi umum	4
2.2. Peninjauan Lokasi	5
2.3. Pengertian Saluran Pengelak.....	5
2.4. Penjelasan dan jenis kegiatan pemetaan.....	6
III. Pelaksanaan Tugas Akhir	8
3.1. Diagram Alir.....	8
3.2. Tahap Persiapan.....	9
3.3. Pengumpulan Data.....	10
3.4. Tahap Pengolahan Data	11
IV. Hasil dan Pembahasan	12
4.1. Metode <i>Stake Out</i>	12
4.2. Hasil Monitoring.....	13
V. Kesimpulan dan Saran.....	17
5.1. Kesimpulan.....	17
5.2. Saran.....	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN.....	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lokasi Bendungan Tiga Dihaji.....	3
2. Sketsa Terowongan Bendungan Pengelak	6
3. Proses kerja penggalian tanah.....	7
4. Alur proses Monitoring Terowongan.....	8

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data koordinat monitoring terowongan.....	14

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bendungan Tiga Dihaji, bendungan pertama di Sumatera Selatan, akan meningkatkan kapasitas Daerah Irigasi (D.I) Komerling untuk lahan pertanian seluas 18.219 hektare (Ha). Dengan demikian, aliran air yang lancar dari bendungan ini akan memastikan hasil pertanian Provinsi Sumsel tetap stabil sepanjang tahun. Bendungan Tiga Dihaji dibangun untuk menjaga sumber daya air, mengontrol banjir, memenuhi kebutuhan air baku sebesar 0,30 m³/detik, menghasilkan listrik 4x10 MW, dan memfasilitasi pariwisata dan olahraga. Saat ini, bendungan dengan kapasitas tampung 104 juta meter kubik tersebut sedang dalam proses pembangunan sebesar 22,5%.

Terowongan merupakan suatu tembusan di bawah permukaan tanah dengan kedua sisi ujungnya terbuka sebagai portal masuk dan portal keluar. Terowongan di bendungan berfungsi sebagai konstruksi untuk mengelakkan aliran sungai dari hulu bendungan ke hilir bendungan selama masa konstruksi.

Terowongan Pengelak merupakan salah satu tipe terowongan yang mempunyai fungsi untuk mengalihkan arah aliran sungai yang sedianya melewati rencana jalur pembangunan bendungan, sehingga memungkinkan pembangunan bendungan dilaksanakan secara teknis, menambahkan agar ekonomis dimensi terowongan pengelak ini dihitung dalam satu kesatuan dengan dimensi bendungan pengelak.

Monitoring ini dilakukan untuk mengetahui secara alami kemungkinan gerakan pergeseran terowongan pengelak longsor pada saat proses ataupun sesudah galian terowongan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang tersebut adalah mengamati berapa kedalaman tiap titik terowongan.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan monitoring ini untuk mengetahui kedalaman penggalian terowongan pengelak.

