



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

METODE PELAKSANAAN PROYEK EMBUNG KALISAT II KECAMATAN REMBANG, KABUPATEN PASURUAN

OXY WIDYANANDA

NRP 3114 030 019

MUHAMMAD NASHIR FAJRUL FIKRI

NRP 3114 030 039

Dosen Pembimbing I

TATAS, MT.

NIP. 19800621 200501 1 002

Dosen Pembimbing II

M.HAFIIZH IMAADUDDIIN, ST. MT

NIP. 19860212 201504 1 001

PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

METODE PELAKSANAAN PROYEK EMBUNG KALISAT II KECAMATAN REMBANG, KABUPATEN PASURUAN

OXY WIDYANANDA

NRP 3114 030 019

MUHAMMAD NASHIR FAJRUL FIKRI

NRP 3114 030 039

Dosen Pembimbing I

TATAS, MT.

NIP. 19800621 200501 1 002

Dosen Pembimbing II

M.HAFIIZH IMAADUDDIIN, ST. MT.

NIP. 19860212 201504 1 001

PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RC 145501

THE METHOD IMPLMENTATION OF KALISAT II DAM KECAMATAN REMBANG, KABUPATEN PASURUAN

OXY WIDYANANDA

NRP 3114 030 019

MUHAMMAD NASHIR FAJRUL FIKRI

NRP 3114 030 039

First Advisor

TATAS, MT.

NIP. 19800621 200501 1 002

Second Advisor

M.HAFIIZH IMAADUDDIIN, ST. MT.

NIP. 19860212 201504 1 001

DIPLOMA THIRD PROGRAM CIVIL ENGINEERING

DEPARTEMENT OF INFRASTRUCTURE CIVIL ENGINEERING

Vocational Faculty

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR TERAPAN
METODE PELAKSANAAN EMBUNG KALISAT II
KECAMATAN REMBANG, KABUPATEN PASURUAN**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Disusun Oleh :

Mahasiswa I

Mahasiswa II

**OXY WIDYANANDA
NRP. 3114 030 019**

**M. NASHIR FAJRUL FIKRI
NRP. 3114 030 039**

Disetujui Oleh Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002**

**M. HAFIIZH IMAADUDDIIN, ST., MT.
NIP. 19860212 201504 1 001**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR TERAPAN
METODE PELAKSANAAN EMBUNG KALISAT II
KECAMATAN REMBANG, KABUPATEN PASURUAN**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada**

**Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

Disusun Oleh :

Mahasiswa I


OXY WIDYANANDA
NRP. 3114 030 019

Mahasiswa II


M. NASHIR FAJRUL FIKRI
NRP. 3114 030 039

Disetujui Oleh Pembimbing **28 JUL 2017**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

28/7/2017

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002


M. HAFIIZH IMAADUDDIN, ST., MT.
NIP. 19860212 201504 1 001



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 18 Juli 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Metode Pelaksanaan Proyek Embung Kalisat II Kec. Rembang, Kab. Pasuruan		
Nama Mahasiswa 1	Oxy Widyandana	NRP	3114030019
Nama Mahasiswa 2	Muhammad Nashir Fajrul Fikri	NRP	3114030039
Dosen Pembimbing 1	Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	M. Hafizh I, ST. MT NIP 19860212 201504 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p>1) Dikaha mampu cek debit air yg perlu Relebaran & T= Italian + kebutuhan diameter selang</p> <p>2) Perbaiki video</p> <p>3) Fasilitasi dasar air optimum, penulisan jenis tanah hasil uji pascator</p>	<p>Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002</p> <p></p> <p>M. Hafizh I, ST. MT NIP 19860212 201504 1 001</p>
<p>- Perbaiki cover program diploma hsc- dst. Saran Kebutuhan pascator</p>	<p></p> <p>Ir. Didik Hariyanto, CES NIP 19590329 198811 1 001</p>
<p>- penulisan daftar pustaka di perbaiki (urut abjad) Abstrak berisi latar belakang, metodologi dan Hasil</p>	<p></p> <p>S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001</p>
<p>- Check syarat Kepadatan dg di lapangan secara gila dg hrs dipertahankan</p>	<p></p> <p>Ir. Ismail Sa'ud, MMT 19600517 198903 1 002</p>

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Penguji 5
Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002	M. Hafizh I, ST. MT NIP 19860212 201504 1 001	Ir. Didik Hariyanto, CES NIP 19590329 198811 1 001	S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001	Ir. Ismail Sa'ud, MMT 19600517 198903 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002	M. Hafizh I, ST. MT NIP 19860212 201504 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 SATRIA YOGA PRANATA 2 REIZHA PAHLAVI ALI
 NRP : 1 3114030150 2 3114030152
 Judul Tugas Akhir : EVALUASI DRAINASE DAN PENANGANAN GENANGAN PERUMAHAN
 DHARMA HUWA PA INDAH UTARA SURABAYA
 Dosen Pembimbing : SITI KAMALIA AZIZ, ST., MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	28-02-2017	Penulisan prodi Evaluasi BAB 1	<i>[Signature]</i>			
2.	20-04-2017	Perbaikan Latar belakang Perbaikan rumusan masalah.	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
3.	28-04-2017	Perbaikan Latar Belakang (Tata Letak) Estetika (space) diperbaiki	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
4.	5-05-2017	Perbaikan bab 1. Perbaikan penulisan	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
5.	21-06-2017	Perbaiki Hitungan Tc	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
6.	22-06-2017	- Perhitungan tabel 4.7, 4.8. - Perhitungan smirnov - Penulisan pearson. - tabel landscape menghadap kanan - Data saluran $R = \frac{A}{P} \cdot n$ - Perbedaan skema tc, tersier, sekunder dari tebal tipis. (warna hitam.) - Solusi	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal
- C = Sesuai dengan jadwal
- K = Tertambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
 NRP : 1 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
7	3-7-2016	- Pengjabaran rumus smirnov (tabel 4.9) - $T_f = t_f$ (subscript) - resolusi gambar CAD - Kemiringan (I) ↓ - Data detail saluran sebelum. " data teknis (sebelum t_f)		B	C	K
		- Koreksi t_c , t_f . - Koreksi Area. Max = SNI = Box Culvert.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	7-7-2017	- Revisi tabel t_f - Pengesahan Bab 5 - Ganti box ke U ditch - Ganti Gambar sesuai revisi		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	12-07-2017	- Tabel Redesain - Kesimpulan - Lubang U-ditch tiap 10 m - Long Section. - dibuat kata-kata pembuatan saluran samping		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda:
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

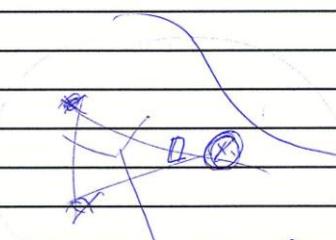


KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 SATRIA YOGA PRANATA 2 REIZHA PAHLAVI ALI
NRP : 1 3114030150 2 3114030152
Judul Tugas Akhir : EVALUASI DRAINASE DAN PENANGANAN GENANGAN PERUMAHAN
 PHARMA HULADA INDAH UTARA SURABAYA
Dosen Pembimbing : TATAS, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	9/2017	Satria free				
	12	Reizha 0.				
		BAB. 3 blm drag-		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Tugas minggu ke-4				
		① Pohon Lisensi Y mend		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		② R1, R2, R5, R10		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Oxy Widyananda 2 M. Nashir Fajrul Fikri
NRP : 1 3114030019 2 3114030039
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Proyek Embung Kalisat II.
 Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan.
Dosen Pembimbing : 1. Tatag, M.T.
 2. M. Hafizh Imaduddin, ST, M.T.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	9 Februari 2017.	2 full				
		Construction Method of		B	C	K
		Embung II Retention Reservoir		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		At Rembang, Pasuruan				
		Target Murni lepa		B	C	K
		① U+2el saban		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		P				
	1/3 2017.	Pematohan & Brigi Sela :				
		① Pelayan BM.		B	C	K
		↳ cara		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		↳ gambar				
		②. Menentukan awal pematohan				
		↳ as bendung & jalan		B	C	K
		↳ cara		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		↳ gambar				
	2/3 2017.	Menyerjakan tugas				
		hari sebelumnya.		B	C	K
		# kerosokan & kawat paku		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		topografi belum siap				

Ket. : #
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Oxy Widyanda 2 Muhammad Nashir Fajri Fikri
 NRP : 1 3114030019 2 3114030039
 Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Proyek Embung kalisat II
 Kecamatan Rembang, kabupaten Pasuruan
 Dosen Pembimbing : 1. Tatas, M.T.
 2. M. Hafizh Imaduddin, ST, M.T

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
	13/2017 /9	# kelimpas dan tolan oleh #		
	20/2017 /4	Gambar pengelasan sungai → ditampal Ergo - kolom oleh gambar p ₂ - kelimpas		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
	20/2017 /4	fungsi semua g antara waktu		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
	24/5/2017	Spillway - desain detail		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
	15/2017 /6	Abstrak - latar belakang lihat Bab 1 - tujuan - metode → 3 - kesimpulan → 5		B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>
				B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

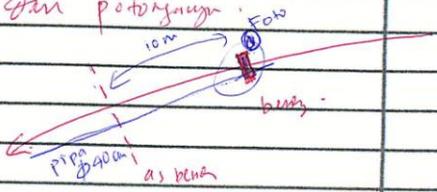
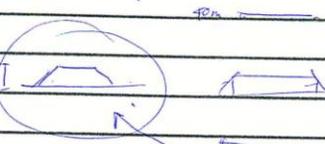
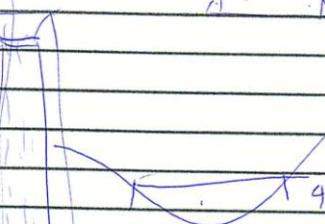
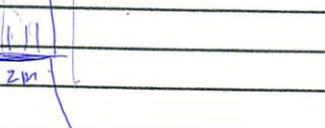


KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

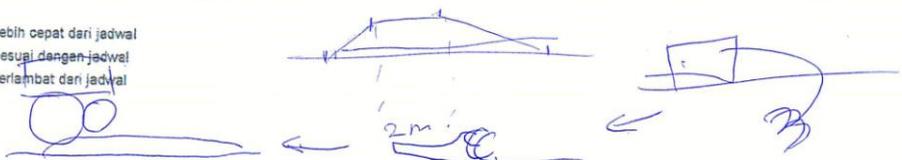
FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Ory Widyananda 2 M. Nashir Farul Fikri
 NRP : 1 3114030019 2 3114030039
 Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Proyek Embing Kalisat II
 Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan
 Dosen Pembimbing : 1. Tatas, M.T.
 2. M. Hafidh Imaduddin, ST, M.T.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
	15/2017	4.2.1. Penjelajah Ayrni		
	16	Buat sketsa Lemah dan potongan Foto		
				B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
				B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Oxy Widyaranda 2 M. Nashir Fajul Fikri
 NRP : 13114030019 2 3114030039
 Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Proyek Embung kalisat II
 Kecamatan Rembang, Kabupaten Purusora
 1. Tatas M.T.
 Dosen Pembimbing : 0. M. HAFIIZH I. ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	22 Juni 2017	perbaiki halaman pelaksanaan di bab Quarry dan pembuatan pelimpah		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	14 Juli 2017	perbaiki bab 2, utakan tabel dan perbaiki peta lokasi studi pemisahan tabel dan gambar di perhalikan.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertambat dari jadwal

**METODE PELAKSANAAN PROYEK EMBUNG
KALISAT II KECAMATAN REMBANG,
KABUPATEN PASURUAN**

Nama : Oxy Widyananda
NRP : 3114030019
Nama : Muhammad Nashir Fajrul
Fikri
NRP : 3114030039
Jurusan : Bangunan Air
Departemen Teknik
Infrastruktur Sipil
FV - ITS
Dosen Pembimbing 1 : TATAS, M.T.
NIP : 198006212005011002
Dosen Pembimbing 2 : M. Hafiih Imaaduddiin, ST, M.T.
NIP : 198602122015041001

Abstrak

Embung atau waduk kecil adalah suatu kolam penampungan air pada musim hujan dan dimanfaatkan pada musim kemarau. Istilah embung berasal dari Nusa Tenggara Timur yang memiliki arti danau kecil. Embung sebagai waduk kecil hanya memiliki tinggi maksimum 15 meter dan volume tampungan airnya kurang dari 500.000 m³. Pada umumnya, embung hanya melayani kebutuhan air untuk satu desa saja dan pencaangan untuk pembangunan embung diusulkan oleh masyarakat setempat.

Pada proyek Pembangunan Embung Kalisat II, *owner* yaitu PU Provinsi Jawa Timur memberikan desain berupa gambar perencanaan kepada kontraktor. Namun pada gambar perencanaan tidak dijelaskan mengenai metode pelaksanaan konstruksi sehingga kontraktor harus membuat “Panduan” cara

mewujudkan gambar teknis perencanaan tersebut menjadi pekerjaan/kegiatan yang nyata di lapangan.

Metode yang digunakan penulis dalam pembuatan panduan pelaksanaan proyek Embung Kalisat II berdasarkan suvey di lapangan yang dilakukan ketika penulis sedang menjalani kerja praktik. Penulis melakukan wawancara terhadap kontraktor dan pihak yang terkait untuk mendapatkan informasi mengenai realisasi pelaksanaan proyek pembangunan embung. Selain itu, penulis menggunakan studi literatur sebagai dasar teori untuk beberapa item pekerjaan di lapangan.

Dalam pelaksanaan pembangunan Embung Kalisat di Desa Kalisat, Kecamatan Rembang, proses pengukuran menggunakan theodolit untuk memudahkan pembagian sudut As embung dan area potongan embung. Untuk proses penimbunan, tanah timbunan diperoleh dari lokasi proyek dan pematatannya menggunakan *vibrating roller* sebanyak 6 lintasan dengan ketebalan hamparan 40 cm per layer. Sedangkan untuk proses pengecoran secara keseluruhan, menggunakan beton mutu K-175.

Kata kunci : Metode pelaksanaan, Embung.

**THE METHOD OF IMPLEMENTATION DAM
PROJECT KALISAT II KECAMATAN REMBANG,
KABUPATEN PASURUAN**

Name : Oxy Widyananda
NRP : 3114030019
Name : Muhammad Nashir Fajrul
Fikri
NRP : 3114030039
Jurusan : Bangunan Air
**Infrastructure Civil
Engineering Department
FV - ITS**
Dosen Pembimbing 1 : TATAS, M.T.
NIP : 198006212005011002
Dosen Pembimbing 2 : M. Hafiih Imaaduddiin, ST, M.T.
NIP : 198602122015041001

Abstract

A small dam or reservoir is a water storage ponds in the rainy season and utilized during the dry season. The term dam comes from East Nusa Tenggara meaning small lake. As a small reservoir dam only has a maximum height of 15 meters and the water catchment of the volume less than 500,000 m³. In General, the dam only serves the needs of water for one village alone and the groundbreaking for the construction of the dam was proposed by local people.

On the construction of the Dam Kalisat II, owner i.e. PU East Java province gives the design form of the planning picture to the contractor. But on the image of planning not described about the method of implementation of the construction so that the contractor should make a "instructions" how to realize

technical drawings of planning becomes a real job/activity in the field.

The method used by the authors in making the implementation guide of Embung Kalisat II project based on survey in the field done when the author is undergoing practical work. The authors conducted interviews with contractors and related parties to obtain information on the realization of embung development project implementation. In addition, the authors used literature studies as theoretical basis for some work items in the field.

In the implementation of Kalisat dam construction in Kalisat Village, Rembang District, the measurement process uses theodolite to facilitate the distribution of dam angle α s and cut area of dam. For the landfilling process, the embankment soil is obtained from the project site and compaction using a vibrating roller of 6 trajectories with a thickness of a stretch of 40 cm per layer. As for the casting process, using K-175 quality concrete.

Keyword: Method of implementation, Embung.

KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas Berkah dan Rahmat-Nya serta hidayahnya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul **“Metode Pelaksanaan Embung Kalisat II, Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan”**. Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi seluruh mahasiswa dalam menempuh pendidikan pada program studi D3 Teknik Sipil FTSP ITS.

Proyek akhir ini merupakan salah satu tujuan untuk membuat pedoman metode pelaksanaan yang akan direalisasikan di lapangan, sehingga dari gambar teknis dapat mewujudkan proyek pembangunan embung yang baik.

Kami ucapkan terima kasih atas bimbingan, arahan, serta bantuan dari :

1. Bapak Ir. Machsus, ST, MT. selaku Kepala Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS,
2. Tatas, M.T. dan M. Hafiizh Imaaduddiin, ST, M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan,
3. Bapak Ir. Edy Sumirman M.T. dan Ibu Ir. Triaswati MN, M.Kes. selaku dosen wali,
4. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan motivasi dan doa,
5. Rekan – rekan D3 Teknik Sipil FTSP ITS serta semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini yang tidak kami sebutkan satu persatu.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat Penulis harapkan. Semoga penulisan Tugas Akhir ini merupakan awal yang baik untuk penulisan Proyek Tugas Akhir dan dapat diterima dan bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 18 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
Abstrak.....	iii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN.....	3
1.5 MANFAAT.....	3
1.6 LOKASI STUDI.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. UMUM.....	5
2.2. DATA TEKNIS.....	6
2.2.1. Kolam Embung.....	6
2.2.2. Pengelak.....	6
2.2.3. Tubuh Embung.....	6
2.2.4. Pelimpah.....	7
2.2.5. Kolam Olak.....	7
2.4. Jenis Pekerjaan.....	10
2.4.1. Pemetaan.....	10
2.4.2. Tubuh Embung.....	13
2.4.2.2. Tinggi Jagaan (<i>free board</i>).....	14
2.4.2.4. Panjang Embung.....	16
2.4.2.5. Kemiringan Lereng (<i>Slope gradient</i>).....	16
2.4.2.6. Penimbunan Ekstra (<i>Extra Banking</i>).....	17
2.4.3. Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>) dan Kolam Olak.....	24
2.4.5. Penulangan, Pembuatan, Bekisting, dan Pengecoran Beton.....	28
2.5. K3 Dalam Proyek Konstruksi.....	33
2.6. Antisipasi Pelaksanaan Proyek saat Musim Hujan.....	35
BAB III METODOLOGI.....	39
3.1 Penjelasan (Umum).....	39

3.1.1.	Study Literatur.....	39
3.1.2.	Pengumpulan Data.....	39
3.1.3.	Pemilihan Pekerjaan Sipil.....	41
3.1.4.	Cara Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Embung.....	41
3.1.5.	Gambar Tahapan Pelaksanaan Embung.....	41
3.1.6.	Video Animasi Tahapan Pelaksanaan.....	41
3.1.7.	Kesimpulan.....	41
3.2.	Jadwal Pekerjaan Proyek Akhir Terapan.....	42
3.3.	Ketersediaan Data.....	42
BAB IV ANALISA METODE PELAKSANAAN.....		45
4.1.	Pemetaan.....	45
4.1.1.	Penentuan <i>Benchmark</i>	45
4.1.2.	Penentuan As (<i>Middlepoint</i>) Tubuh Embung.....	48
4.2.	Penetapan lokasi <i>quarry</i>	59
4.3	Pengelakan Sungai.....	61
4.4	Pembuatan Tubuh Embung.....	64
4.4.4	Pengecoran Dinding Pelindung Embung (<i>Flood Protection</i>).....	92
4.5	Pembuatan Bangunan Pelimpah dan Kolam Olak.....	96
4.6	Pembuatan Akses Jalan Masuk.....	105
4.6.1	Pembuatan Jembatan.....	105
4.6.2	Pemasangan Paving Mutu K-300.....	113
BAB V PENUTUP.....		117
5.1.	Kesimpulan.....	117
5.2.	Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....		119
BIODATA PENULIS.....		121
BIODATA PENULIS.....		123
LAMPIRAN.....		125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1 Peta Lokasi Embung Kalisat II ; Skala 1:1000.....	4
Gambar 2. 1 <i>Layout</i> Tubuh Embung.....	8
Gambar 2. 2 <i>Layout</i> Embung.....	9
Gambar 2. 3 Potongan Melintang Tubuh Embung	10
Gambar 2. 4 sistem kerja <i>gps</i>	11
Gambar 2. 5 Tinggi Embung	13
Gambar 2. 6 Tinggi Jagaan pada Mercu Embung.....	14
Gambar 2. 7 Botol berisi pasir Ottawa	21
Gambar 2. 8 Lubang untuk uji <i>sand cone</i>	21
Gambar 2. 9 Tanah diambil dan ditimbang	22
Gambar 2. 10 Pasir Ottawa dituang hingga memenuhi lubang dan kerucut	22
Gambar 2. 11 Kerucut, botol, dan sisa pasir Ottawa.....	23
Gambar 2. 12 Pasir Ottawa yang mengisi lubang dan kerucut ...	23
Gambar 2. 13 Kolam Olak USBR Tipe I.....	26
Gambar 2. 14 Kolam Olak USBR Tipe II	26
Gambar 2. 15 Kolam Olak USBR Tipe IV	27
Gambar 2. 16 Kolam Olak USBR Tipe III	27
Gambar 2. 17 Sistem Panel Kolom untuk Memudahkan Pembongkaran.....	30
Gambar 3. 1 Bagan Alir Pekerjaan.....	40
Gambar 4.1 <i>Benchmark</i>	46
Gambar 4. 2 Kontur <i>Layout</i> Tubuh Embung pada BM1 & BM2	48
Gambar 4. 3 <i>Layout</i> Tubuh Embung	49
Gambar 4. 4 Alat Ukur <i>Theodolit</i>	49
Gambar 4. 5 Pengukuran dari Titik BM2	51
Gambar 4. 6 Patok BM2.....	52
Gambar 4. 7 Titik antara BM2 dengan P42	52
Gambar 4. 8 Titik antara P42 dengan PA1	53
Gambar 4. 9 Titik antara PA1 dengan PA2	53