1.4. Manfaat

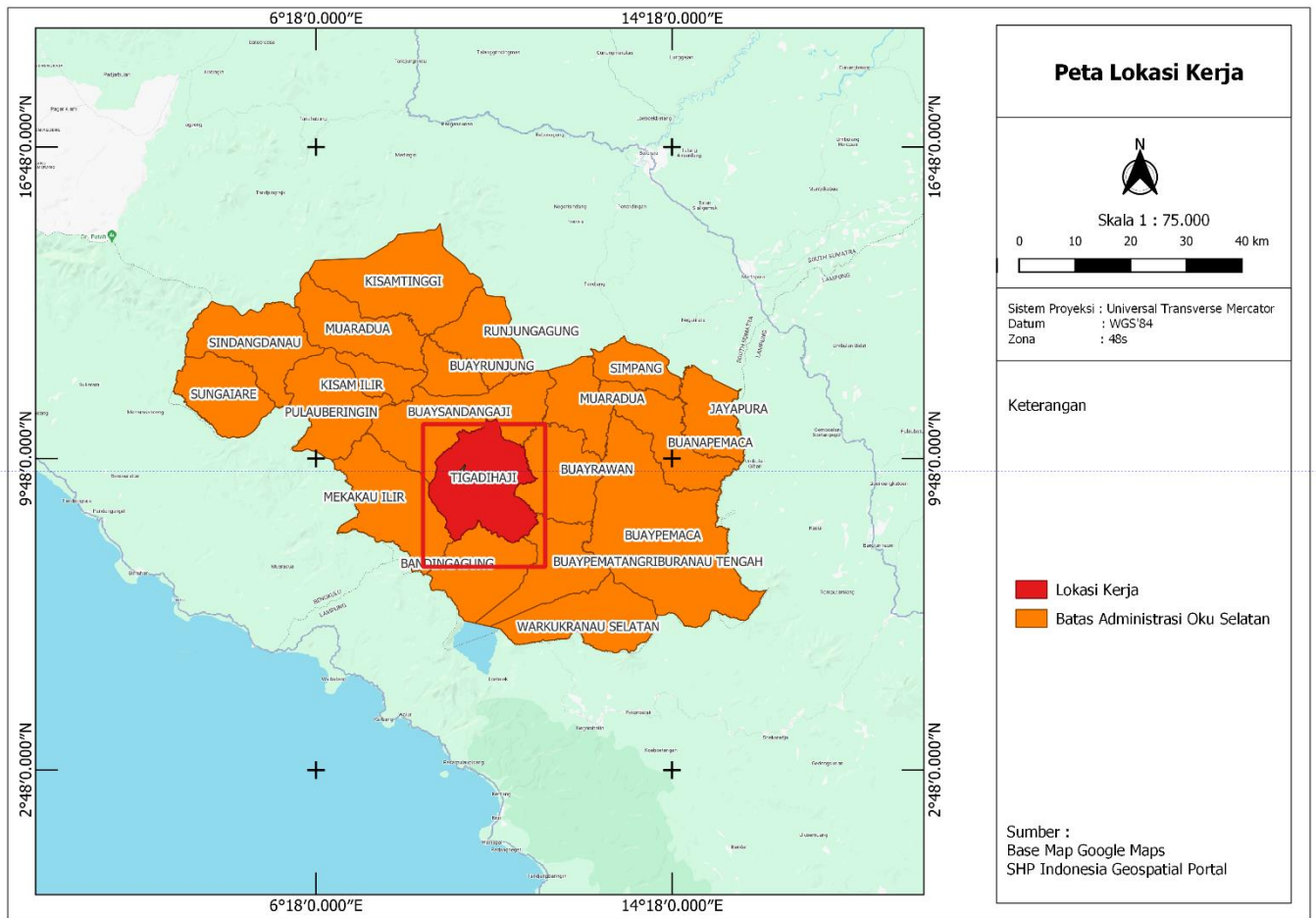
Manfaat dari penulisan monitoring pelaksanaan adalah untuk mencegah adanya kecelakaan saat memonitoring terowongan pengelak.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalahnya adalah lokasi tempat terowongan pengelak yang akses jalannya tidak mendukung.

1.6. Lokasi Studi

Lokasi dari pekerjaan Pembangunan Terowongan Bendungan Tiga Dihaji berada di Desa Pauh, Kecamatan Tiga DiHaji, Kabupaten Oku Selatan. Terlihat seperti gambar 1 merupakan gambar dari *Google Map* lokasi proyek.



Gambar 1. Lokasi Bendungan Tiga Dihaji

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi umum Bendungan

Sebuah bendungan berfungsi sebagai penangkap air dan menyimpannya dimusim hujan ketika air sungai mengalir dalam jumlah besar dan melebihi kebutuhan baik untuk keperluan irigasi, air minum, industri atau yang lainnya. Berbeda dari fungsi bendungan, bendung tidak dapat menyimpan air melainkan hanya untuk meninggikan muka air sungai dan mengalirkan sebagian aliran sungai yang ada ke arah tepi kanan dan kiri sungai untuk keperluan irigasi (Sosrodarsono, 2002).

Menurut Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerja Konstruksi, metode pelaksanaan (*Construction Method*) adalah cara melakukan pekerjaan konstruksi berdasarkan urutan kegiatan yang logis, realistik, dan dapat dilaksanakan dengan menggunakan sumber daya secara efisien (Peraturan Menteri Pekerja Umum, 2008).

Volume pekerjaan, metode kerja (metode pembangunan), keadaan lapangan, dan kemampuan tenaga kerja untuk menyelesaikan proyek adalah beberapa faktor yang mempengaruhi durasi pekerjaan, menurut Maharany dan Fajarwati (2006).

Pengukuran *stake out* adalah teknik yang menggunakan pendekatan model pengukuran dengan menentukan lokasi koordinat titik di lapangan. Prinsipnya berbeda dengan konsep pengambilan data lapangan untuk mencari dan mengukur koordinat titik dari lapangan, sedangkan *stake out* adalah mengembalikan koordinat lapangan dari desain.

2.2 Peninjauan Lokasi Terowongan Pengelak

Peninjauan Lokasi bertujuan untuk mengetahui secara detail mengenai lokasi pengerjaan, seperti tempat, akses jalan, kondisi lingkungan, kondisi tanah, prasarana, dan informasi pendukung lainnya. Data ini akan dipertimbangkan saat membangun atau mendesain terowongan. Perencanaan ini akan menentukan anggaran yang diperlukan.

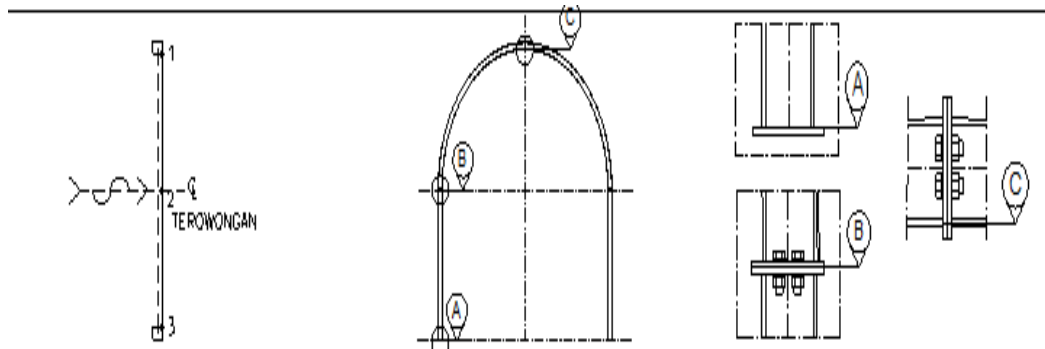
Dari siklus hidup proyek terdapat tahapan studi dimana dilakukan peninjauan untuk menilai kelayakan suatu proyek dari beberapa aspek, salah satunya adalah analisis ekonomi. Aspek ekonomi teknik merupakan salah satu aspek yang paling dominan dalam menentukan kelayakan dari suatu investasi proyek.

2.3 Pengertian Saluran Pengelak

Pada pelaksanaan konstruksi bendungan selalu diperlukan suatu saluran pengelak. Untuk menampung aliran sungai yang dialihkan dari alur sungai eksisting, serta bendungan pengelak untuk melindungi pekerjaan – pekerjaan yang dilaksanakan pada pondasi serta pekerjaan penimbun tubuh bendungan tersebut terhadap gangguan sungai yang bersangkutan (Sosrodarsono, 2002).

Saluran pengelak mempunyai peran yang sangat penting, terutama pada bendungan Tiga Dihaji, mengingat lemahnya bendungan tipe ini terhadap aliran atau limpasan air sungai diatas bendungan tersebut. Oleh sebab itu harus direncanakan suatu saluran pengelak dengan kapasitas yang memadai dan dengan konstruksi bendungan Tiga Dihaji.