Gambar 4. 10 Titik antara P42 hingga PB1	54
Gambar 4. 11 Titik antara PA6 dengan PB1.....	54
Gambar 4. 12 Titik PB1 dengan PB2	55
Gambar 4. 13 Titik antara PB1 dengan PB2.....	55
Gambar 4. 14 Titik antara PB2 dengan PB3.....	56
Gambar 4. 15 Titik PB3	56
Gambar 4. 16 Titik antara PB3 dengan PB4.....	57
Gambar 4. 17 Titik antara PB4 dengan BM1	57
Gambar 4. 18 Titik AS Embung	58
Gambar 4. 19 Tampak Samping Tanah Semula di Tubuh Embung	58
Gambar 4. 20 Tampak Samping Tanah Semula di Tubuh Embung	59
Gambar 4. 21 <i>Quarry</i> Tanah Timbunan	60
Gambar 4. 22 Pelaksanaan Penggalian Material Tanah dan pengangkutan	60
Gambar 4. 23 Pembuangan Material yang tidak terpakai	61
Gambar 4. 24 Sketsa tampak atas pembuatan pengelak sungai ..	62
Gambar 4. 25 Proses Pembuatan <i>Checkdam</i> /bendung	62
Gambar 4. 26 Pengelakan Sungai dalam keadaan di bendung/ <i>checkdam</i> di lapangan.....	63
Gambar 4. 27 Pengelakan Sungai dalam keadaan di bendung/ <i>checkdam</i> di lapangan versi 3D	63
Gambar 4. 28 Pengelakan Sungai menggunakan pompa dalam keadaan di bendung/ <i>checkdam</i> versi 3D.....	64
Gambar 4. 29 Penghamparan Tanah.....	65
Gambar 4. 30 Penyemprotan air pada tanah	66
Gambar 4. 31 Uji lintasan pemadatan <i>sand cone test</i>	67
Gambar 4. 32 Gambar As tubuh embung sebagai acuan pembuatan <i>cutoff</i>	68
Gambar 4. 33 Potongan Memanjang CE AS0 ke CE AS1	69

Gambar 4. 34 Potongan Melintang CE AS0 ke CE AS1	69
Gambar 4. 35 Potongan Memanjang CE AS1 ke CE AS2.....	70
Gambar 4. 36 Potongan Melintang CE AS1 ke CE AS2	71
Gambar 4. 37 Potongan Memanjang CE AS2 ke CE AS3.....	71
Gambar 4. 38 Potongan Melintang CE AS2 ke CE AS3	72
Gambar 4. 39 Potongan Memanjang CE AS3 ke CE AS4.....	73
Gambar 4. 40 Potongan Melintang CE AS3 ke CE AS4	73
Gambar 4. 41 Potongan Memanjang CE AS4 ke CE AS5.....	74
Gambar 4. 42 Potongan Melintang CE AS4 ke CE AS5	75
Gambar 4. 43 Potongan Memanjang CE AS5 ke CE AS6.....	75
Gambar 4. 44 Potongan Melintang CE AS5 ke CE AS6	76
Gambar 4. 45 Potongan Memanjang CE AS6 ke CE BM 1	76
Gambar 4. 46 Potongan Melintang CE AS6 ke CE BM 1	77
Gambar 4. 47 Potongan Memanjang CE BM1	77
Gambar 4. 48 Potongan Melintang CE BM1.....	78
Gambar 4. 49 Cutoff memanjang versi 3D.....	79
Gambar 4. 50 Potongan melintang galian <i>cutoff</i>	79
Gambar 4. 51 Pemadatan area <i>cutoff</i>	80
Gambar 4. 52 Persiapan Pembuatan Tubuh Embung dari CE AS0 hingga CE AS4.....	81
Gambar 4. 53 Proses Mulai Pemadatan	81
Gambar 4. 54 Penghamparan Material Timbunan	82
Gambar 4. 55 Perataan dengan tebal 40cm.....	82
Gambar 4. 56 Pemadatan oleh <i>Vibro Roller</i>	83
Gambar 4. 57 Pemadatan <i>overlapping</i> 15-30 cm.....	83
Gambar 4. 58 Kemiringan Tubuh Embung	84
Gambar 4. 59 Pemadatan tiap layer dengan uji <i>sand cone</i>	84
Gambar 4. 60 (<i>dredging</i>) dan penambahn air	85
Gambar 4. 61 Melakukan kembali pemadatan dan timbunan	85
Gambar 4. 62 Pemasangan Pipa <i>Outlet</i>	86
Gambar 4. 63 Letak Pipa <i>Outlet</i> versi 3D.....	86

Gambar 4. 64 Penulangan pada pipa <i>outlet</i>	87
Gambar 4. 65 Penulangan pada pipa <i>outlet</i> versi 3D	87
Gambar 4. 66 Pengecoran pada pipa <i>outlet</i>	88
Gambar 4. 67 Pemadatan untuk mencapai tinggi 4 meter	88
Gambar 4. 68 Gambar setengah bagian timbunan tubuh embung mencapai ketinggian 4 meter	89
Gambar 4. 69 Gambar Tubuh embung ketinggian 4 meter	90
Gambar 4. 70 Area pelimpah yang tidak ditimbun lagi	91
Gambar 4. 71 Gambar Tubuh embung mencapai ketinggian 10 meter	91
Gambar 4. 72 Gambar Pembagian area untuk <i>flood protection</i> .	92
Gambar 4. 73 Galian untuk pemasangan tulangan sloof.....	93
Gambar 4. 74 Pengecoran Lantai Kerja.....	93
Gambar 4. 75 Gambar Pengecoran lantai kerja versi 3D	94
Gambar 4. 76 Gambar penulangan pada plat <i>flood protection</i>	94
Gambar 4. 77 Pengecoran pada <i>Slope Protection</i>	95
Gambar 4. 78 Gambar <i>Slope protection</i> yang telah selesai di cor versi 3D	95
Gambar 4. 79 Jarak antar patok PA 5 dengan PA 6.....	97
Gambar 4. 80 Pemadatan area pelimpah dan kolam olak	98
Gambar 4. 81 Denah Pelimpah dan Kolam Olak	99
Gambar 4. 82 Galian pondasi <i>landhope</i>	99
Gambar 4. 83Galian untuk pemasangan <i>sloope</i>	100
Gambar 4. 84 Galian untuk pemasangan <i>sloope</i> versi 3D	100
Gambar 4. 85 Pengecoran lantai kerja	101
Gambar 4. 86 Pemasangan tulangan pada <i>sloope</i>	101
Gambar 4. 87 Penulangan pada plat pelimpah.....	102
Gambar 4. 88 Proses Mulai Pengecoran pada Pelimpah.....	102
Gambar 4. 89 Peredam energi pada kolam olak	103
Gambar 4. 90 Penulangan <i>landhope</i> versi 3D.....	104
Gambar 4. 91Bekisting <i>landhope</i> pelimpah.....	104

Gambar 4. 92 Pengecoran Dinding Pelimpah.....	105
Gambar 4. 93 Titik Sudut Jembatan	106
Gambar 4. 94 Titik <i>Strauss</i>	107
Gambar 4. 95 Pemasangan <i>Strauss</i>	107
Gambar 4. 96 Tulangan <i>Strauss</i>	108
Gambar 4. 97 Pengecoran pondasi telapak	108
Gambar 4. 98Proses Penulangan untuk pilar dan <i>landhope</i>	109
Gambar 4. 99 Pemasangan Bekisting pada Jembatan	110
Gambar 4. 100 Pemasangan Bekisting pada Jembatan versi 3D	110
Gambar 4. 101 Penulangan Jembatan.....	111
Gambar 4. 102 Pengecoran Jembatan.....	111
Gambar 4. 103 Pembuatan <i>railing</i>	112
Gambar 4. 104 Pembuatan Buk.....	112
Gambar 4. 105 Kanstin Beton	114
Gambar 4. 106 pasir yang akan digelar	114
Gambar 4. 107 Pemasangan <i>Paving Block</i>	115
Gambar 4. 108 Pemadatan <i>Paving Block</i>	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinggi Embung.....	14
Tabel 2. 2 Lebar Puncak Bendungan Kecil (Embung) yang Dianjurkan.....	16
Tabel 2. 3 Kemiringan Lereng Urugan.....	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Embung merupakan tandon air atau waduk berukuran kecil pada lokasi pertanian yang bertujuan untuk menampung kelebihan air hujan dimusim penghujan dan pemanfaatannya pada musim kemarau untuk berbagai keperluan baik di bidang pertanian maupun kepentingan masyarakat. Teknik pembuatan embung meliputi penentuan tekstur tanah, kemiringan lahan, bentuk, ukuran penggalian tanah, kelapisan tanah, kelapisan plastik, penembokan dan pelapisan kapur. Pembentukan embung pada dasarnya adalah untuk mengairi lahan pertanian terutama pada musim kemarau, manfaat lain dari embung adalah dibidang perikanan yang bisa dijadikan untuk kolam pemeliharaan ikan dan sebagai persediaan minuman ternak maupun untuk keperluan rumah tangga.

Pembangunan Embung Kalisat II yang terletak di Desa Kalisat, Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan Jawa Timur merupakan proyek baru yang telah terlaksana. Dalam pelaksanaan pembangunan embung terdiri dari beberapa komponen bangunan yang harus dibangun dan pekerja merupakan salah satu komponen penunjang suksesnya proyek tersebut. Beberapa bangunan yang harus dibangun diantaranya adalah bangunan pelimpah, kolam olak/peredam energi, dan lain-lain. Bangunan pelimpah dalam bendungan urugan merupakan bangunan yang sangat penting karena embung tipe urugan memiliki kelemahan yaitu tidak mampu menahan limpasan di atas mercunya apabila debit banjir embung diperkirakan akan berkapasitas besar dibandingkan volume tampungannya, limpasan-limpasan yang terjadi di atas mercunya

menyebabkan longsor pada lereng hilir yang apabila diabaikan akan menyebabkan tubuh embung jebol.

Pada proyek Pembangunan Embung Kalisat II, *owner* yaitu PU Provinsi Jawa Timur memberikan desain berupa gambar teknis yang harus di implementasikan di lapangan. Namun pada pembuatan gambar teknis perencanaan tidak dijelaskan secara detail mengenai metode pelaksanaan konstruksi yang harus direalisasikan pada proyek Pembangunan Embung Kalisat II sehingga kontraktor harus membuat “Panduan” cara mewujudkan gambar teknis perencanaan tersebut menjadi pekerjaan/kegiatan yang nyata di lapangan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dengan memperhatikan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah tidak adanya panduan metode pelaksanaan yang dijelaskan secara detail pada saat pelaksanaan proyek Embung Kalisat II.

1.3 BATASAN MASALAH

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas. Berdasarkan permasalahan di atas, maka batasan masalah yang akan di bahas dalam proposal tugas akhir ini hanya pada pekerjaan pelaksanaan di sipil. Berikut batasan-batasan yang akan dibahas :

1. Batasan masalah ini berdasarkan Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi;Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008
2. Hanya membahas mengenai lingkup pekerjaan pelaksanaan yang terdiri atas pembuatan tubuh

embung, bangunan pelimpah, kolam olak, dan akses jalan masuk.

1.4 TUJUAN

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah membuat panduan metode pelaksanaan yang akan direalisasikan di lapangan, sehingga dari gambar teknis dapat diwujudkan pada proyek Pembangunan Embung Kalisat II.

1.5 MANFAAT

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan wawasan bagi pembaca dan penulis secara pribadi mengenai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Metode Pelaksanaan pembangunan Embung
2. Dapat mempelajari, memahami dan menguasai ilmu teknik sipil khususnya dalam bidang Metode Pelaksanaan Embung.

1.6 LOKASI STUDI

Desa Kalisat merupakan salah satu desa di wilayah Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Lokasi pekerjaan ini berada di Desa Kalisat, Kecamatan Rembang dan Desa Kelulang Kecamatan Lumbang.

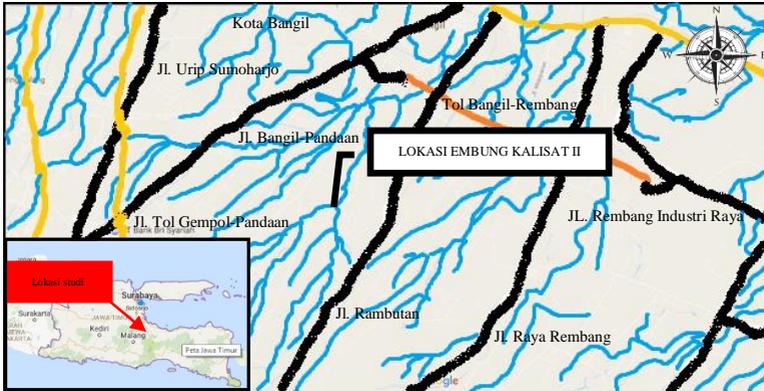
Letak geografis Kalisat = S : 07°40'40,7"
 E : 112°46'29,3"
 Elevasi : 106 meter

Batas-batas desa Kalisat adalah sebagai berikut :

- Sebelah utara : Desa Wonokerto dan Desa Orobulu
- Sebelah timur : Desa Tampung
- Sebelah selatan : Desa Candi Binangun

➤ Sebelah barat : Desa Kenduruan

Berikut adalah peta lokasi studi pada pembangunan proyek embung Kalisat II (Gambar 1.1 Peta Lokasi Embung Kalisat II ; Skala 1:1000)



Gambar 1.1 Peta Lokasi Embung Kalisat II ; Skala 1:1000

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. UMUM

Metode pelaksanaan (*Construction Method*) adalah cara pelaksanaan pekerjaan konstruksi berdasarkan urutan kegiatan yang logik, realistik dan dapat dilaksanakan dengan menggunakan sumber daya secara efisien. (Pedoman Pengawasan Penyelenggara Pekerjaan Konstruksi; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008).

Metode Kerja (*Work Method*) adalah cara pelaksanaan kegiatan pekerjaan dengan susunan bahan, peralatan, dan tenaga manusia yang menghasilkan produk pekerjaan dalam bentuk satuan volume dan biaya. (Pedoman Pengawasan Penyelenggara Pekerjaan Konstruksi; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008).

Analisis Pendekatan Teknis (*Technical Analysis*) adalah perhitungan pendekatan teknis atas kebutuhan sumber daya material, tenaga kerja, dan peralatan untuk melaksanakan dan menyelesaikan pekerjaan konstruksi. (Pedoman Pengawasan Penyelenggara Pekerjaan Konstruksi; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008).

Sistem Pengendalian Manajemen (SPM) adalah sistem pengendalian pelaksanaan kegiatan terhadap 8 (delapan) unsur yaitu : pengorganisasian, personil, kebijakan, perencanaan, prosedur, pencatatan, pelaporan, supevisi, dan review intern (Pedoman Pengawasan Penyelenggara Pekerjaan Konstruksi; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008).

Proses pengolahan data untuk perencanaan metode pelaksanaan pekerjaan pembangunan Embung Kalisat II Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan ini, berdasarkan

teori dasar yang digunakan sebagai acuan yaitu sebagai berikut :

2.2. DATA TEKNIS

2.2.1. Kolam Embung:

- Luas Daerah Pengaliran Sungai : 1,17 Km²
- El. Dasar Embung Bagian Hulu : + 96,50 m
- El. Muka Air Maksimum(HWL): + 105,00 m
- El. Muka Air Normal (NWL) : + 103,50 m
- El. Muka Air Rendah (LWL) : + 98,28 m
- Debit Banjir Rencana (Q25 th) : 22,12 m³/dt
- Debit Banjir Rencana (Q50 th) : 24,51 m³/dt
- Luas Daerah Genangan(HWL) : 2,10 Ha
- Luas Daerah Embung : 2,50 Ha
- Kapasitas Tampungan Total : 59.000 m³
- Kapasitas Tampungan Efektif : 57.500 m³
- Kapasitas Tampungan Sedimen : 1.500 m³
- Konsumen yang Dapat Dilayani : - JKK
- Kebutuhan Air : 400 lt/hari/KK

2.2.2. Pengelak :

- Tipe : Saluran Tertutup (Pipa VC)
- El. Dasar : + 98,28 m
- Debit Banjir Rencana : $\mu A \sqrt{2gz} = 1,00 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Diameter Pipa Pengelak : 0,40 m
- Jenis Pipa : Pipa PVC type S10
- Panjang : 60,00 m

2.2.3. Tubuh Embung :

- Tipe : Tanah Urugan Homogen
- El. Puncak : + 106,00 m
- Lebar Puncuk : 5,00 m
- Tinggi Embung : 10,00 m

- Panjang Embung : 118,00 m
- Volume Timbunan : 17.000 m³

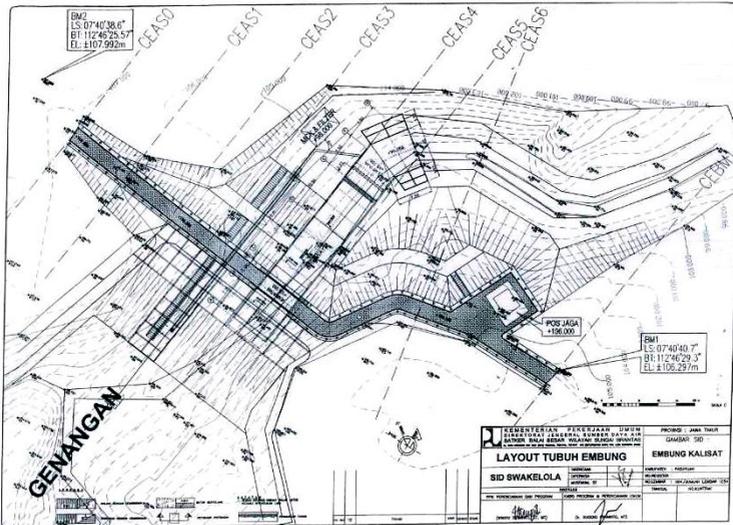
2.2.4. Pelimpah :

- Tipe Pintu : Ambang Lebar Tanpa Pintu
- Lebar : 8,40 m
- El. Ambnag : +103,50 m
- El. Banjir Rencana (Q25 th) : +104,70 m
- El. Banjir Rencana (Q50 th) : +105,00 m
- Panjang Pelimpah : 28,00 m
- Konstruksi : Beton bertulang K175

2.2.5. KolamOlak :

- Tipe : USBR Type III
- Panjang : 7,50 m
- El.Kolam Olakan : El. 95,70 m
- Konstruksi : Beton bertulang K175

2.3. Gambar Teknik

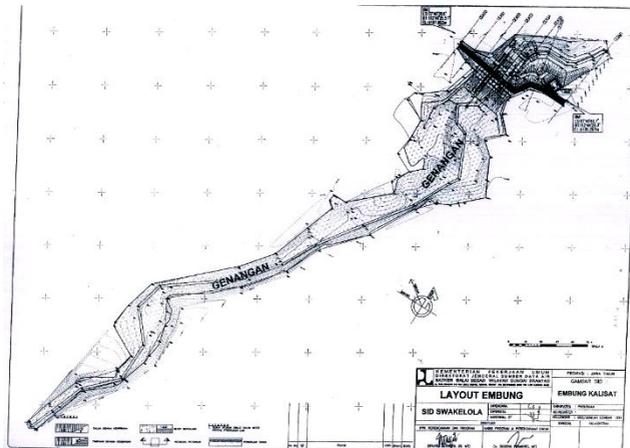


Gambar 2. 1 Layout Tubuh Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.