Sebelum melaksanakan pengecoran dinding terowongan, Surveyor harus mengecek dahulu gambar yang akan di sesuaikan dahulu dengan gambar rencana. Gambar sketsa tersebut meliputi pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Terowongan Bendungan Pengelak

2.4 Penjelasan dan jenis kegiatan pemetaan di Terowongan Pengelak

Penjelasan dan jenis kegiatan dari pemetaan sebagai berikut:

A. Definisi

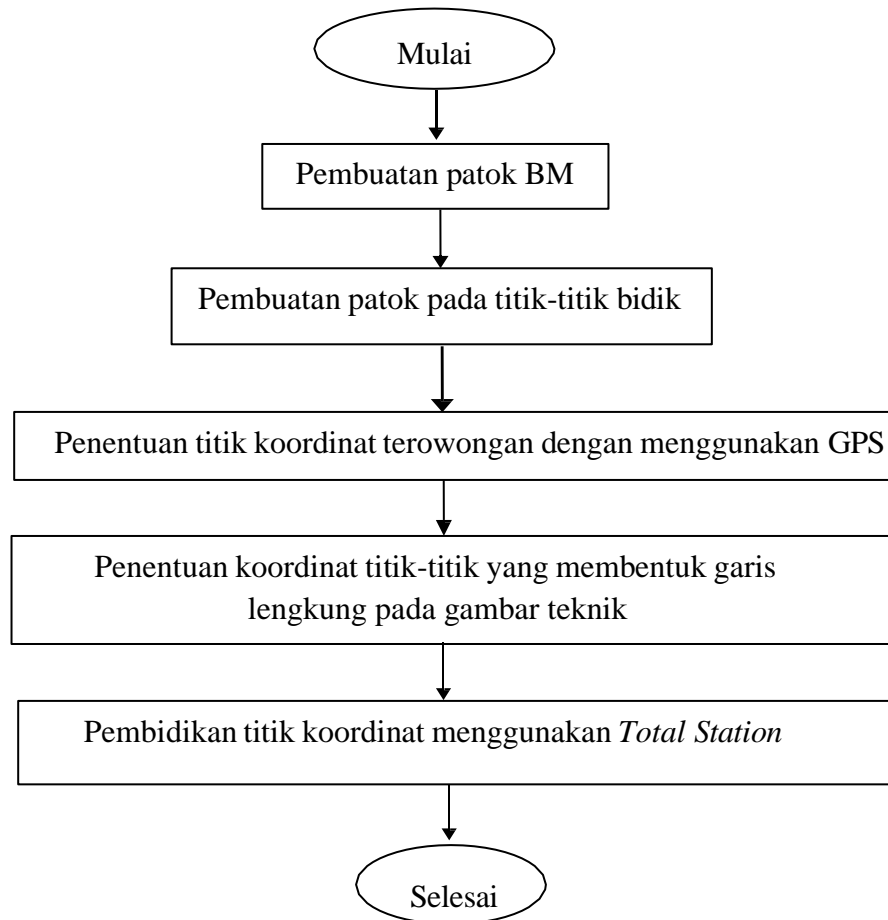
Pekerjaan pemetaan pada Terowongan pengelak merupakan pekerjaan yang mengukur dengan alat *Total Station* untuk menentukan koordinat pada terowongan.

2. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan ini meliputi:

1. Pembuatan patok BM (*BenchMark*).
2. Penentuan titik koordinat BM (*BenchMark*).
3. Pembuatan patok pada titik-titik penembakan.
4. Penentuan titik koordinat terowongan dengan menggunakan GPS.
5. Penentuan Koordinat titik-titik yang membentuk garis lengkung pada gambar teknik.
6. Membidik Titik Koordinat menggunakan *TotalStation*.

Proses pengukuran terowongan ini dibuat agar lebih mudah memahami proses mulai nya pengukuran terowongan. Diagram proses pengukuran tersebut meliputi pada gambar 3.