2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

Gambar diatas merupakan perencanaan layout tubuh embung yang menunjukkan tampak atas desain konstruksi, meliputi letak area genangan, jembatan, tubuh embung, pelimpah, dan peredam energi.

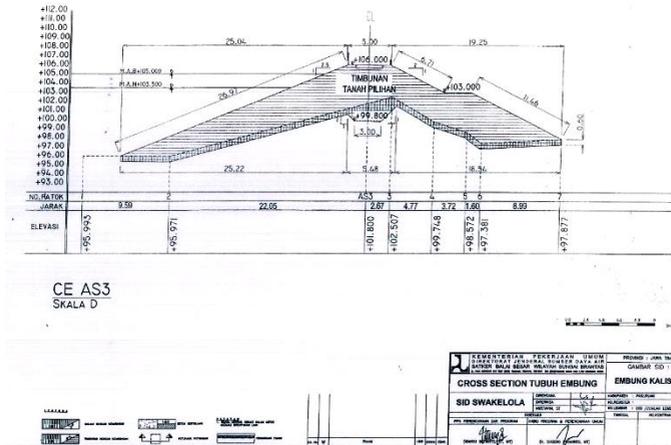


Gambar 2. 2 Layout Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.

2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

Gambar diatas merupakan area genangan yang direncanakan pada pembangunan embung. Area genangan tersebut direncanakan berdasarkan kebutuhan air baku di Desa Kalisat.



Gambar 2. 3 Potongan Melintang Tubuh Embung
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
2015. Album Gambar Embung Kalisat
Kabupaten Pasuruan.

Gambar diatas merupakan potongan melintang tubuh embung. Dari potongan melintang tersebut, dapat diketahui volume galian dan timbunan yang harus dilaksanakan dilapangan.

2.4. Jenis Pekerjaan

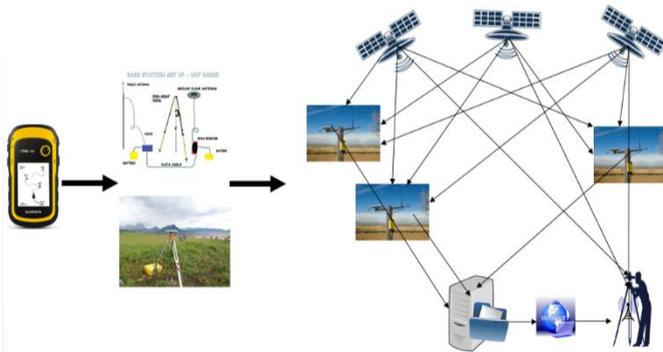
2.4.1. Pemetaan

Pemetaan adalah proses pengukuran, perhitungan, dan penggambaran permukaan bumi dengan menggunakan cara atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa peta dalam bentuk vektor maupun raster. Pada pembangunan embung kalisat ini, pemetaan merupakan tahapan awal yang digunakan untuk menentukan benchmark dan as tubuh embung serta elevasi galian dan timbunan pada kriteria perencanaan pembangunan tubuh embung.

2.4.1.1. Penentuan *Benchmark*

Patok *benchmark* atau lebih dikenal dengan benchmark merupakan patok yang sudah mempunyai koordinat global dan elevasi yang tetap atau sudah diketahui nilai XYZ. Fungsi Patok *benchmark* ini sebagai acuan dalam pengukuran di sekitar titik *BM*. Dalam pengukuran tanah, patok *BM* ini dijadikan acuan saat pengukuran untuk mendapatkan koordinat di lokasi.

Untuk penentuan koordinat dan elevasi patok *BM* tersebut peralatan yang diperlukan adalah alat *GPS* (*Global Position System*) dengan akurasi yang tinggi. Dari koordinat *GPS* yang telah ditentukan, kita dapat memilih lokasi yang sesuai untuk pemasangan patok *BM*.



Gambar 2. 4 sistem kerja gps

Sumber : jasasipil.com/gps-dan-cara-kerjanya

Gambar diatas merupakan ilustrasi dari sistem kerja *GPS*. Koordinat benchmark dapat diperoleh melalui *GPS*. Koordinat pada *GPS* didapatkan dari proyeksi titik-titik pada *stationer GPS permanent* dan *base stationer GPS*. *Base stationer* pada *GPS* menunjukkan koordinat lokasi dimana *GPS* sedang diaktifkan, sedangkan *stationer GPS permanent* digunakan sebagai acuan permanen untuk

mengirim koordinat lokasi yang ada di penjurus bumi ke satelit pemancar. Selanjutnya, koordinat yang telah dikirim ke satelit pemancar diolah kemudian diteruskan ke server dalam bentuk koordinat. Koordinat yang diperoleh akan diteruskan ke *GPS* dengan gelombang *gprs*.

Dalam pemasangan patok *BM* perlu mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya :

1. Penentuan tempat patok *BM* adalah berada pada tempat yang stabil dan aman dari jangkauan manusia ataupun binatang.
2. Patok harus berada pada tempat yang tidak mengganggu aktivitas umum.
3. Patok harus berada pada tempat yang mudah dijangkau dan mudah dicari.
4. Patok harus berada pada tempat yang kira-kira steril dari pembangunan-pembangunan yang akan datang.

2.4.1.2. Penentuan As Tubuh Embung

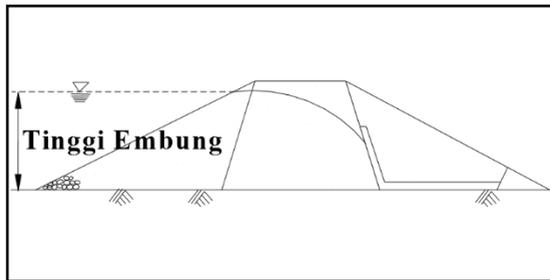
As tubuh embung merupakan acuan yang digunakan untuk menentukan panjang embung, lebar mercu embung dan galian pondasi. Sebelum menentukan As tubuh embung, terlebih dahulu ditentukan letak dua patok *benchmark* sebagai acuan untuk membuat As tubuh embung. Titik As tubuh embung diperoleh dari pekerjaan tim survey yang melakukan pekerjaan pengukuran dan pematokan. Patok yang digunakan berupa *bouwplank* kayu yang kedudukannya harus kuat dan tidak mudah goyah. Kemudian dilakukan penentuan As tubuh embung dengan menggunakan *theodolit* untuk mengetahui perbedaan elevasi antar titik *BM*. Dari kedua titik *BM* tersebut akan diperoleh As yang akan digunakan sebagai acuan untuk pembuatan tubuh embung.

2.4.2. Tubuh Embung

Dasar perencanaan tubuh embung adalah terciptanya bangunan yang berfungsi secara baik dan selama dalam masa pelaksanaan pembangunan dan pengoperasian hingga akhir usia guna harus aman dan sesuai dengan yang direncanakan. Berikut merupakan kriteria dalam pelaksanaan pembuatan tubuh embung, yaitu :

2.4.2.1. Tinggi Embung

Tinggi embung adalah perbedaan antara elevasi permukaan pondasi dan elevasi mercu embung. Apabila pada embung dasar dinding kedap air atau zona kedap air, maka yang dianggap permukaan pondasi adalah garis perpotongan antara bidang vertikal yang melalui hulu mercu embung dengan permukaan pondasi alas embung tersebut. Tinggi maksimal untuk embung adalah 20 m.



Gambar 2. 5 Tinggi Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
Kalisat Kabupaten Pasuruan.

Apabila didasarkan pada tinggi embung yang direncanakan, maka standar tinggi jagaan embung urugan adalah sebagai berikut (Soedibyo, 1993) :

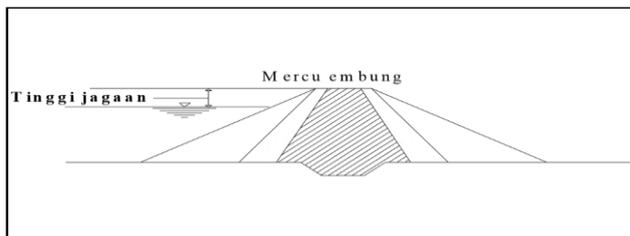
Tabel 2. 1 Tinggi Embung

Kriteria Tinggi Embung	Koefisien
Lebih rendah dari 50 m	$H_f \geq 2$ m
Dengan tinggi antara 50-100 m	$H_f \geq 3$ m
Lebih tinggi dari 100 m	$H_f \geq 3,5$ m

Sumber : Soedibyo, 1993

2.4.2.2. Tinggi Jagaan (*free board*)

Tinggi jagaan adalah perbedaan antara elevasi permukaan maksimum rencana air dalam waduk dan elevasi mercu embung. Elevasi permukaan air maksimum rencana biasanya merupakan elevasi banjir rencana waduk.



Gambar 2. 6 Tinggi Jagaan pada Mercu Embung
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat
 Kabupaten Pasuruan.

Tinggi jagaan dimaksudkan untuk menghindari terjadinya peristiwa pelimpasan air melewati puncak bendungan dikarenakan beberapa akibat, yaitu :

1. Debit banjir yang masuk waduk.
2. Gelombang akibat angin.
3. Pengaruh pelongsoran tebing-tebing di sekeliling embung.

4. Gempa.
5. Penurunan tubuh bendungan.
6. Kesalahan di dalam pengoperasian pintu.

Tinggi jagaan adalah jarak vertikal antara puncak bendungan dengan permukaan air reservoir. Tinggi jagaan normal diperoleh sebagai perbedaan antara elevasi puncak bendungan dengan elevasi tinggi muka air normal di embung.

Tinggi jagaan minimum diperoleh sebagai perbedaan antara elevasi puncak bendungan dengan elevasi tinggi muka air maksimum di reservoir yang disebabkan oleh debit banjir rencana saat pelimpah bekerja normal.

2.4.2.3. Lebar Puncak

Lebar puncak dari embung tipe urugan ditentukan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut, yaitu :

- Bahan timbunan asli (alam) dan jarak minimum garis rembesan melalui timbunan pada elevasi muka air normal.
- Pengaruh tekanan gelombang di bagian permukaan lereng hulu.
- Tinggi dan tingkat kepentingan dari konstruksi bendungan.
- Kemungkinan puncak bendungan untuk jalan penghubung.
- Pertimbangan praktis dalam pelaksanaan konstruksi.

Untuk bendungan-bendungan kecil (Embung), yang di atasnya akan dimanfaatkan untuk jalan raya, lebar minimumnya adalah 4 meter, sementara untuk jalan biasa cukup 2,5 meter. Lebar bendungan kecil dapat digunakan pedoman sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Lebar Puncak Bendungan Kecil (Embung) yang Dianjurkan

Tinggi Embung (m)	Lebar Puncak (m)
2,0 - 4,5	2,50
4,5 - 6,0	2,75
6,0 - 7,5	3,00
7,5 - 9,0	4,00

Sumber :Suyono Sosrodarsono, 1977

2.4.2.4. Panjang Embung

Yang dimaksud dengan panjang embung adalah seluruh panjang mercu embung yang bersangkutan, termasuk bagian yang digali pada tebing-tebing sungai di kedua ujung mercu tersebut. Apabila bangunan pelimpah atau bangunan penyadap terdapat pada ujung-ujung mercu, maka lebar bangunan-bangunan pelimpah tersebut diperhitungkan pula dalam menentukan panjang embung.

2.4.2.5. Kemiringan Lereng (*Slope gradient*)

Kemiringan rata-rata lereng embung (lereng hulu dan lereng hilir) adalah perbandingan antara panjang garis vertikal yang melalui tumit masing-masing lereng tersebut. Berlawan dan drainase prisma biasanya dimasukkan dalam perhitungan penentuan kemiringan lereng, akan tetapi alas kedap air biasanya diabaikan. Kestabilan urugan harus diperhitungkan terhadap frekuensi naik turun muka air, rembesan, dan harus tahan terhadap gempa.

Tabel 2. 3 Kemiringan Lereng Urugan

Material Urugan	Material Utama	Kemiringan Lereng	
		Vertikal : Horisontal	Hulu Hilir
Urugan homogen	CH	1 : 3	1 : 2,25
	CL		
	SC		
	GC		
	GM SM		
Urugan majemuk	Pecahan batu	1 : 1,50	1 : 1,25
1. Urugan batu dengan inti lempung atau dinding diafragma	Kerikil-kerakal	1 : 2,50	1 : 1,75
2. Kerikil-kerakal dengan inti lempung atau dinding diafragma			

Sumber : Suyono Sosrodarsono, 1977

2.4.2.6. Penimbunan Ekstra (*Extra Banking*)

Sehubungan dengan terjadinya gejala konsolidasi tubuh embung, yang prosesnya berjalan lama sesudah pembangunan embung tersebut diadakan penimbunan ekstra melebihi tinggi dan volume rencana dengan perhitungan agar sesudah proses konsolidasi berakhir maka penurunan tinggi dan penyusutan volume akan mendekati tinggi dan volume rencana embung.

2.4.2.7. Galian Pondasi / *Cutoff*

Galian pondasi / *cutoff* ini merupakan pekerjaan yang perlu dilakukan sampai ketanah yang stabil, tidak lembek dan juga tidak keropos. Jika kondisi tanah dasar yang digali sesuai dengan gambar masih keropos, lembek maka sebaiknya galiannya diperdalam lagi. Peralatan yang dipergunakan adalah *Excavator* untuk penggaliannya dan *Dumptruck* untuk angkutan keluaranya.

2.4.2.8. Timbunan Tanah Pilihan

Timbunan tanah pilihan ini merupakan pekerjaan utama yang memerlukan ketelitian dan kecermatan. Banyak embung dibangun dan akhirnya gagal karena bocor atau yang lainnya disebabkan kurang memperhatikan timbunan tanah ini. Ada yang begitu diopersikan langsung gagal ada juga yang berselang beberapa tahun kemudian gagal. Jika demikian yang terjadi maka sudah tidak bisa diperbaiki lagi tapi harus tapi harus dibongkar seluruhnya dan dikerjakan lembali mulai dari pondasi atau *cutoff*. Hal ini sangat merugikan semua pihak sehingga untuk saat ini akan menghadapi kasus hukum siapa yang harus bertanggung jawab. Pada era tahun 80 an pembangunan embung dan *checkdam* berlangsung semarak artinya banyak sekali proyek pembangunan di seluruh Indonesia tetapi karena banyak kegagalan sehingga akhirnya sudah pada takut dan menghentikan pembangunan embung dan *checkdam*.

Embung yang dibangun atau direncanakan ini dengan tipe urugan tanah homogen / timbunan tanah pilihan tanpa menggunakan zona. Bahan timbunan direncanakan diambil dari area genangan dan terdiri dari tanah yang terpilih memenuhi syarat. Biasanya tanah yang baik berwarna coklat, agak merah, agak kuning, mengandung pasir halus dan juga biasanya juga mengandung sedikit kerikil putih. Tanah yang tidak bisa

dipergunakan adalah tanah hitam atau kobi. Jenis tanah pada kondisi alami atau asli sangat bagus, kedap air dan juga mempunyai tegangan ijin yang baik, tetapi pada kondisi terganggu atau kondisi yang tidak alami tanah ini mudah mencair jika terkena air dan mudah lapuk jika terkena sinar matahari. Pekerjaan timbunan tanah ini meliputi antara lain :

➤ Galian Tanah Pilihan

Galian tanah yang bersal dari tanah yang bermutu baik, bebas dari bahan organik maupun bebas dari bebatuan yang mempunyai ukuran yang agak besar sehingga akan mengganggu pada saat pemadatan. Bahan yang dipergunakan untuk lapisan kedap air banyak terdapat di daerah hulu atau daerah genangan rencana embung kalisat yang terdiri dari tanah liat (*clay*), baik tanpa campuran maupun dicampur dengan pasir dengan perbandingan tertentu berdasarkan percobaan penimbunan (*trial embankment*). Tanah ataupun tanah liat yang dipakai sebagai bahan timbunan lapisan kedap air ini haruslah memenuhi persyaratan utama untuk bahan kedap air yaitu :

- a. Koefisien serta kekuatan geser yang diharapkan.
- b. Tingkat deformasi yang rendah.
- c. Mudah pelaksanaan pematatannya. Tidak mengandung zat-zat organis serta bahan mineral yang mudah terurai.

➤ Angkutan Tanah Pilihan

Angkutan menggunakan *drumpruck* dari lokasi pengambilan menuju tempat penimbunan. Untuk menghemat waktu pengangkutan maka harus dibuatkan metode pelaksanaan yang baik sehingga truk tidak perlu putar balik dan truk juga tidak kesulitan berjalan.

➤ Pengusuran atau Perataan Tanah

Setelah bahan timbunan dituangkan dari dumptruck maka selanjutnya adalah melakukan perataan tanah dan membuat lapisan tanah dengan tebal maksimum 40 cm. Perlatan yang digunakan adalah *buldozer*. Pengusuran dan perataan tanah harus sedemikian rupa sehingga membentuk tubuh embung yang merata artinya elevasinya rata. Jika tanah kurang lembab atau kondisi sangat kering maka harus disiram dengan air agar mencapai kelembaban optimum. Jika lapisan yang dipadatkan dan akan ditambah lapisan berikutnya sebaiknya dilkakukan penyiraman agar lapisan bawah dan lapisan atas bisa menyatu. Disini msih juga melakukan pencarian material organik yang kemungkinan tertinggal untuk dibuang.

2.4.2.9. Tes Tanah

Test tanah dilakukan sebelum pekerjaan dimulai dan pada saat penimbunan sedang berlangsung “test lapangan”. Tes tanah “tes lapangan” dilakukan 3 kali dan setiap kali test dilakukan 3 lokasi yang berbeda atau sesuai dengan spekteknya.

➤ Uji Kepadatan Tanah (Uji *sand cone* Tanah)

Pada uji kerucut pasir (*sand cone*) terdiri atas sebuah botol plastik atau kaca dengan kerucut logam dipasang diatasnya. Berikut adalah tahapan uji *sand cone*, yaitu :

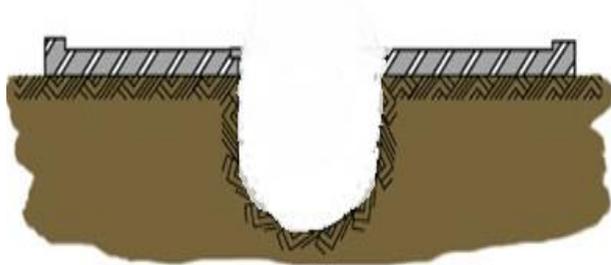
- a. Pada botol tersebut diisi dengan pasir *Ottawa* kering bergradasi buruk. Berat dari botol, kerucut logam, dan pasir yang mengisi botol telah ditentukan (W_1).



Gambar 2. 7 Botol berisi pasir *Ottawa*

Sumber : lauwtjunnji.weebly.com/tahapan-uji-sandcone

- b. Di lapangan, sebuah lubang berukuran sesuai diameter alas kerucut digali pada permukaan tanah yang telah dipadatkan dengan kedalaman 10 cm.