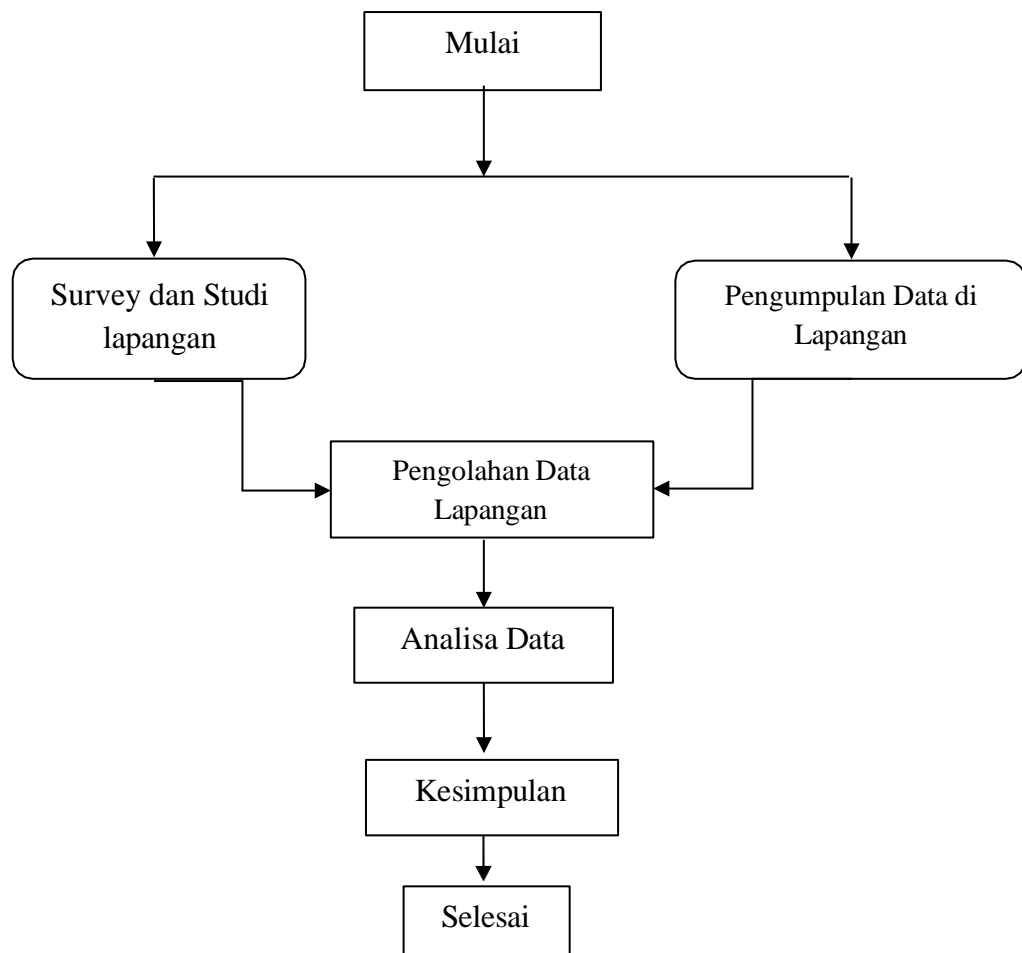
Gambar 3. Proses kerja penggalian tanah

Surveyor akan melakukan pengukuran dari titik BM hingga lokasi proyek untuk diperiksa. Untuk memudahkan pengukuran dan fotografi, surveyor menggunakan GPS untuk membuat titik bantuan BM dengan jarak 1 km. Hal ini untuk mencegah kesalahan saat memotret titik, sehingga tidak perlu menembak dari awal. Tiang pancang ini terbuat dari kayu, mempunyai penampang berbentuk lingkaran atau persegi panjang, dan panjang kurang lebih 30-50 cm. Tepi bawahnya dipertajam dan berfungsi sebagai penanda titik-titik pengukuran penting di lapangan. Surveyor menuju lokasi titik P1 sesuai gambar teknis pada denah. Koordinat gambar diubah terlebih dahulu menjadi koordinat UTM. Surveyor menggunakan GPS untuk menentukan koordinat titik-titik tersebut, dan diperoleh koordinat titik-titik pada tabel. Apabila memotret dengan total station, gambar diambil dari dua arah atau dari samping, dengan sisi keluar ditetapkan sebagai P1 dan P2, dan sisi masuk ditetapkan sebagai P4, IS, P5, dan P6.