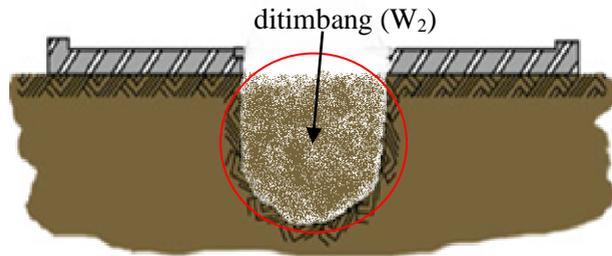
Gambar 2. 8 Lubang untuk uji *sand cone*

Sumber : lauwtjunnji.weebly.com/tahapan-uji-sandcone

- c. Tanah basah yang digali dari lubang tersebut ditimbang dan diperoleh beratnya (W_2). Berat kering tanah (W_3) tersebut diketahui dari proses oven. Kadar air tanah diperoleh dari berat tanah

basah dikurangi berat tanah kering kemudian dibagi berat tanah kering.

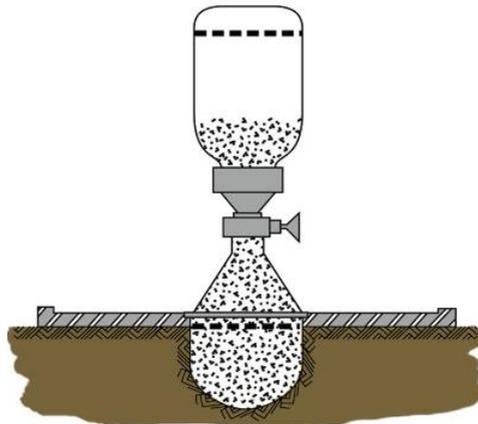
Tanah dalam lubang diambil dan kemudian



Gambar 2. 9 Tanah diambil dan ditimbang

Sumber : lauwtjunji.weebly.com/tahapan-uji-sandcone

- d. Selanjutnya, lubang yang telah digali tersebut diisi pasir Ottawa hingga pasir mengisi seluruh lubang dan kerucut.



Gambar 2. 10 Pasir Ottawa dituang hingga memenuhi lubang dan kerucut

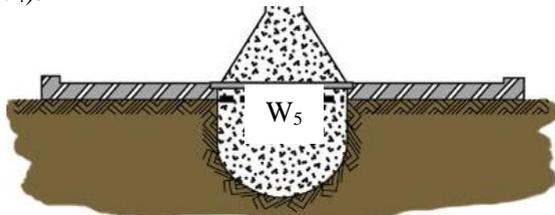
Sumber : lauwtjunnji.weebly.com/tahapan-uji-sandcone

- e. Setelah itu, berat dari kerucut, botol, dan sisa pasir ditimbang.



Gambar 2. 11 Kerucut, botol, dan sisa pasir Ottawa
Sumber : lauwtjunnji.weebly.com/tahapan-uji-sandcone

- f. Kemudian berat pasir yang mengisi lubang dan kerucut (W_5) diperoleh dari berat botol, kerucut, dan pasir yang mengisi botol secara keseluruhan (W_1) dikurangi dengan berat dari kerucut, botol, dan sisa pasir yang telah dituangkan ke lubang (W_4).



Gambar 2. 12 Pasir Ottawa yang mengisi lubang dan kerucut

Sumber : lauwtjunnji.weebly.com/tahapan-uji-sandcone

- g. Selanjutnya untuk mengetahui volume lubang, berat pasir yang mengisi lubang dan kerucut dikurangi oleh berat pasir yang mengisi kerucut saja (W_s telah ditetapkan), kemudian dibagi oleh berat volume kering dari pasir Ottawa yang dipakai (γ_d pasir, telah ditetapkan).
- h. Berdasarkan perhitungan di atas, berat volume kering tanah hasil pemadatan dapat diperoleh dari berat kering tanah (W_3) yang digali dibagi dengan volume (V) lubang..

2.4.3. Bangunan Pelimpah (*Spillway*) dan Kolam Olak

Sebagai bangunan besar, waduk harus dilengkapi dengan bangunan pengaman yang salah satunya berupa *spillway*. *Spillway* berfungsi untuk melimpahkan air waduk apabila air waduk melebihi dari kapasitas waduk, sehingga waduk tidak akan bahaya. Untuk *spillway* harus dirancang dapat mengalirkan air secara cepat dengan kapasitas besar tapi dengan struktur yang seminimal mungkin.

Ada berbagai macam jenis *Spillway*, baik yang berpintu maupun yang bebas, *sidechannel spillway*, *chute Spillway* dan *Syphon Spillway*. Jenis-jenis ini dirancang dalam upaya untuk mendapatkan jenis *Spillway* yang mampu mengalirkan air sebanyak-banyaknya. Pemilihan jenis *spillway* ini disamping terletak pada pertimbangan hidrolika, juga pertimbangan ekonomis serta operasional dan pemeliharannya.

Pada prinsipnya bangunan *spillway* terdiri dari 3 bagian, yaitu pelimpah, baik dengan pintu maupun bebas; saluran atau pipa pembawa; dan bangunan peredam energi.

2.4.3.1. Saluran Pembawa/Peluncur

Saluran/pipa pembawa merupakan bangunan transisi antara ambang dan bangunan peredam. Biasanya bagian ini mempunyai keringan yang terjal dan alirannya

adalah super kritis. Hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan bagian ini adalah terjadinya kavitas. Dalam merencanakan saluran peluncur (*flood way*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- Agar air yang melimpah dari saluran pengatur mengalir dengan lancar tanpa hambatan-hambatan.
- Agar konstruksi saluran peluncur cukup kukuh dan stabil dalam menampung semua beban yang timbul.
- Agar biaya konstruksi diusahakan seekonomis mungkin

Guna memenuhi persyaratan tersebut maka diusahakan agar tampak atasnya selurus mungkin. Jika bentuk yang melengkung tidak dapat dihindarkan, maka diusahakan lengkungan terbatas dan dengan radius yang besar. Biasanya aliran tak seragam terjadi pada saluran peluncur yang tampak atasnya melengkung, terutama terjadi pada bagian saluran yang paling curam dan apabila pada bagian ini terjadi suatu kejutan gelombang hidrolis, peredam energi akan terganggu.

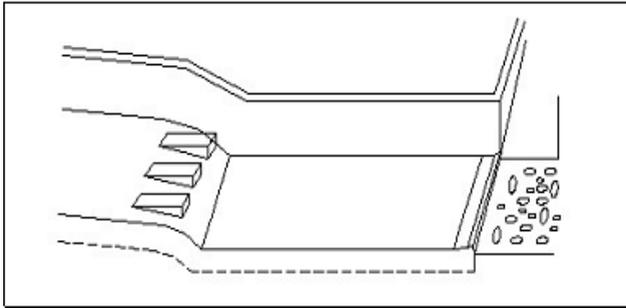
2.4.3.2. Kolam olak

Kolam olak adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk meredam energi yang timbul di dalam type air superkritis yang melewati pelimpah. Faktor pemilihan type kolam olak :

- Gambar karakteristik hidrolis pada peredam energi yang direncanakan.
- Hubungan lokasi antara peredam energi dengan tubuh embung.
- Karakteristik hidrolis dan karakteristik konstruksi dari bangunan pelimpah.
- Kondisi-kondisi topografi, geologi dan hidrolis di daerah tempat kedudukan calon peredam energi.
- Situasi serta tingkat perkembangan dari sungai di sebelah hilirnya.

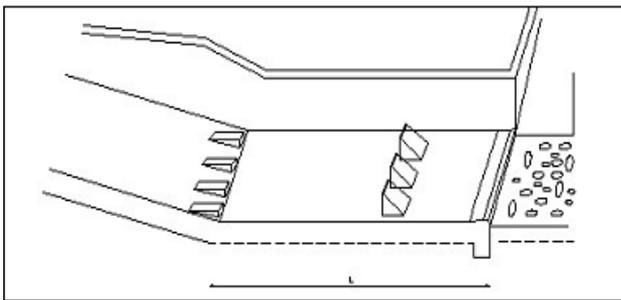
Berdasarkan perencanaan dipilih kolam olak jenis USBR, dengan pengelompokan sebagai berikut :

1. Untuk $Fr \leq 1,7$ tidak diperlukan kolam olak. Pada saluran tanah bagian hilir harus dilindungi dari bahaya erosi



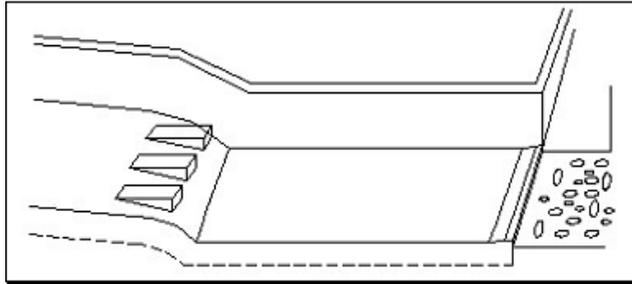
Gambar 2. 13 Kolam Olak USBR Tipe I
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
Kalisat Kabupaten Pasuruan.

2. Bila $1,7 < Fr \leq 2,5$ maka kolam olak diperlukan untuk meredam energi secara efektif kolam olak dengan ambang ujung mampu bekerja dengan baik.



Gambar 2. 14 Kolam Olak USBR Tipe II
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
Kalisat Kabupaten Pasuruan.

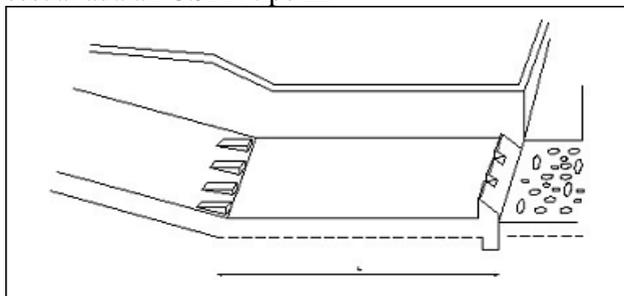
3. Jika $2,5 < Fr \leq 4,5$ maka loncatan air tidak terbentuk dan loncatan menimbulkan gelombang sampai jarak yang jauh di saluran. Kolam olak yang digunakan untuk menimbulkan turbulensi (olakan) yakni tipe USBR tipe IV.



Gambar 2. 15 Kolam Olak USBR Tipe IV

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

4. Untuk $Fr \geq 4,5$ merupakan kolam olak yang paling ekonomis, karena kolam ini pendek. Kolam olak yang sesuai adalah USBR tipe III



Gambar 2. 16 Kolam Olak USBR Tipe III

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

2.4.4. Akses Jalan Masuk dan Jembatan

Mengingat embung sangat dibutuhkan masyarakat, maka harus dilengkapi dengan jalan masuk dan jembatan yang cukup memadai dan mudah dipergunakan dengan baik pada saat musim hujan maupun musim kemarau. Sehingga untuk jalan masuk dipasang paving mutu K-300 dan jembatan dilengkapi dengan pembetonan yang baik dengan mutu yang sesuai. Dengan adanya jalan masuk dan jembatan akan memudahkan dalam hal inspeksi maupun keperluan lainnya. Pada jembatan diperlukan bekisting dan *scaffolding* untuk merencanakan metode pelaksanaannya.

2.4.5. Penulangan, Pembuatan Bekisting, dan Pengecoran Beton.

2.4.5.1. Penulangan

Tulangan dengan bahan baja digunakan sebagai komponen penyusun beton bertulang. Tulangan menyediakan gaya tarik yang tidak dimiliki beton. Secara umum tulangan memiliki dua bentuk yaitu baja polos dan baja ulir. Dalam pemasangan tulangan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain:

- Besi atau baja tulangan harus bersih dari kotoran
- Rangkaian tulangan harus dibuat sedemikian rupa sesuai dengan gambar rencana dan tidak boleh terlalu rapat pada penempatannya
- Ikatan yang dilakukan pada tulangan harus benar benar kuat
- Apabila diperlukan penyambungan, maka besi atau baja tulangan harus diberi *overlapping* sesuai spesifikasi teknis
- Pada penyimpanan besi tulangan perlu diperhatikan agar besi tulangan tidak menyentuh tanah secara langsung dan tidak terkena air

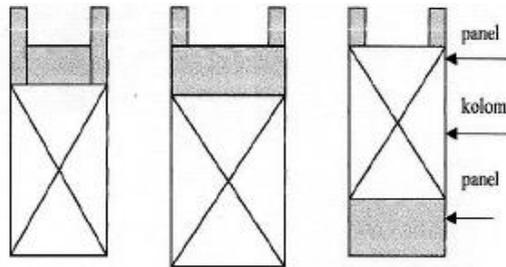
2.4.5.2. Kriteria Bekisting

Bekisting merupakan unsur yang sangat penting dalam mekanisme pengecoran beton, persyaratan terpenting adalah bahwa dimensi beton harus akurat dan tepat. Dibawah ini disebutkan beberapa persyaratan konstruksi bekisting,

1. Konstruksi harus kuat dan presisi
2. Bentuk bekisting harus sesuai dengan bentuk konstruksi beton yang akan dicor dan memiliki unsur ketepatan yaitu: ukuran, ketegakan, kelurusan, kesikuan dan kerataan sehingga mendapatkan dimensi yang akurat.
3. Tidak bocor untuk menjaga pengikatan beton serta kedap air.
4. Mudah dibongkar dan awet.
5. Aman, struktur bekisting harus menjamin keamanan bagi pekerja maupun bagi beton itu sendiri.
6. Bersih, memungkinkan hasil finishing permukaan beton yang baik.
7. Daya lekat yang rendah.

Oleh sebab itu, sebuah bekisting harus diperhitungkan atas kekuatan,kekakuan serta kestabilan bagian – bagian dari konstruksi bekisting. Perubahan-perubahan yang terjadi yang menyebabkan perubahan bentuk pada beton tidak boleh melampui toleransi yang ditentukan.

Persyaratan teknis diatas merupakan mutu dan kualitas bekisting yang harus dikendalikan, sehingga perlu dilakukan pengontrolan agar kualitas bekisting dapat dicapai.



Gambar 2. 17 Sistem Panel Kolom untuk Memudahkan Pembongkaran

Sumber : infotekniksipil.com/metode-pemasangan-bekisting

2.4.5.3. Pengecoran Beton

Pengecoran dengan sistem *site mix* adalah pelaksanaan pengecoran dimana proses pencampuran dan pengadukan beton dilakukan di lapangan / di lokasi kerja. Untuk mendapatkan hasil maksimal di lapangan , pemilik bangunan, pelaksana dan pengawas (bila pemilik kurang mengerti teknis bisa menunjuk pengawas) perlu memperhatikan standar pelaksanaan pengecoran beton mulai pemilihan material, pencampuran, pengadukan dan penuangan berjalan dengan baik. Berikut langkah langkah pengecoran di lapangan dengan menggunakan beton *site mix* :

1. Pengawas dan pelaksana harus memastikan sudah membuat *Mix Design* jauh hari sebelum pekerjaan dimulai . Sample material yang diambil adalah material yang akan dipakai untuk pengecoran. Pembuatan *Mix Design* lebih cepat dilakukan untuk mengantisipasi jika material yang akan digunakan tidak layak secara kualitas, sehingga dapat dicari material dari tempat lain. Tidak semua material alam di suatu daerah layak dipergunakan sesuai kualitas material yang disyaratkan.

2. Pengawas harus memeriksa spesifikasi dan kualitas material yang masuk ke lokasi, antara lain : Semen (dipastikan menggunakan Portland Semen *Type 1*), Pasir Cor (ukuran dan gradasi butir standar, pasir bersih dari kandungan lumpur dan bahan organik), Split/ Korat (batu pecah ukuran $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$, bukan batu bulat, gradasi butir standar, bersih dari lumpur dan bahan organik).
3. Pengawas dan Pelaksana harus memeriksa jumlah material yang masuk disesuaikan dengan Volume Beton yang akan dikerjakan.
4. Pelaksana harus mengatur penempatan material (Semen, pasir dan kerikil) dan juga penempatan Mesin Molen sehingga memudahkan mobilisasi material campuran beton saat pengecoran.
5. Sebelum pengecoran dimulai, pengawas dan pelaksana harus memeriksa ukuran besi dan sistim penulangan yang akan dikerjakan sudah sesuai dengan gambar kerja . Semua area yang akan di cor harus bersih dari kotoran, minyak dan genangan air. Khusus untuk pekerjaan pondasi dimana kondisi galian pondasi penuh dengan air maka dilakukan pemompaan. Sebaiknya pengecoran juga jangan dilaksanakan saat hujan.
6. Ketika pengadukan beton sudah dimulai, pengawas dan pelaksana memerintahkan dan mengingatkan secara tegas ke pekerja komposisi campuran material yang harus dituangkan ke molen beton. Harus ditegaskan bahwa tidak boleh mengurangi volume komposisi material apalagi mengurangi volume semen.
7. Setelah pengadukan pertama selesai lakukan pemeriksaan slump test. Dari nilai pemeriksaan slump test akan diketahui komposisi air optimal untuk campuran tersebut. Nilai Slump test yang disyaratkan

adalah 8 – 12 cm. Jika nilai slump test dibawah 8 cm, berarti adukan terlampau kering maka air harus ditambah. Jika nilai *slump test* diatas 12 berarti adukan terlampau encer, maka jumlah air harus dikurangi.

8. Lakukan pengujian slump test saat pengadukan kedua, jika sudah memenuhi syarat maka dijadikan standar jumlah air dalam adukan. Jika belum dilakukan lagi pemeriksaan di pengadukan ke tiga. Selanjutnya pengambilan nilai slump test dapat dilakukan dalam beberapa tahap atau diacak jika dianggap perlu bilamana secara visual campuran beton dianggap kurang layak.
9. Pengawas berhak memerintahkan pelaksana untuk membuat Benda Uji Kubus/Silinder untuk uji kekuatan tekan beton. Pengambilan campuran beton Benda Uji diambil dari adukan secara acak dari beberapa pengadukan.
10. Pengawas harus memeriksa pelaksanaan pengecoran berjalan baik dan pastikan semua bagian terisi oleh beton.
11. Setelah pengecoran selesai, semua perkakas dan peralatan harus dibersihkan dan dicuci supaya tidak terjadi pengikatan beton terhadap peralatan dan perkakas sehingga tidak bisa terpakai lagi.
12. Selanjutnya setelah beton mengering pada umur tertentu, dilakukan uji *hammer* dengan tahapan, yaitu :
 - a. Letakkan ujung *plunger* yang terdapat pada ujung alat *hammer test* pada titik yang akan ditembak dengan memegang *hammer test* dengan arah tegak lurus atau miring bidang permukaan beton yang akan dites.
 - b. *Plunger* ditekan secara perlahan - lahan pada titik tembak dengan tetap menjaga kestabilan arah dari alat *hammer test*. Pada saat ujung *plunger* akan lenyap masuk kesarangnya akan terjadi tembakan

oleh plunger terhadap beton dan tekan tombol yang terdapat dekat pangkal *hammer test*.

- c. Lakukan pengetesan terhadap masing-masing titik tembak yang telah ditetapkan semuladengan cara yang sama.
- d. Tarik garis vertikal dari nilai pantul yang dibaca pada grafik 1 yaitu hubungan antaranilai pantul dengan kekuatan tekan beton yang terdapat pada alat hammer sehingga memotong kurva yang sesuai dengan sudut tembak hammer.
- e. Besar kekuatan tekan beton yang dites dapat dibaca pada sumbu vertikal yaitu hasil perpotongan garis horizontal dengan sumbu vertikal.

2.5. K3 Dalam Proyek Konstruksi

Kegiatan Konstruksi merupakan unsur penting dalam pembangunan. Kegiatan konstruksi menimbulkan berbagai dampak yang tidak diinginkan antara lain yang menyangkut aspek keselamatan kerja dan lingkungan. Kegiatan konstruksi harus dikelola dengan memperhatikan standar dan ketentuan K3L yang berlaku.

Karakteristik Kegiatan Proyek Konstruksi :

- Memiliki masa kerja terbatas
- Melibatkan jumlah tenaga kerja yang besar
- Melibatkan banyak tenaga kerja kasar (*labour*) yang berpendidikan relatif rendah
- Memiliki intensitas kerja yang tinggi
- Bersifat multidisiplin dan multi *crafts*
- Menggunakan peralatan kerja beragam, jenis, teknologi, kapasitas dan kondisinya
- Memerlukan mobilisasi yang tinggi (peralatan, material dan tenaga kerja)

Faktor K3 dalam pencegahan kecelakaan konstruksi meliputi :

1. Faktor Manusia
 - Sangat dominan di lingkungan konstruksi.
 - Pekerja Heterogen, Tingkat skill dan edukasi berbeda, Pengetahuan tentang keselamatan rendah Perlu penanganan khusus
2. Faktor Teknis :
 - Berkaitan dengan kegiatan kerja Proyek seperti penggunaan peralatan dan alat berat, penggalian, pembangunan, pengangkutan dsb.
 - Disebabkan kondisi teknis dan metoda kerja yang tidak memenuhi standar keselamatan (*sub standards condition*)
3. Pencegahan Faktor Manusia
 - Pemilihan Tenaga Kerja
 - Pelatihan sebelum mula kerja
 - Pembinaan dan pengawasan selama kegiatan berlangsung
4. Pencegahan Faktor Teknis
 - Perencanaan Kerja yang baik.
 - Pemeliharaan dan perawatan peralatan
 - Pengawasan dan pengujian peralatan kerja
 - Penggunaan metoda dan teknik konstruksi yang aman
 - Penerapan Sistem Manajemen Mutu

Berdasarkan hasil Identifikasi dan Evaluasi susun rencana pengendalian dan pencegahan kecelakaan Terapkan konsep Manajemen Keselamatan Kerja yang baku Susun Program Implementasi dan program-program K3 yang akan dilakukan (buat dalam bentuk elemen kegiatan) Rencana kerja yang telah disusun implementasikan dengan baik. Sediakan sumberdaya yang diperlukan untuk menjalankan program K3 Susun Kebijakan K3 terpadu. Buat program untuk memonitor

pelaksanaan K3 dalam perusahaan. Susun sistim audit dan inspeksi yang baik sesuai dengan kondisi perusahaan.

Implementasi K3 dalam kegiatan proyek dikembangkan dengan mempertimbangkan berbagai aspek antara lain :

- Skala Proyek
- Jumlah Tenaga Kerja
- Lokasi Kegiatan
- Potensi dan Resiko Bahaya
- Peraturan dan standar yang berlaku
- Teknologi proyek yang digunakan

2.6. Antisipasi Pelaksanaan Proyek saat Musim Hujan

Perencanaan pelaksanaan proyek yang terkait cuaca dapat dibagi dalam tiga horison waktu yaitu jangka panjang, menengah, dan pendek. Faktor penting yang menjadi pertimbangan adalah durasi pelaksanaan proyek dan durasi pekerjaan proyek yang sangat tergantung dengan cuaca / iklim, serta tipe proyek konstruksi. Perencanaan penting dalam tiap horison pada umumnya adalah pada penentuan starting point dimulainya proyek. Pertimbangan yang harus dilakukan adalah sebisa mungkin proyek dikerjakan dengan meminimalkan pengaruh iklim/cuaca terutama pada pekerjaan yang sangat terpengaruh dengan cuaca.

Umumnya proyek dimulai dengan pekerjaan tanah dan pondasi yang sangat terpengaruh dengan cuaca. Sehingga sebaiknya proyek reguler baik berdurasi panjang maupun pendek dimulai pada masa akhir musim hujan / pada musim peralihan musim hujan dan kering yaitu pada bulan April – Mei.

Pada proyek berdurasi panjang seringkali mengalami perulangan musim. Kontraktor disarankan sangat mempertimbangkan ini dalam perencanaan pelaksanaan untuk menghindari keterlambatan pelaksanaan dengan merencanakan semua item pekerjaan yang terkait cuaca dilaksanakan sebelum terjadi musim hujan. Sebagai contoh

untuk proyek embung, maka sangat disarankan untuk menyelesaikan pekerjaan pemadatan tanah setidaknya beberapa bulan sebelum memasuki musim penghujan. Hal ini untuk menghindari kapasitas air yang berlebih pada timbunan tanah.

Pada proyek berdurasi pendek mendapatkan tantangan lebih apalagi dalam periode pelaksanaannya berada pada musim hujan. Kontraktor harus bekerja ekstra dalam mengatasi rendahnya produktifitas akibat hujan. Beberapaantisipasi yang menjadi pengalaman adalah sebagai berikut :

- Persiapan mantel hujan untuk pekerja
- Penggunaan terpal untuk melindungi bagian pekerjaan yang dikhawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.
- Penggunaan *blower fan* dan lampu pijar untuk pengeringan bagian pekerjaan yang harus kering namun lembab
- Perubahan / modifikasi metode standart. Seperti percepatan pemasangan atap bangunan pada proyek gedung dan jalan akses masuk proyek.
- Penambahan lapis kedap air pada lokasi tertentu
- Proteksi atau *strengthening* permukaan jalan akses ke lokasi pekerjaan yang berupa tanah dasar dengan *chemical* atau pengecoran pelat lantai.
- Membuat jadwal perkiraan hujan, bisa dengan memperkirakan berdasarkan pengalaman atau meminta data dari BMKG badan meteorologi klimatologi dan geofisika untuk mengetahui perkiraan cuaca, dari data tersebut maka bisa diperkirakan kapan saat yang tepat untuk melaksanakan item pekerjaan yang berpotensi terhambat jika hujan turun.
- Mencatat secara benar laporan cuaca setiap jam selama masa pelaksanaan proyek bangunan berlangsung sesuai waktu yang disepakati dalam kontrak, data tersebut bisa digunakan sebagai alasan resmi untuk mendapat

perpanjangan waktu bagi kontraktor tanpa harus mendapat sanksi akibat keterlambatan proyek.

- Menggunakan bahan campuran untuk mempercepat proses pengerasan adukan beton, hal ini akan sangat berguna jika sedang mengerjakan proyek infrastrukturnya seperti pembuatan jalan cor beton, atau pada proyek gedung ketika sedang melakukan pekerjaan cor struktur kolom balok atau plat lantai.
- Memaksimalkan waktu pelaksanaan proyek, terutama pada jam yang seringkali tidak turun hujan misalnya melakukan lembur di malam hari ketika hujan sering turun di siang hari.
- Memasang tenda untuk melindungi proses pelaksanaan pekerjaan atau bahan bangunan agar tetap dalam kondisi baik ketika hujan mengguyur.
- Memasang instalasi penangkal petir, terutama pada proyek yang berada di tanah lapang seperti pembangunan pelabuhan, atau pada proyek gedung yang menggunakan alat angkat *tower crane* dalam kondisi terpasang tinggi menjulang.
- Menggunakan alat keselamatan diri agar terhindar dari bermacam bahaya ketika hujan turun, misalnya terpeleset pada area licin, memakai jas hujan agar kondisi badan tetap sehat untuk bisa berkarya dengan maksimal.
- Untuk mendukung program *green contractor* yaitu ramah lingkungan, maka akan sangat bagus jika melakukan penampungan sebanyak mungkin air hujan yang turun sehingga dapat dimanfaatkan untuk aktifitas pembangunan.

Pada proyek berdurasi pendek, walaupun berada dalam musim hujan masih dapat memanfaatkan masa kering yang ada dalam musim hujan. Hal ini karena cuaca hujan memiliki periode tertentu seperti siklus walaupun dalam musim hujan sekalipun. Dalam musim kering, siklus hujan tetap ada namun lebih pendek dan lebih jarang. Sedangkan dalam musim hujan

yaitu pada bulan September – April, siklus hujan lebih panjang dan lebih sering dimana cuaca kering antar siklus hujan yang lebih pendek. Sehingga saat kering tetaplah ada. Ini adalah peluang bagi kontraktor untuk mengerjakan pekerjaan yang rentan dengan hujan.

BAB III METODOLOGI

3.1 Penjelasan (Umum)

Proyek pembangunan Embung Kalisat II membutuhkan tahapan pekerjaan yang tepat untuk memudahkan proses pembangunan. Namun pada pembuatan gambar teknis perencanaan tidak dijelaskan secara detail mengenai metode pelaksanaan konstruksi yang harus diaplikasikan di lapangan. Sehingga kontraktor harus membuat “panduan” cara mewujudkan gambar teknis perencanaan tersebut menjadi pekerjaan/kegiatan yang nyata di lapangan.

3.1.1. Study Literatur

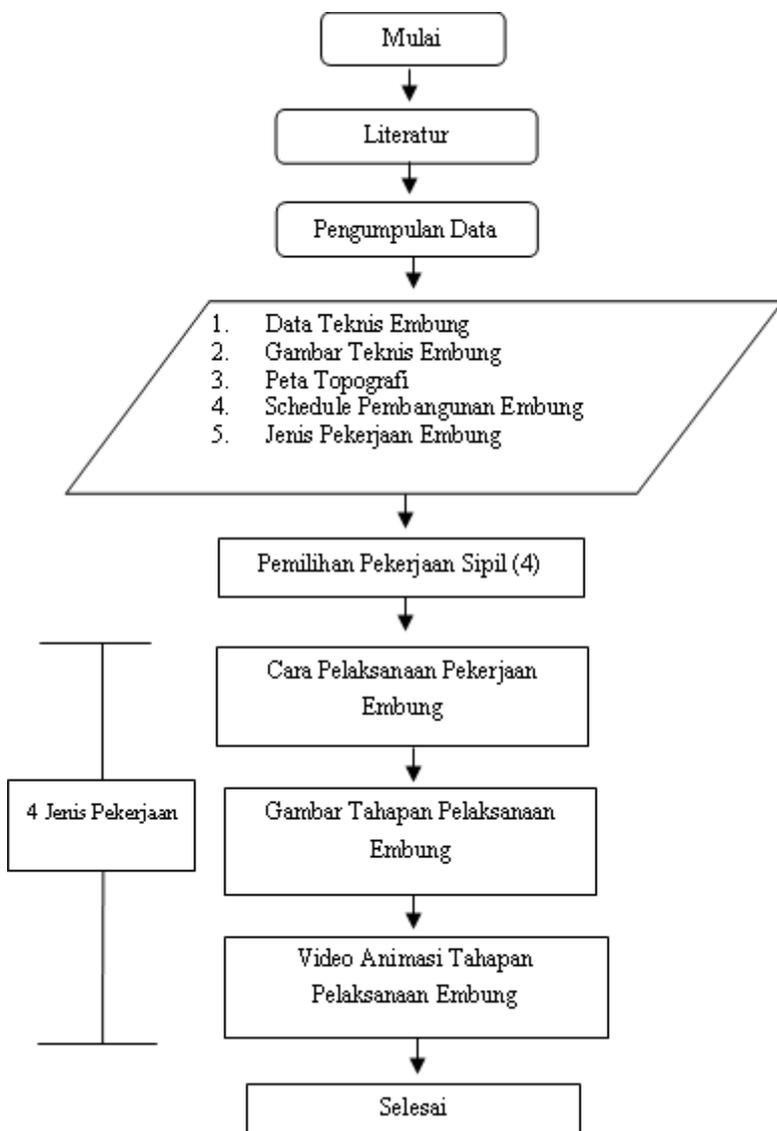
Mempelajari materi-materi / Refrensi yang menunjang untuk penyelesaian Proposal Tugas Akhir, berupa :

- a. Laporan Perencanaan proyek
- b. Laporan akhir proyek
- c. Tugas akhir metode pelaksanaan bendungan dan waduk

3.1.2. Pengumpulan Data

Data-data yang terkait dalam pembuatan proyek akhir berupa peta lokasi, data perencanaan yang dilanjutkan dengan survey lokasi proyek.

- i. Data Teknis
- j. Gambar Teknik
- k. Peta Topografi
- l. Schedule Pembangunan Embung Kalisat II
- m. Jenis Pekerjaan



Gambar 3. 1 Bagan Alir Pekerjaan

3.1.3. Pemilihan Pekerjaan Sipil

Dari data-data tersebut maka jenis pekerjaan dikelompokkan / dibagi sedemikian rupa sesuai dengan kriteria pekerjaan sipil untuk mempermudah penyusunannya. Adapun pembagian pekerjaan sebagai berikut :

1. Pemetaan
2. Pembuatan Tubuh Embung
3. Bangunan Pelimpah & Kolam Olak
4. Akses Jalan Masuk

3.1.4. Cara Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Embung

Dari pengelompokan pekerjaan yang sesuai dengan pekerjaan sipil dapat di analisa cara pelaksanaan pekerjaan konstruksi embung yang sesuai untuk diaplikasikan di lapangan.

3.1.5. Gambar Tahapan Pelaksanaan Embung

Dari analisa cara pelaksanaan pekerjaan konstruksi embung, dapat dibuat gambar yang berisi tahapan-tahapan pelaksanaan embung untuk memudahkan pekerjaan di lapangan.

3.1.6. Video Animasi Tahapan Pelaksanaan

Berdasarkan analisa cara pelaksanaan pekerjaan konstruksi embung dan gambar tahapan pelaksanaannya, dapat dibuat video berupa visualisasi animasi tahapan dalam pelaksanaan pembuatan embung sehingga dapat digunakan sebagai panduan yang sangat memudahkan dalam pekerjaan di lapangan.

3.1.7. Kesimpulan

Dari uraian diatas, akhirnya dapat diketahui metode pelaksanaan yang digunakan untuk membangun Embung Kalisat II di Desa Kalisat, Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

3.2. Jadwal Pekerjaan Proyek Akhir Terapan

Pembuatan jadwal pekerjaan proyek akhir terapan ini bertujuan agar mahasiswa dapat memenuhi target yang telah direncanakan dalam mengerjakan tugas akhir terapan. Diharapkan nantinya mahasiswa dapat menyelesaikan tugas akhir terapan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Tabel 3. 1 Jadwal Kerja

Kegiatan	Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan	■	■																										
Pembuatan Proposal			■	■	■	■	■	■																				
Seminar Proposal											■																	
Survey Lokasi			■	■																								
Pengumpulan Data									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Analisa Data									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pembimbingan Proyek Akhir									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Penyusunan Proyek Akhir																												
Persiapan Sidang																												
Sidang Tugas Akhir																									■	■		

3.3. Ketersediaan Data

Tabel 3. 2 Tabel Ketersediaan Data

No	Data	Ada	Belum Ada	Keterangan
1	Data Teknis	√		-
2	Gambar Teknik	√		-
3	Topografi	√		-
4	Schedule		√	Proses permintaan data
5	Jenis Pekerjaan	√		-

Sumber : PU Perairan Surabaya, 2017

Tabel ketersediaan data ini dibuat untuk menyatakan data yang diperlukan mahasiswa dalam membantu penyelesaian tugas akhir terapan. Adapun data yang diperlukan sebagai berikut :

1. Data Teknis : Digunakan sebagai kriteria yang harus dipenuhi dalam perencanaan pelaksanaan proyek agar menciptakan bangunan yang bermutu cukup dan efisien dalam pembuatannya.
2. Gambar Teknik : Merupakan desain dari perencanaan berupa gambar yang digunakan sebagai panduan untuk pelaksanaan proyek di lapangan.
3. Topografi : Untuk menggambarkan secara lebih sederhana mengenai lokasi yang ditinjau dalam pelaksanaan proyek sehingga dapat diperoleh elevasi dan koordinat bentang lahan, seperti perbukitan, lembah dan dataran.
4. Schedule : Sebagai acuan waktu yang dibuat untuk memenuhi target dalam penyelesaian pekerjaan dilapangan.
5. Jenis Pekerjaan : Merupakan pengelompokan kegiatan proyek yang berlangsung di lapangan untuk memudahkan dalam pembagian tugasnya.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA METODE PELAKSANAAN

4.1. Pemetaan

Pemetaan adalah proses pengukuran, perhitungan, dan penggambaran permukaan bumi dengan menggunakan cara atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa peta dalam bentuk vektor maupun raster. Pada pembangunan embung kalisat ini, pemetaan merupakan tahapan awal yang digunakan untuk menentukan benchmark dan as tubuh embung serta elevasi galian dan timbunan pada kriteria perencanaan pembangunan tubuh embung. Dalam proses pemetaan, peralatan K3 yang digunakan adalah sarung tangan, helm, masker, rompi, dan sepatu *boots*. Berikut merupakan tahapan untuk membuat as tubuh embung, yaitu :

4.1.1. Penentuan Benchmark

Benchmark sebaiknya dibuat berpasangan dan antara 2 *Benchmark* tersebut dapat saling melihat, diletakkan di lokasi strategis yang dapat dijangkau dari seluruh penjuru. *Benchmark* (BM) / Titik Ikat memiliki fungsi penting pada kegiatan survey, yaitu sebagai titik ikat yang mereferensikan posisi obyek pada suatu systemkoordinat global. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan titik ikat / *Benchmark* :

1. Memastikan bahwa area situasi pengukuran berada dalam wilayah konsesi yang diijinkan oleh Pemerintah.
2. Mengintegrasikan area-area situasi pengukuran yang terpisah ke dalam satu sistem koordinat global.
3. Perletakan dari titik ikat harus strategis dan tidak mengganggu saat proses konstruksi sedang berlangsung.
4. Dalam melakukan pengukuran benchmark, digunakan metode penentuan posisi dengan teknologi *Global*

Positioning System (GPS) yang memiliki akurasi sampai dengan level *subcentimeter*. Selain metode pengukuran yang tepat, desain persebaran titik-titiknya juga harus diperhatikan, karena hal tersebut sangat berpengaruh pada hasil survey secara keseluruhan.

5. Pembuatan desain persebaran titik-titik *benchmark* harus yang paling sesuai dengan area situasi. Dengan mempertimbangkan desain gambar teknik, maka pekerjaan-pekerjaan survey selanjutnya akan lebih efisien.



Gambar 4.1 *Benchmark*

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

Berikut ini adalah teknis pencarian titik *Benchmark* di lapangan, yaitu :

1. Tahapan pertama adalah mencari lokasi pada titik BM1 dan BM2 dengan koordinat LS:07°40'40,7"; BT:112°46'29.3"; Elevasi:106.297 meter untuk BM1

Dan LS:07°40'38.6";BT:112°46'25.57";
Elevasi:107.992 meter untuk BM2 yang tercantum
pada gambar perencanaan.

2. Untuk memastikan letak dari koordinat BM1 dan BM2, digunakan alat *GPS*. Selanjutnya *GPS* diaktifkan kemudian tunggu proses untuk *searching* koordinat tersebut. Hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan *GPS*, yaitu :
 - a. Alat navigasi (*GPS*) berbasis satelit tidak akan bekerja maksimal ketika ada gangguan sinyal pada satelit, diantaranya adalah berada dibawah pohon, disekeliling tempat yang berbatu tinggi, dan lain lain. Untuk itu, pastikan bahwa area disekeliling BM telah dibersihkan dan tidak terganggu.
 - b. Untuk mendapatkan posisi koordinat yang akurat, tidak diperbolehkan menggunakan *GPS* pada saat langit berawan/mendung karena akan mengganggu sinyal *GPS*.
3. Apabila posisi BM telah sesuai dengan koordinat pada gambar perencanaan, dilanjutkan proses pembuatan As tubuh embung.



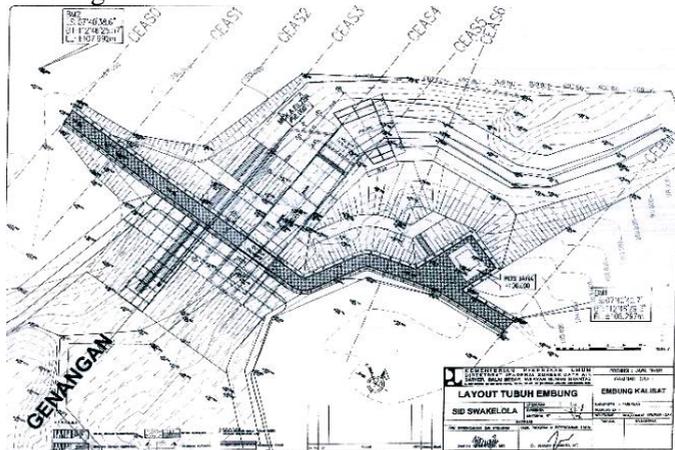
Gambar 4. 2Kontur *Layout* Tubuh Embung pada BM1 & BM2

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
2015. Album Gambar Embung Kalisat
Kabupaten Pasuruan.