III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

3.1. Diagram Alir

Diagram alir ini bertujuan untuk mempermudah pembaca, maka diperlukan pembuatan bagan pada pelaksanaan pembuatan terowongan.



Gambar 4. Alur proses Monitoring Terowongan

Sebelum memulai pengukuran surveyor harus mensurvey lapangan terlebih dahulu, setelah mensurvey surveyor melakukan pengukuran di lapangan untuk mendapatkan data yang ada di lapangan. Setelah mendapatkan data di lapangan maka akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak *Excel*, setelah dilakukan pengolahan data surveyor menganalisa hasil data dari lapangan dengan data yang sudah ada. Setelah menganalisa data maka didapatlah kesimpulan.

3.2. Tahap Persiapan

Sebelum melaksanakan Tugas Akhir alangkah baiknya terlebih dahulu mengumpulkan data dan melakukan persiapan. Hal ini dilakukan agar mempermudah pelaksanaan Tugas Akhir supaya tercapai dengan baik.

1. Administrasi

Persiapan berkas yang harus disiapkan dalam Administrasi adalah surat dari Universitas yang ditujukan kepada instansi/Perusahaan Tersebut.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan atau metode untuk mengumpulkan data yang berkaitan dengan data penelitian.

3. Persiapan Perlengkapan

Persiapan perlengkapan yaitu persiapan alat - alat yang digunakan dalam penelitian, adapun alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Keras

1) 1 unit Leptop

2) 1 unit Printer

b. Perangkat Lunak

1) *Topcon Link*

2) *MicrosftOfficeExcel.*

3) *MicrosoftOfficeWord*.

4) *MicrosoftOfficePowerPoint*

3.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan diperoleh dari pengukuran lapangan pada bulan Juli sampai dengan Agustus 2022 menggunakan *Total Station* dan *Reflectorsheet* agar mengetahui titik pantau untuk mengetahui elevasi terowongan. Pengambilan data dilakukan setiap harinya jika tidak terjadi halangan yang menyebabkan tidak dapat dilakukan pengambilan data.

Adapun pengumpulan data yang digunakan dalam kajian ini adalah:

1. Metode survey: yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung dilapangan mengenai masalah yang ditinjau.
2. Metode kepustakaan: yaitu dengan melakukan studi pustaka berbagai sumber yang berhubungan dengan kajian yang ditinjau.

Dengan metode tersebut akan didapat data yang dapat dikelompokkan dalam 2 jenis, sesuai sumber data yang diambil, yaitu:

- a. Data primer merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait baik berupa pengukuran, atau pengamatan, dengan relevansi waktu yang masih dapat digunakan sehingga dapat menjadi *crosscheck* terhadap data lain. Data primer antara lain peta topografi, data geologi, dan data tanah.
- b. Data sekunder merupakan data yang diambil dari berbagai sumber, misal laporan studi atau karya ilmiah dan literatur yang umumnya berupa teori, konsep dasar atau metode yang dapat menunjang kajian. Data sekunder ini berupa diantaranya letak dan kondisi sekitar terowongan pengelak.

3.4. Tahap Pengolahan Data

Data hasil pengukuran dilakukan pengolahan melalui *Topconlink* untuk di *input* kedalam *MicrosoftExcel* untuk dilakukan perhitungan dan penggambaran yang disajikan dalam bentuk grafik, dan kemudian diakumulasikan sehingga didapatkan susunan data yang lebih sederhana atau berupa kesimpulan tentang kondisi terowongan yang sedang dikerjakan.