4.1.2. Penentuan As (*Middlepoint*) Tubuh Embung

As (*Middlepoint*) tubuh embung digunakan sebagai acuan untuk menentukan panjang embung, lebar mercu embung dan galian pondasi. Sebelum menentukan As tubuh embung, terlebih dahulu ditentukan letak dua patok *benchmark* yang telah disesuaikan pada koordinat berdasarkan topografi yang ada sebagai acuan untuk membuat As tubuh embung. Titik As tubuh embung diperoleh dari pekerjaan tim survey yang melakukan pekerjaan pengukuran dan pematokan. Patok yang digunakan berupa *bouwplank* kayu yang kedudukannya harus kuat dan tidak mudah goyah. Kemudian dilakukan penentuan As tubuh embung dengan cara menembakkan *theodolit* dari BM2 tegak lurus dengan jarak tertentu yang telah disesuaikan terhadap panjang tubuh embung dalam perencanaan. Dari titik *BM2* tersebut akan diperoleh As

yang digunakan sebagai acuan untuk pembuatan tubuh embung.



Gambar 4. 3 *Layout* Tubuh Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
2015. Album Gambar Embung Kalisat
Kabupaten Pasuruan.

Pada As tubuh embung tersebut dapat digunakan untuk menentukan perhitungan dalam menentukan panjang embung, lebar mercu embung dan elevasi galian timbunan beserta pondasi.



Gambar 4. 4 Alat Ukur *Theodolit*

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

Tahapan pembagian titik tersebut menggunakan alat ukur yaitu *theodolit*. Berikut tahapan-tahapan proses dalam menggunakan theodolit, yaitu :

- a. Letakkan pesawat di atas kaki tiga dan ikat dengan baut. Setelah pesawat terikat dengan baik pada statif, pesawat yang sudah terikat tersebut baru dapat diangkat dan dapat diletakkan di atas patok (BM2) yang telah diberi paku.
- b. Tancapkan salah satu kaki tripod dan pegang kedua kaki tripod lainnya. Kemudian lihat paku yang telah ditancapkan pada titik BM2 dengan menggunakan centring. Apabila paku sudah terlihat, selanjutnya kedua kaki teripod diletakkan di tanah.
- c. Setelah statif diletakkan semua dan patok beserta pakunya sudah terlihat, ketiga kaki statif baru diinjak agar posisinya menancap kuat ditanah dan pesawat tidak mudah goyang. Kemudian, lihat paku melalui centering. Jika paku tidak tepat, fokuskan paku dengan skrup penyatel pada statif. Kemudian lihatlah nivo kotak, jika *nivo* kotak tidak berada di tengah maka hal tersebut menandakan bahwa posisi pesawat dalam keadaan miring. Untuk mengetahui posisi alat yang lebih tinggi, lihat gelembung pada *nivo* kotak. Sebagai contoh apabila *nivo* kotak berada pada posisi miring ke timur maka menandakan posisi alat lebih tinggi disisi yang timur sehingga kaki pada sebelah timur dapat lebih dipendekan.
- d. Di bawah *theodolit* terdapat 3 sekrup penyatel. Sebut saja sekrup A, B, dan C. Untuk menggunakan nivo tabung sejajarkan nivo tabung dengan 2 sekrup penyatel. Misalnya sekrup A dan B. Kemudian, lihat posisi gelembungnya. Jika tidak di tengah, posisi alat berarti masih belum level dan harus ditengahkan. Setelah *nivo* tabung berada di tengah baru kemudian diputar 90 derajat atau 270 derajat dan nivo tabung bisa

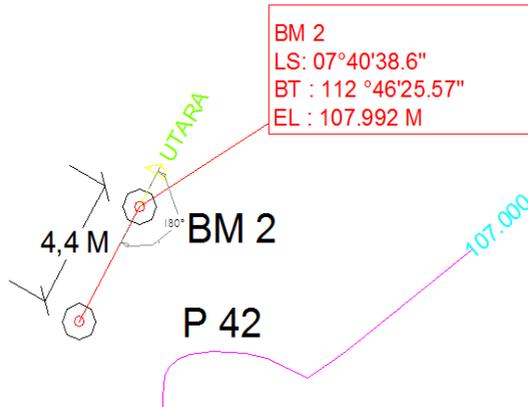
- ditengahkkan dengan sekrup C. Setelah ada di tengah, berarti posisi kotak dan *nivo* tabung sudah sempurna.
- e. Lihat centring, apabila paku sudah tepat di lingkaran kecil, maka alat sudah tepat di atas patok. Tetapi jika belum, alat harus digeser terlebih dahulu dengan mengendorkan baut pengikat yang terdapat di bawah alat ukur. Geser alat agar tepat berada di atas paku namun jangan diputar karena jika diputar dapat mengubah posisi *nivo*.
 - f. Setelah posisi alat tepat berada di atas patok BM2, pengaturan *nivo* tabung perlu diulangi seperti langkah di atas agar posisinya di tengah lagi.
 - g. Setelah selesai, menembakkan $0^{\circ}00'00''$ (nol set) ke arah utara sebagai acuan pada BM2 dan mengunci sekrup penggerak horizontal.



Gambar 4. 5 Pengukuran dari Titik BM2

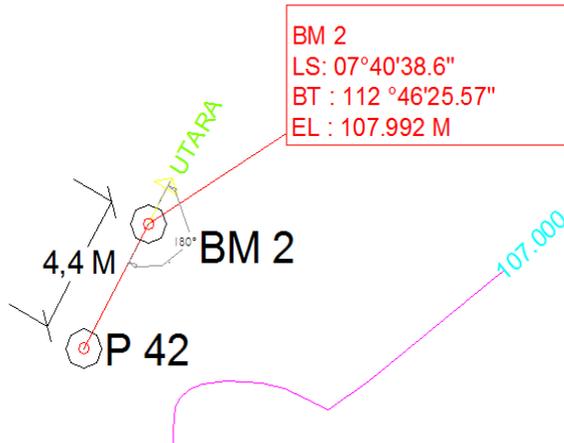
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

- h. Kemudian dari patok BM2, dibuat patok P42 dengan cara memutar theodolit sebesar 180° searah jarum jam dan dipasang patok dengan jarak kurang lebih 4,4 meter.



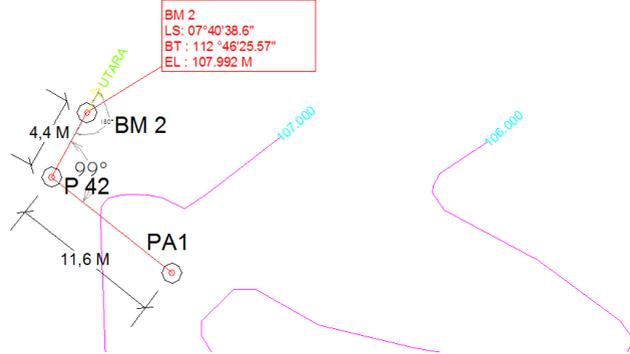
Gambar 4. 6 Patok BM2

- i. Selanjutnya *theodolit* dipasang sesuai prosedur di patok P42 dan ditembakkan di titik BM2 kemudian di nol set. Patok P42 digunakan sebagai acuan dalam pembuatan AS tubuh embung.



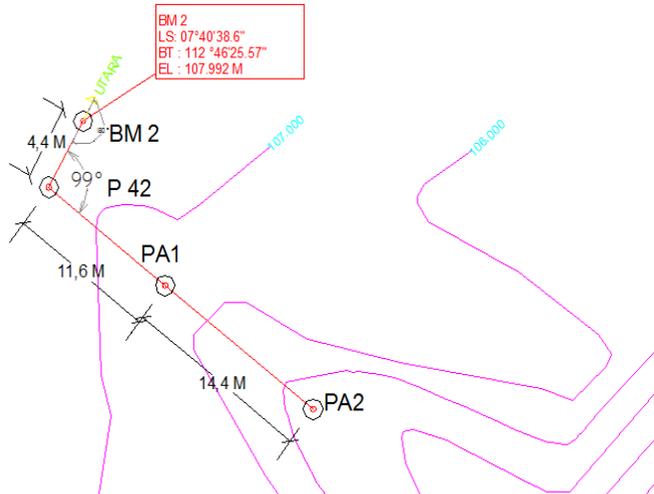
Gambar 4. 7 Titik antara BM2 dengan P42

- j. Setelah itu, *theodolit* diputar sebesar 99° searah jarum jam dan ditembakkan lurus dengan jarak kurang lebih 11,6 meter. Kemudian dipasang patok PA1.



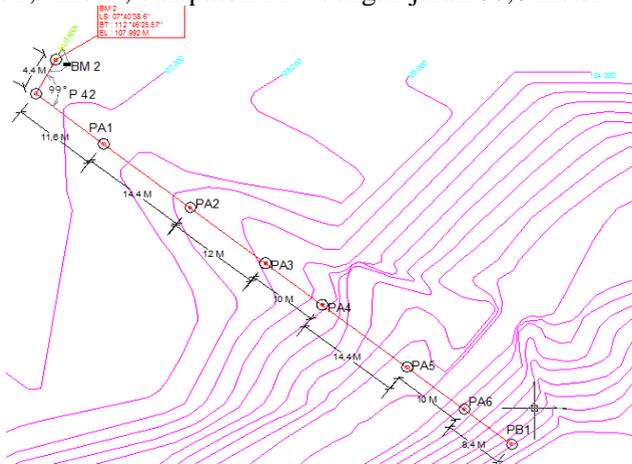
Gambar 4. 8 Titik antara P42 dengan PA1

- k. Dari patok P42, dilanjutkan pemasangan patok PA2 dengan cara menembakkan *theodolit* dengan jarak kurang lebih 26 meter.



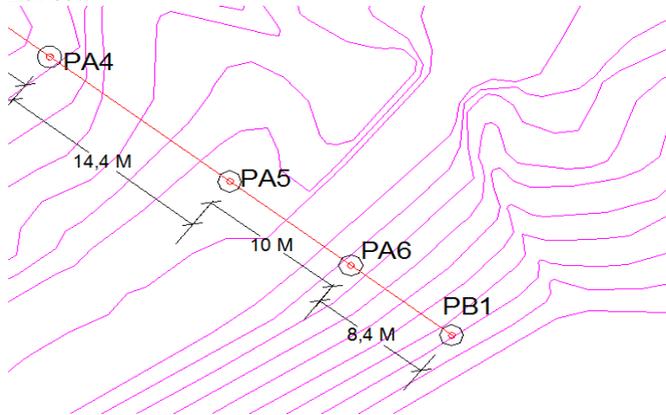
Gambar 4. 9 Titik antara PA1 dengan PA2

- l. Selanjutnya dari patok P42, dipasang patok PA3 dengan jarak 38 meter, patok PA4 dengan jarak 48 meter, patok PA5 dengan jarak 62.4 meter, patok PA6 dengan jarak 72,4 meter, dan patok PB1 dengan jarak 80,8 meter.



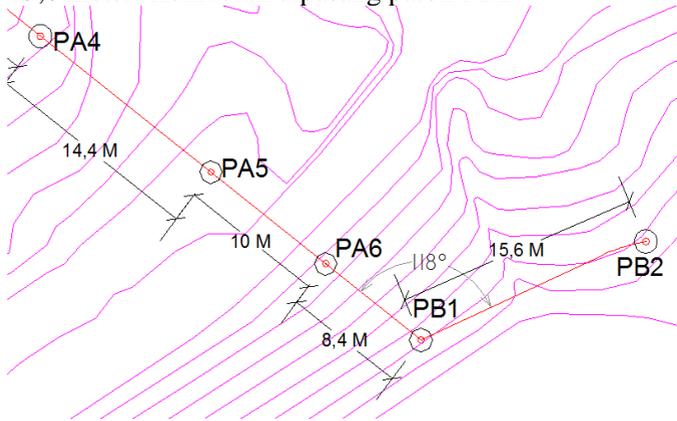
Gambar 4. 10 Titik antara P42 hingga PB1

- m. Kemudian *theodolit* dipindah di patok PB1 dan dipasang sesuai prosedur. Dari patok PB1 *theodolit* ditembakkan di titik sebelumnya yaitu PA6 kemudian di nol set.



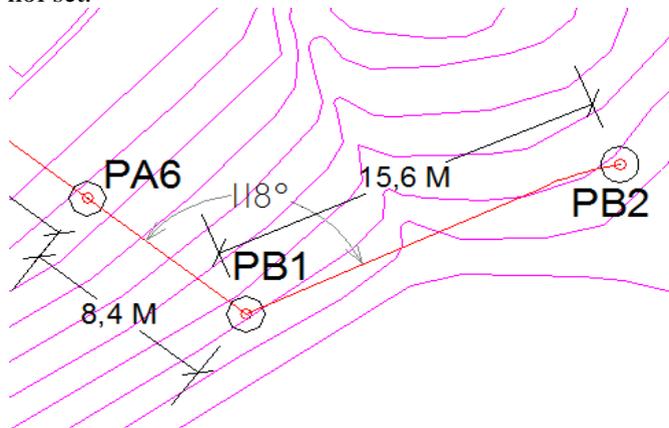
Gambar 4. 11 Titik antara PA6 dengan PB1

- n. Setelah itu, *theodolit* diputar sebesar 118° searah jarum jam dan ditembakkan lurus dengan jarak kurang lebih 15,6 meter. Kemudian dipasang patok PB2.



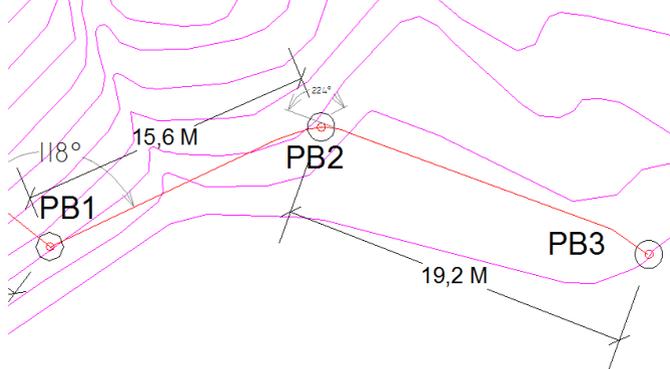
Gambar 4. 12 Titik PB1 dengan PB2

- o. Selanjutnya *theodolit* dipindah di patok PB2 dan dipasang sesuai prosedur. Dari patok PB2 *theodolit* ditembakkan di titik sebelumnya yaitu PB1 kemudian di nol set.



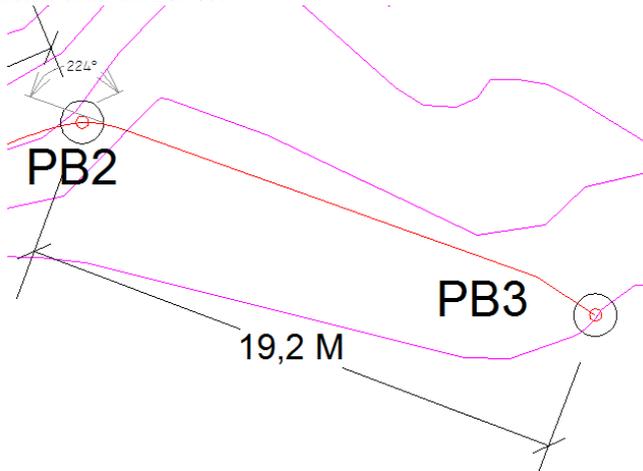
Gambar 4. 13 Titik antara PB1 dengan PB2

- p. Setelah itu, *theodolit* diputar sebesar 224° searah jarum jam dan ditembakkan lurus dengan jarak kurang lebih 19.2 meter. Kemudian dipasang patok PB3.



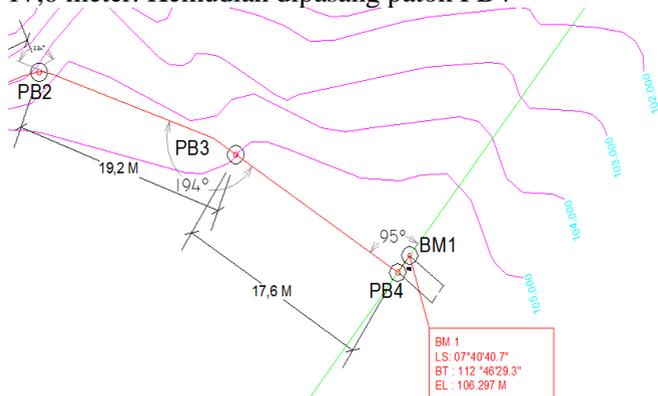
Gambar 4. 14 Titik antara PB2 dengan PB3

- q. Selanjutnya dilakukan pemindahan *theodolit* ke patok PB3 dan dipasang sesuai prosedur. Dari patok PB3 theodolit ditembakkan di titik sebelumnya yaitu PB2 kemudian di nol set.



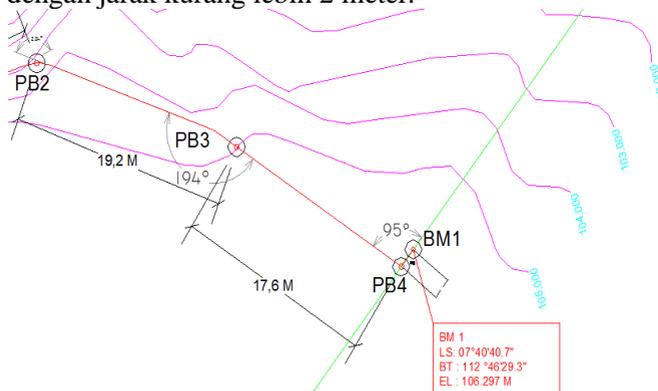
Gambar 4. 15 Titik PB3

- r. Setelah itu, *theodolit* diputar sebesar 194° searah jarum jam dan ditembakkan lurus dengan jarak kurang lebih 17,6 meter. Kemudian dipasang patok PB4



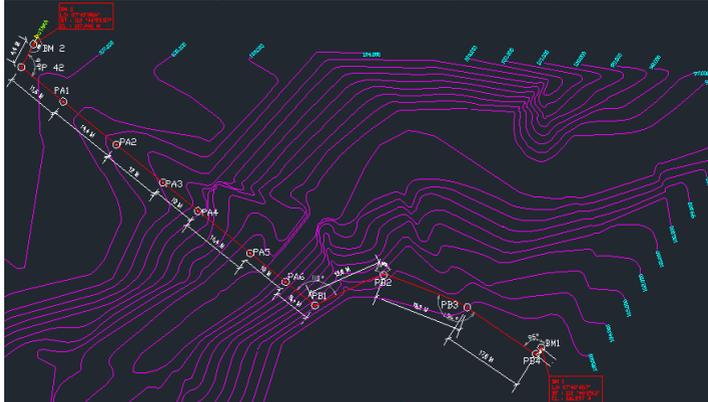
Gambar 4. 16 Titik antara PB3 dengan PB4

- s. Tahapan yang terakhir, *theodolit* dipindah ke patok PB4. Dari patok PB4, ditembakkan ke titik sebelumnya yaitu PB3 kemudian di nol set. Kemudian *theodolit* diputar 94° searah jarum jam dan ditembakkan ke patok BM1 dengan jarak kurang lebih 2 meter.



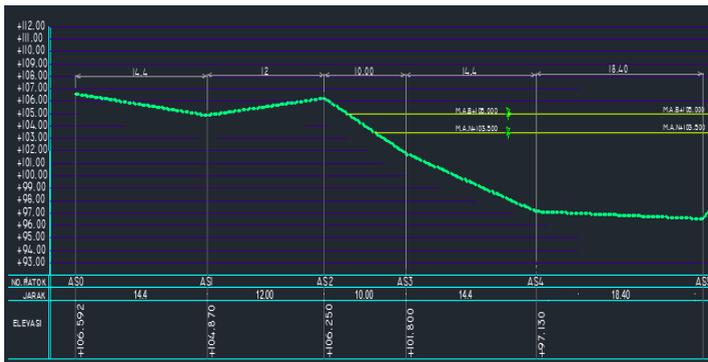
Gambar 4. 17 Titik antara PB4 dengan BM1

t. Patok-patok tersebut kemudian dihubungkan dan dijadikan sebagai As tubuh embung dan As jalan.



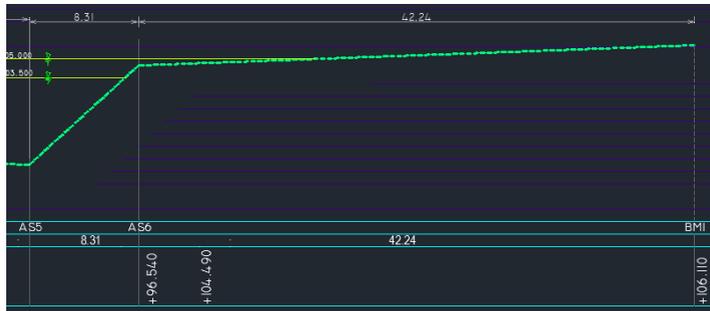
Gambar 4. 18 Titik AS Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.



Gambar 4. 19 Tampak Samping Tanah Semula di Tubuh Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.



Gambar 4. 20 Tampang Samping Tanah Semula di Tubuh Embung

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

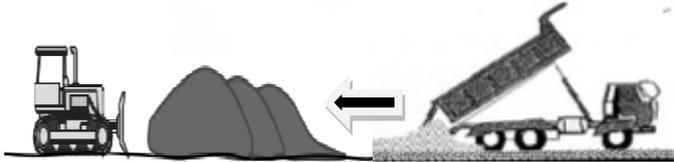
4.2. Penetapan lokasi *quarry*

Quarry merupakan lokasi yang digunakan sebagai tempat penyimpanan tanah sementara. Tanah tersebut nantinya akan digunakan sebagai bahan material timbunan dalam proses pembuatan embung. Dalam proses penetapan lokasi *quarry*, peralatan K3 yang digunakan adalah sarung tangan, helm, rompi, dan sepatu *safety*. Berikut adalah tahapan untuk menentukan *quarry*, yaitu :

1. Pemilihan tanah untuk *quarry* timbunan

Dilakukan survei awal untuk mencari area (tempat) yang tanahnya dapat diambil dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai timbunan. Sampel tanah diambil untuk diuji berat volume keringnya di laboratorium menggunakan tes proktor dan dipergunakan sebagai standar acuan kepadatan di lapangan. Selain itu, tanah harus sesuai dengan spesifikasi material untuk timbunan berdasarkan uji permeabilitas. Material untuk timbunan harus mempunyai tingkat permeabilitas yang rendah dengan nilai standar koefisien filtrasi bahan $1 \times 10^{-6} \frac{cm}{detik}$.

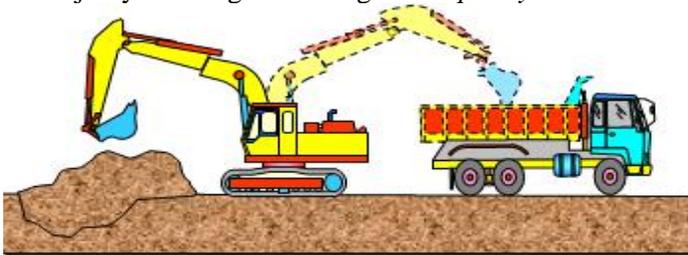
Jenis tanah harus sama yaitu tanah liat (*clay*) untuk memperoleh daya dukung tanah yang seragam. Selain itu, agar pekerjaan tanah efektif dalam mobilisasinya, perlu dipersiapkan akses jalan yang mudah dilalui oleh alat berat dari *quarry* ke lokasi penghamparan.



Gambar 4. 21 *Quarry* Tanah Timbunan
Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-timbunan-tanah

2. Pelaksanaan Penggalian Material Tanah dan pengangkutan

Untuk meletakkan batas galian dipasang patok pembantu berupa potongan kayu ataupun bambu dan tali rafia yang menghubungkan dua patok yang berbeda. Berpedoman pada tali batas galian, maka galian kasar dapat dilaksanakan dengan menggunakan *excavator*. Jumlah *excavator* ditentukan sesuai perencanaan yang telah dibuat. Galian dari *excavator* kemudian dimuat ke *dump truck* yang telah disiapkan (jumlah *dump truck* harus disesuaikan dengan kapasitas *excavator*) dan selanjutnya tanah galian diangkut ke *quarry*.

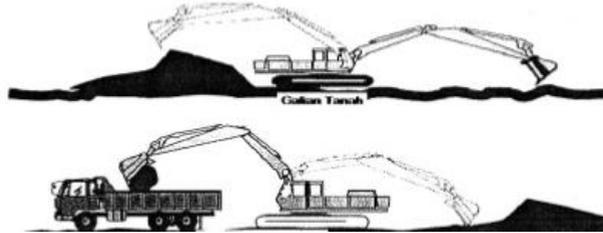


Gambar 4. 22 Pelaksanaan Penggalian Material Tanah dan pengangkutan

Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-timbunan-tanah

3. Pembuangan Material yang tidak terpakai

Material sisa galian yang tidak bisa dipergunakan untuk timbunan akan dimuat oleh *dump truck* dan dibuang disuatu tempat didalam atau diluar area konstruksi yang disetujui oleh pemilik sesuai yang dengan kesepakatan yang telah ditentukan. Penyedia Jasa harus merapikan dan mengatur ketinggian serta meratakannya dengan rapi dan tinggi maksimum 3.00 m

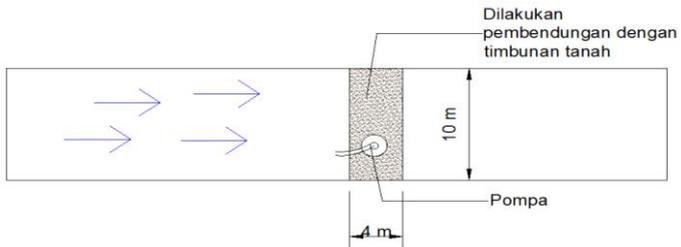


Gambar 4. 23 Pembuangan Material yang tidak terpakai
 Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-timbunan-tanah

4.3 Pengelakan Sungai

Bangunan pengelak digunakan untuk mengalirkan air sungai yang ada agar tidak mengganggu proses pembuatan tubuh embung. Proses pengelakan sungai pada pelaksanaan pembangunan embung ini direncanakan pada musim kemarau untuk memudahkan dalam pengelakannya. Dalam proses pengelakan, peralatan K3 yang digunakan adalah sarung tangan, helm, masker, rompi, dan sepatu *safety*. Berikut adalah tahapan dalam pembuatan pengelak, yaitu :

1. Pengelakan sungai dilaksanakan dengan cara membendung secara keseluruhan aliran sungai di hulu menggunakan timbunan tanah yang diperoleh dari *quarry*.



Gambar 4. 24 Sketsa tampak atas pembuatan pengelak sungai



Gambar 4. 25 Proses Pembuatan *Checkdam*/bendung versi 3D

2. Selanjutnya timbunan dipadatkan oleh *vibrating roller* dengan ketinggian 4 meter dari dasar sungai. Mempertimbangkan kondisi musim kemarau dan debit sungai yang kecil, sehingga dilaksanakan percobaan pemadatan dan diperoleh 4 lintasan pemadatan untuk timbunan pengelak dengan tebal layer 40 cm.

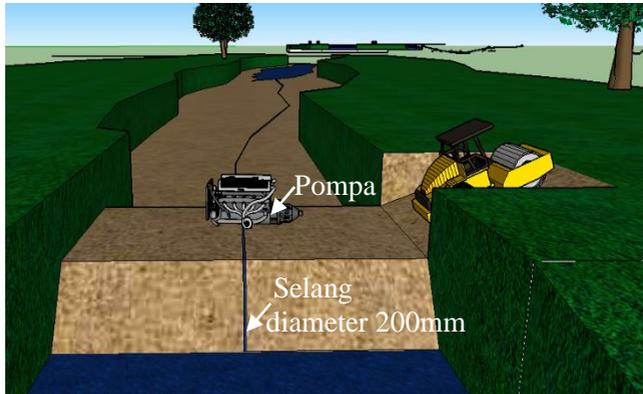


Gambar 4. 26 Pengelakan Sungai dalam keadaan di bendung/*checkdam* di lapangan
 Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama



Gambar 4. 27 Pengelakan Sungai dalam keadaan di bendung/*checkdam* di lapangan versi 3D

3. Selanjutnya dilakukan penyedotan air dengan menggunakan dua buah pompa. Air disedot dengan selang berukuran 200 mm melalui pompa kemudian akan dialirkan ke hilir tubuh embung dan sebagian dimanfaatkan untuk pembuatan embung. Selain itu, timbunan pengelak yang telah dipadatkan dimanfaatkan sebagai akses mobilisasi alat berat.



Gambar 4. 28 Pengelakan Sungai menggunakan pompa dalam keadaan di bendung/checkdam versi 3D

4.4 Pembuatan Tubuh Embung

Permukaan tanah pada lokasi rencana pembuatan Embung harus dibersihkan dan dikupas atau digali hingga mencapai kedalaman yang ditunjukkan dalam gambar perencanaan. Sebelum mulai menimbun, permukaan tanahnya digaruk sampai kedalaman yang lebih besar dari retak-retak tanah yang ada dan paling tidak sampai kedalaman 0.15 m, dan kadar air tanah yang digaruk harus dijaga, baik secara pengeringan alami atau pembasahan dengan alat semprot. Sebelum pekerjaan penimbunan dilakukan, semua lubang-lubang dan bekas-bekas yang terjadi pada permukaan tanah, harus diratakan. Penimbunan harus dilakukan lapis per lapis dengan ketebalan maksimum hampan material sebelum dipadatkan adalah 40 cm. Penghamparan dan pemadatan material pada sisi kemiringan luar atau dalam supaya dlebihihkan minimal 30 cm dari garis rencana agar pada saat setelah perapihan didapat kepadatan yang sama diseluruh bidang rencana. Dalam proses pembuatan tubuh embung, peralatan K3 yang digunakan adalah sarung tangan, helm, kaca mata,

masker, rompi, dan sepatu *safety*. Berikut adalah metode pelaksanaan dalam pembuatan tubuh embung, yaitu :

4.4.1 Percobaan Pemadatan

Berikut merupakan tahapan percobaan pemadatan menggunakan metode *sand cone*, yaitu:

1. Hamparkan tanah lepas setebal yang kita kehendaki, diatas permukaan yang telah dipadatkan seperlunya (dalam spesifikasi teknik ditetapkan tidak boleh lebih dari 40 cm).



Gambar 4. 29 Penghamparan Tanah

Sumber : jasasipil.com/percobaan-pemadatan-sandcone

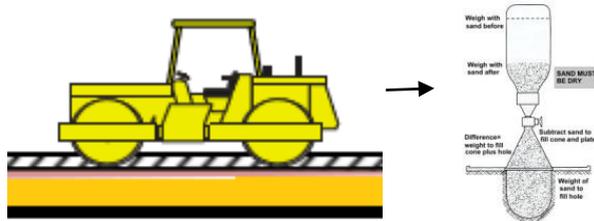
2. Hamparan tanah yang mengeluarkan debu menunjukkan bahwa kadar air belum optimum. Untuk itu dilakukan sedikit penyemprotan air seperlunya. Kadar air yang optimum akan membantu pengikatan butir tanah dan memudahkan dalam proses pemadatannya.

*Penyiraman Air Sebelum
Pelaksanaan Timbunan*



Gambar 4. 30 Penyemprotan air pada tanah
Sumber : jasasipil.com/percobaan-pemadatan-sandcone

3. Ketika masing-masing lapisan material telah dikondisikan untuk kadar air yang diperlukan, tanah yang telah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat *Vibrating Roller* dan dicoba misalnya dengan 4, 6, 8, dan 10 lintasan. Setelah itu diambil sampel tanah dan diukur kepadatannya berdasarkan berat volume kering tanah menggunakan uji *sand cone*. Berdasarkan ketentuan laporan perencanaan, berat volume tanah kering lapangan yang dihasilkan minimal 85 % (delapan puluh lima persen) dari berat volume tanah kering maksimum ($1,142 \text{ g/cm}^3$) tes proktor di laboratorium. Bila ternyata kepadatan belum tercapai, maka dapat dilakukan penambahan kadar air, penambahan lintasan pemadatan, dan pencampuran material timbunan dengan komposisi tertentu. Namun bila tingkat kepadatannya telah dicapai, maka cara-cara tersebut dipakai sebagai pedoman pemadatan selanjutnya. Sesuai percobaan pemadatan dengan tes *sand cone* lapangan, pembuatan Embung Kalisat II menggunakan 6 lintasan.

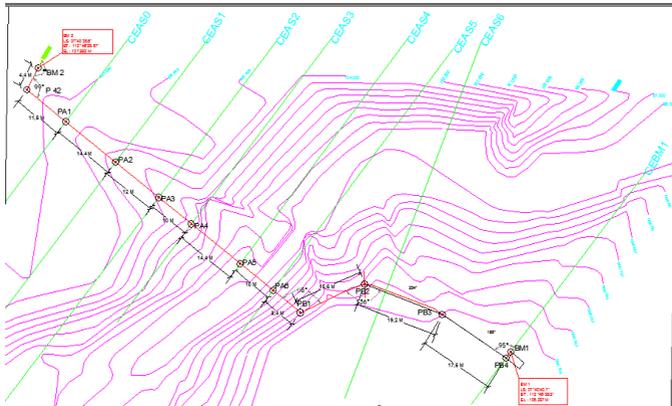


Gambar 4. 31 Uji lintasan pemadatan *sand cone test*
 Sumber : jasasipil.com/percobaan-pemadatan-sandcone

4.4.2 Pembuatan *Cutoff* (pondasi)

Galian pondasi (*Cutoff*) menggunakan metode konvensional (*Cutoff trench*) yaitu galian yang diisi tanah kemudian dipadatkan. Pemilihan kondisi ini disesuaikan berdasarkan muka air yang rendah dan kondisi tanah yang telah dianggap stabil dan keras pada elevasi tiap potongan di layout tubuh embung. Berdasarkan As yang telah ditentukan, dilakukan pembuatan *cutoff* dengan cara penggalian menggunakan *excavator*. Galian tersebut disesuaikan terhadap perencanaan potongan *layout* tubuh embung dengan tahapan yaitu :

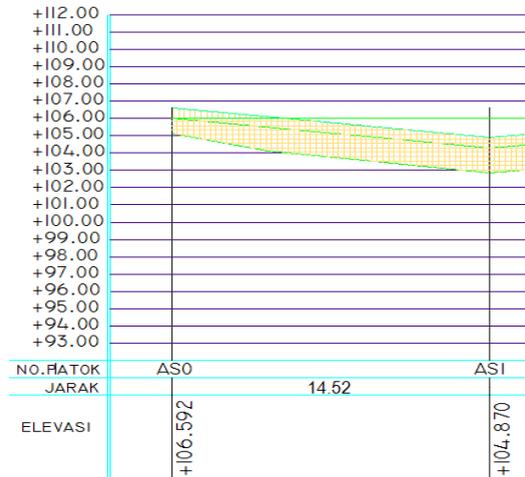
1. Pemasangan patok untuk *cutoff* berdasarkan As tubuh embung yang sebelumnya telah ditentukan. Untuk lebar *cutoff* ditentukan berdasarkan potongan layout As embung pada gambar perencanaan.



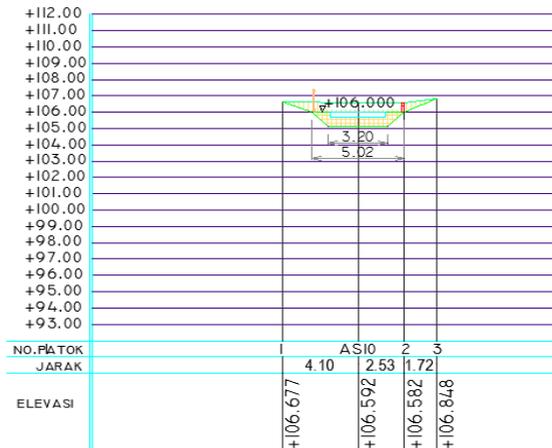
Gambar 4. 32 Gambar As tubuh embung sebagai acuan pembuatan *cutoff*

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

2. Selanjutnya dilakukan tahapan penggalian terhadap area *cutoff* yang telah ditentukan dengan tahan sebagai berikut :
 - a. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS0 pada elevasi +106.00 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5.02 meter, lebar dasar galian 3,2 meter dan panjang CE AS0 ke CE AS1 untuk galian 14.4 meter.

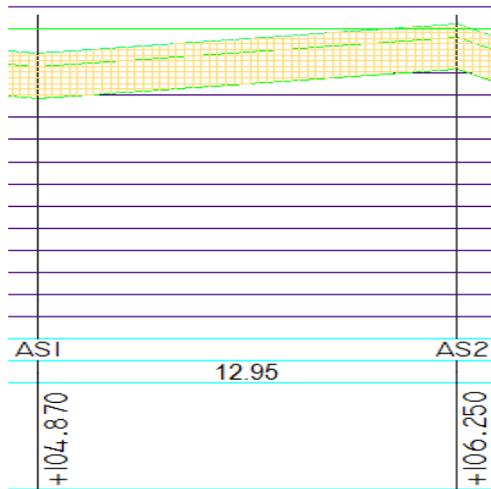


Gambar 4. 33 Potongan Memanjang CE AS0 ke CE AS1
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat
 Kabupaten Pasuruan.



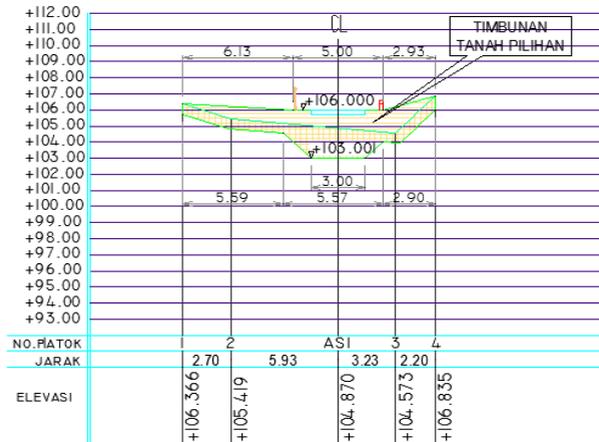
Gambar 4. 34 Potongan Melintang CE AS0 ke CE AS1
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
 Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
 Kalisat Kabupaten Pasuruan.

- b. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS1 pada elevasi +105.00 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5.57 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang CE AS1 ke CE AS2 untuk galian 12,95 meter.



Gambar 4. 35 Potongan Memanjang CE AS1 ke CE AS2

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
2015. Album Gambar Embung Kalisat
Kabupaten Pasuruan.

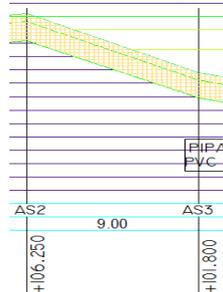


Gambar 4. 36 Potongan Melintang CE AS1 ke CE AS2

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.

2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

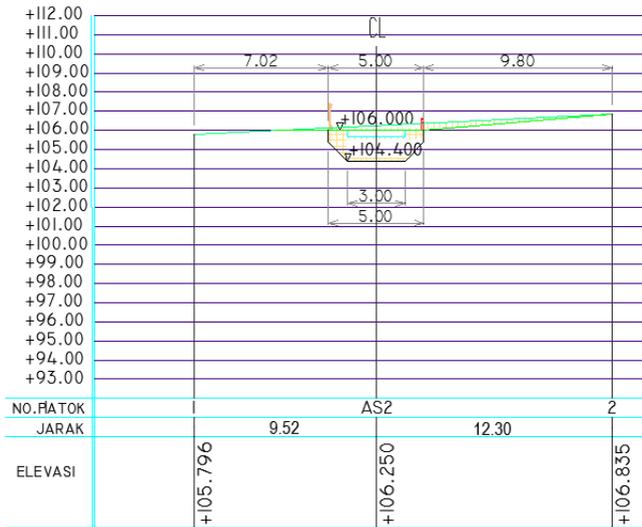
- c. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS2 pada elevasi +105.60 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang CE AS2 ke CE AS3 untuk galian 9 meter.



Gambar 4. 37 Potongan Memanjang CE AS2 ke CE AS3

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.