Tahap pengolahan data yang menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta z = \frac{\sum \Delta z}{N} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk mencari delta Z yaitu sigma delta z dibagi dengan jumlah keseluruhan (n)= Δz

$$\Delta x = \frac{\sum \Delta x}{N} \dots\dots\dots(2)$$

Untuk mencari delta X yaitu sigma delta x dibagi dengan jumlah keseluruhan (n)= Δx

$$\Delta y = \frac{\sum \Delta y}{N} \dots\dots\dots(3)$$

Untuk mencari delta Y yaitu sigma delta x dibagi dengan jumlah keseluruhan (n)= Δy

$$d = \sqrt{X^2 + Y^2} \dots\dots\dots(4)$$

Untuk mencari jarak (d) yaitu akar X kuadrat + Y kuadrat = d

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan hasil dari monitoring Terowongan Pengelak pada pembangunan Bendungan Tiga Dihaji adalah sebagai berikut :

Dari monitoring terowongan tersebut ini dapat diketahui pergeseran terbesar dan pergeseran terkecil yang ada di setiap titik STA. Pergeseran terbesar adalah 4,552 m yang berada di STA 388, dan pergeseran terkecil adalah 0 yang berada di STA 400.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil monitoring pelaksanaan terowongan pengelak ini, maka saran yang dapat diberikan untuk kedepannya yaitu saat cuaca tidak mendukung sebaiknya tidak melanjutkan pengukuran yang ada di dalam terowongan, karena dapat terjadi resiko kecelakaan longsor atau kecelakaan lainnya. Ini akan berbahaya bagi para pekerja kalau semisalnya masih dilanjutkannya pengukuran didalam terowongan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anga, N., Lukman, M., dan Bungin, E. R. 2022. Alternatif perencanaan terowongan pengelak (Diversion Tunnel) Bendungan Pamukkulu. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(3),393-400.
- Dinda amalia, G. I. F. F. A. R. I. 2023. Pemodelan numerik kestabilan terowongan pengelak-pelimpah bendungan meninting di kabupaten lombok barat (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Huda, N. 2020. *Evaluasi Kestabilan Terowongan Pengelak Berdasarkan Kondisi Geologi Teknik Pada Bendungan Lau Simeme, Deli Serdang, Sumatera Utara* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Kus, F. E. 2011. Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM Dan PERT (Studi kasus Pembangunan Tanggul Bronjong di DAS Opak).
- Narendra, A. N. B., Yujana, C. A., Bagiarta, I. K. Y., dan Aryastana, P. 2021. Analisis alternatif perencanaan dimensi terowongan pengelak bendungan sidan. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(2), 325-337.
- Nugroho, W. K. 2020. *Evaluasi Kondisi Geologi Teknik dan Analisis Kestabilan Terowongan Pengelak Bendungan Pamukkulu Provinsi Sulawesi Selatan* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Puji lestari, N. O. R. 2011. Kajian terowongan pengelak pada konstruksi bendung studi kasus pada kegiatan pembangunan waduk jatibarang kota semarang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Septidwiandari. 2015. Pengolahan dan Analisis Data Deformasi Gunung Guntur, Jawa Barat dengan Metode Survei GPS. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, 34.
- Sulistio, D., Wijaya, A. E., dan Supandi. 2022. Analisis Monitoring Pergerakan Lereng Timbunan Quarry Batugamping. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, 25.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. 2002. Bendungan Type Urugan (Dump Type Dam). Jakarta: Erlangga.

- Simatupang, S. A., Tanan, B., dan Lukman, M. 2020. Tinjauan Perencanaan Terowongan Pengelak Bendungan Karalloe di Kabupaten Gowa. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(1), 63-69.
- Sasangka, D. J. 2021. Analisis metode ekskavasi terowongan pengelak bendungan bener berdasarkan data geologi teknik. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(1), 13-24.
- Yusril, Y. 2017. Pedoman Pelaksanaan Pemeriksaan Barang dan Jasa Konstruksi Berdasarkan Keteknikan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), Perlindungan Sosial Tenaga Kerja, Tata Lingkungan (AMDAL) dan Manfaat bagi Masyarakat. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan (MITL)*, 2(1), 12-25.
- Wicaksana, C. Y., Suprijanto, H., dan Cahya, E. N. 2018. Studi Perencanaan Terowongan Pengelak Bendungan Lubuk Ambacang Kecamatan Hulu Kuantan Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 2(1).