2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

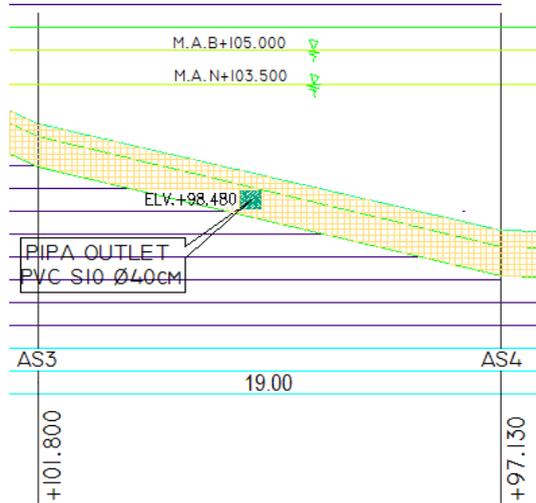


Gambar 4. 38Potongan Melintang CE AS2 ke CE AS3

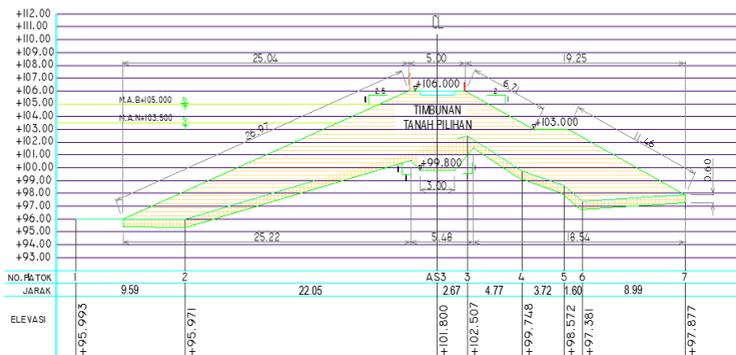
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.

2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

- d. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS3 pada elevasi +101.00 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5.48 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang CE AS3 ke CE AS4 untuk galian 14.4 meter.

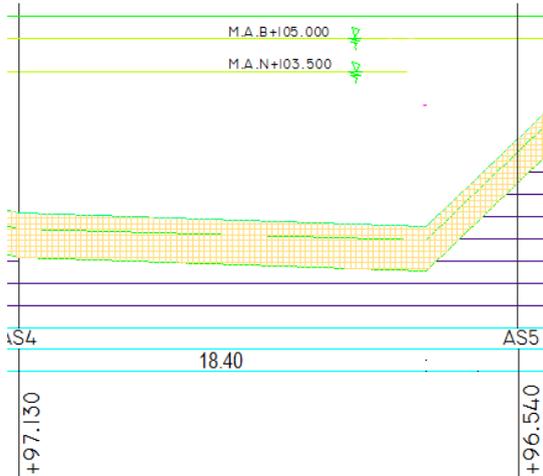


Gambar 4. 39 Potongan Memanjang CE AS3 ke CE AS4
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.

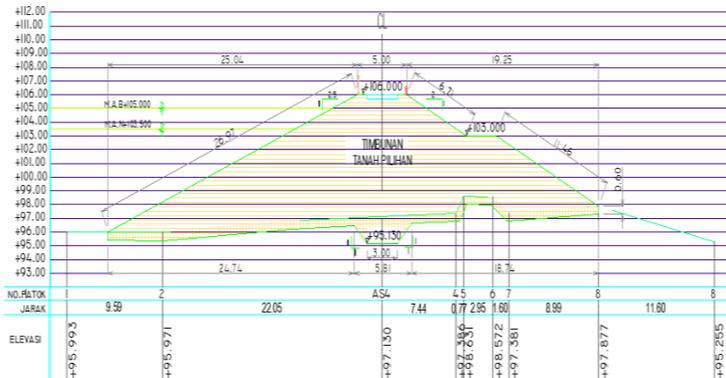


Gambar 4. 40 Potongan Melintang CE AS3 ke CE AS4
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.

- e. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS4 pada elevasi +96.43 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5.81 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang CE AS4 ke CE AS5 untuk galian 10 meter.

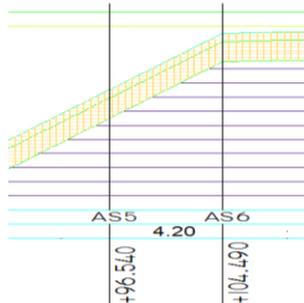


Gambar 4. 41 Potongan Memanjang CE AS4 ke CE AS5
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.

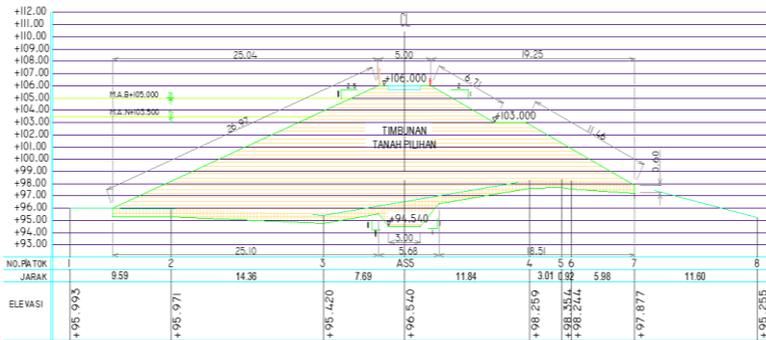


Gambar 4. 42 Potongan Melintang CE AS4 ke CE AS5
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.

- f. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS5 pada elevasi +95.54 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5.68 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang CE AS5 ke CE AS6 untuk galian 28.8 meter.

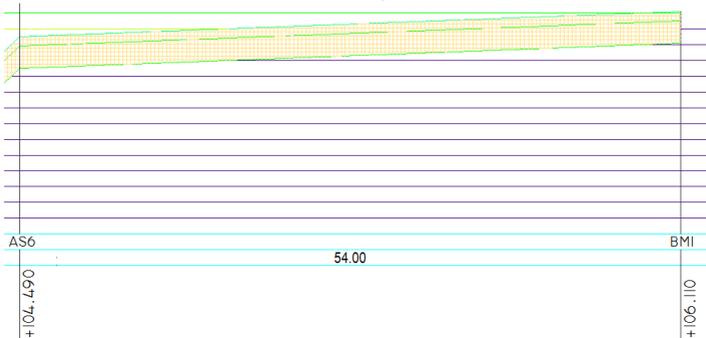


Gambar 4. 43 Potongan Memanjang CE AS5 ke CE AS6
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.

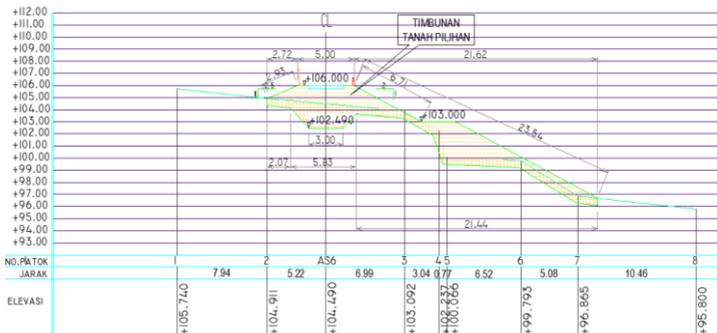


Gambar 4. 44 Potongan Melintang CE AS5 ke CE AS6
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat
 Kabupaten Pasuruan.

g. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE AS6 pada elevasi +103.89 dilakukan penggalian dengan kedalaman 1 meter, lebar permukaan galian 5.83 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang CE AS6 ke CE BM1 untuk galian 32.4 meter.

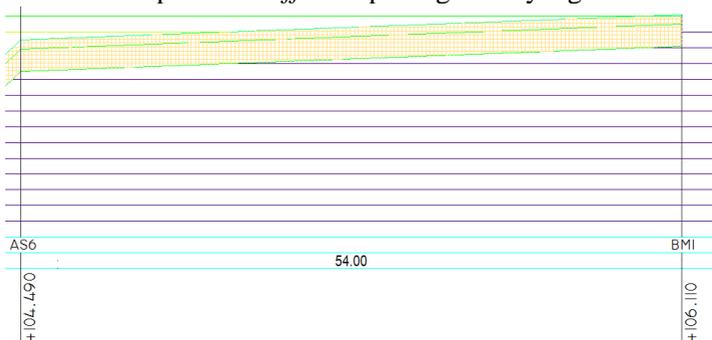


Gambar 4. 45 Potongan Memanjang CE AS6 ke CE BM 1
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.

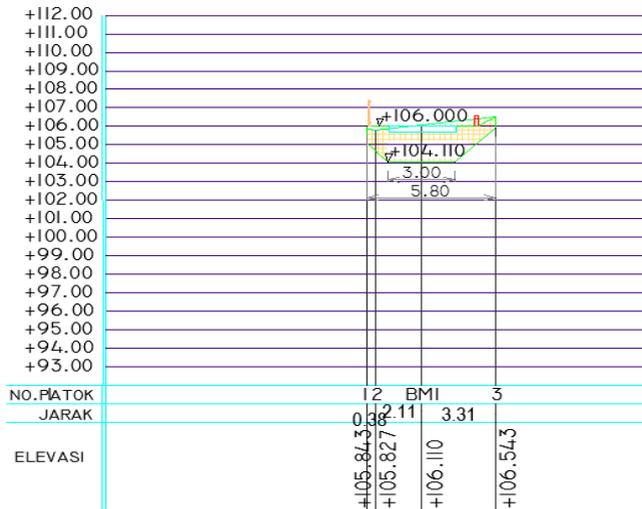


Gambar 4. 46 Potongan Melintang CE AS6 ke CE BM 1
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat
 Kabupaten Pasuruan.

- h. Pembuatan *cutoff* pada potongan CE BM1 pada elevasi +106.10 dilakukan penggalian dengan kedalaman 2 meter, lebar permukaan galian 5.8 meter, lebar dasar galian 3 meter dan panjang dari CE BM1 mengikuti panjang CE AS6 karena merupakan *cutoff* dari potongan As yang terakhir.



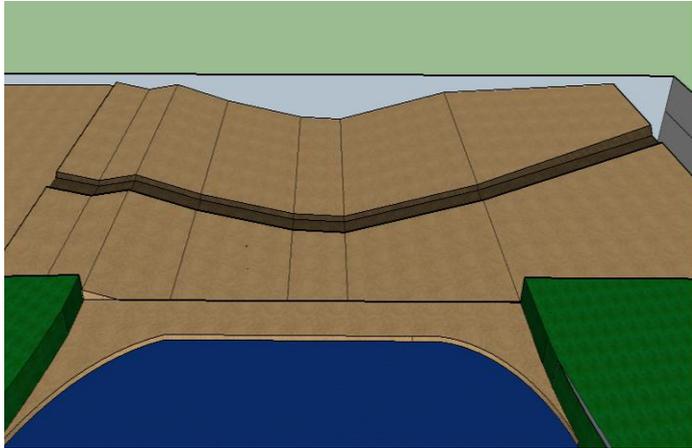
Gambar 4. 47 Potongan Memanjang CE BM1
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
 Pasuruan.



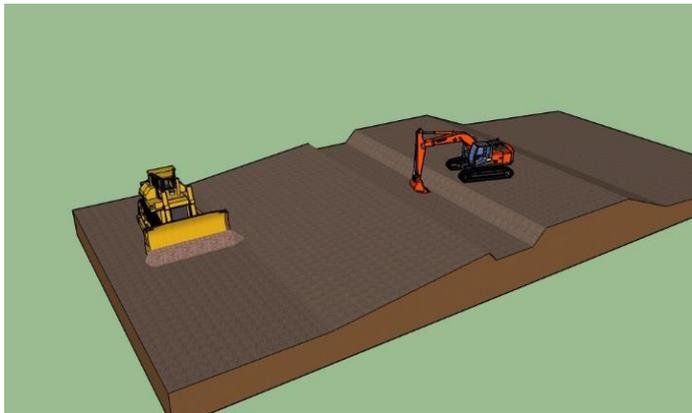
Gambar 4. 48Potongan Melintang CE BM1

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya.
2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten
Pasuruan.

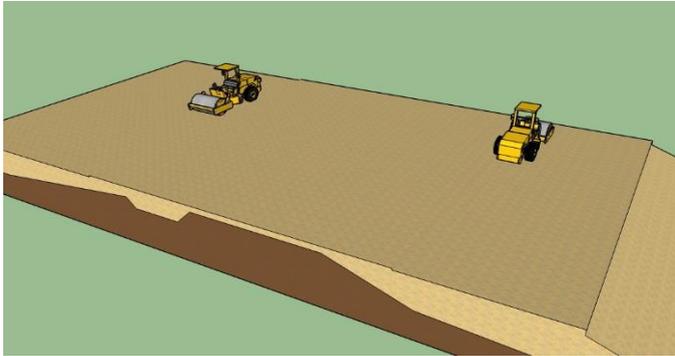
3. Pembuatan galian *cutoff* dilakukan secara bertahap. Kemudian dilakukan penimbunan dengan tanah pilihan dan pemadatan menggunakan *vibrating roller* sebanyak 8 lintasan.



Gambar 4. 49 *Cutoff* memanjang versi 3D



Gambar 4. 50 Potongan melintang galian *cutoff*



Gambar 4. 51Pemadatan area *cutoff*

4.4.3 Pembuatan *Main Dam* (tubuh embung)

Tubuh embung merupakan bagian utama yang berfungsi untuk menahan tekanan air yang terdapat pada area genangan. Berikut merupakan tahapan pelaksanaan pembuatan tubuh embung, yaitu :

1. Melakukan *striping* pada area embung secara keseluruhan untuk memudahkan dalam proses penghamparan dan pemadatan tanah.
2. Mempersiapkan area dari CE AS0 hingga CE AS4 sebagai bagian setengah tubuh embung yang akan ditimbun lebih dahulu. Persiapan tersebut berupa pembersihan area dan pemasangan patok-patok sesuai dengan gambar perencanaan.



Gambar 4. 52 Persiapan Pembuatan Tubuh Embung dari CE AS0 hingga CE AS4

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

3. Dasar tanahyangakan ditimbun, dipadatkan seperlunya sesuai persyaratannya.

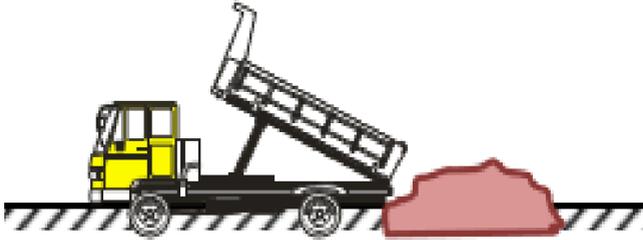


Gambar 4. 53 Proses Mulai Pematatan

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

4. Tanah timbunan yang diambil dari *quarry* atau lokasi galian, dibawa dengan Dump Truck, ditumpahkan di lokasi tempat timbunan yang telah dipersiapkan. Jarak

tumpukan diatur sedemikian, sehingga bila dihampar dengan ketebalan 40 cm seluruh permukaan dapat tertimbun.



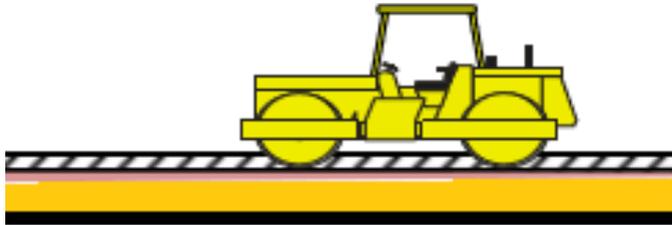
Gambar 4. 54 Penghambaran Material Timbunan
 Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-pemadatan-tanah-timbunan

5. Tumpahan tanah dari *Dump Truck* digusur/diratakan dengan Bulldozer untuk mencapai ketebalan hambaran kurang lebih 40cm. Bila musim hujan, sebaiknya hambaran tanah dibatasi seperlunya saja, dan dilindungi/ditutupi dengan terpal. Bila hujan cukup deras, pekerjaan harus dihentikan.



Gambar 4. 55 Perataan dengan tebal 40cm
 Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

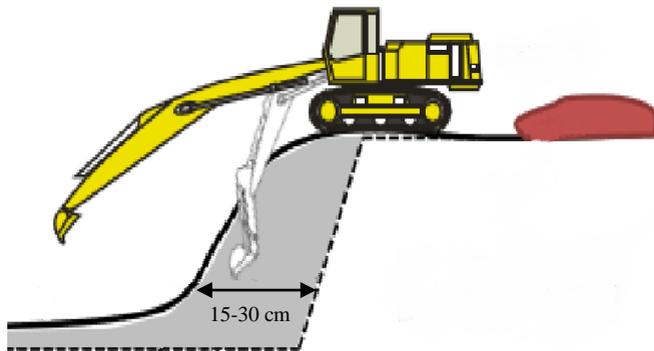
6. Kemudian dilakukan pemadatan dengan *vibro roller*. Ketika pemadatan perlu diperhatikan kadar airnya secara visual.



Gambar 4. 56 Pemadatan oleh *Vibro Roller*

Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-pemadatan-tanah-timbunan

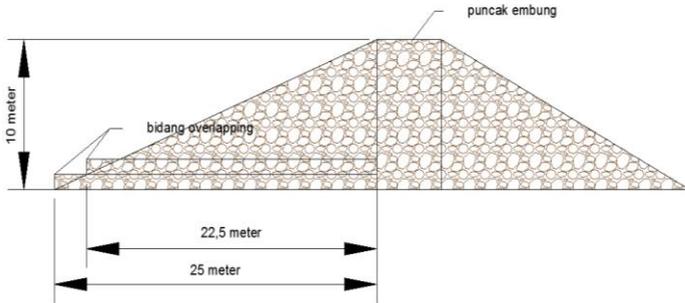
7. Bidang pemadatan harus *overlapping* kurang lebih 15-30 cm dengan tujuan untuk memudahkan ketika pembentukan kemiringan tubuh embung.



Gambar 4. 57 Pemadatan *overlapping* 15-30 cm

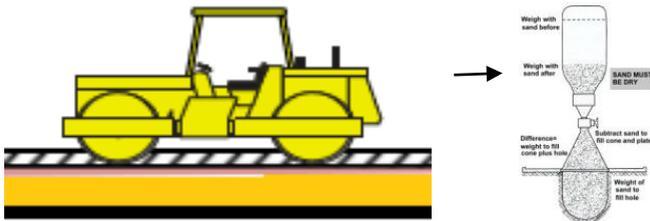
Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-pemadatan-tanah-timbunan

8. Pematokan kemiringan tubuh embung ditentukan berdasarkan beda tinggi dari puncak embung dan perbandingan kemiringan pada gambar rencana yang selanjutnya di ukur jarak pada setiap beda tinggi 1 meter menggunakan meteran.



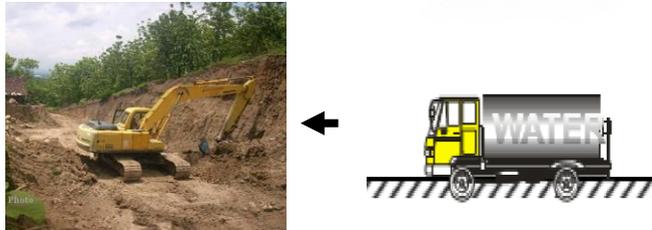
Gambar 4. 58 Kemiringan Tubuh Embung

9. Pada proses pemadatan, setiap layer di periksa kepadatannya dengan menggunakan uji sandcone. Lapisan pertama yang telah selesai dipadatkan, diambil sampelnya setiap jarak 50 meter (atau sesuai spesifikasi), dan diperiksa kepadatannya. Bila kepadatannya telah memenuhi syarat, maka lapisan berikutnya baru diperbolehkan untuk dihampar.



Gambar 4. 59 Pemadatan tiap layer dengan uji sandcone
Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-pemadatan-tanah-timbulan

10. Setelah kepadatan tanah memenuhi syarat, dilakukan sedikit pengerukan (*dredging*) pada permukaan dan penambahan sedikit air. Hal ini bertujuan agar tiap layer tanah terikat dengan optimum.



Gambar 4. 60 (*dredging*) dan penambahn air
 Sumber : Sumber : jasasipil.com/pekerjaan-pemadatan-tanah-timbunan

11. Timbunan dan pemadatan dilakukan lapis demi lapis. Untuk menjamin mutu timbunan yang berbentuk tubuh embung.



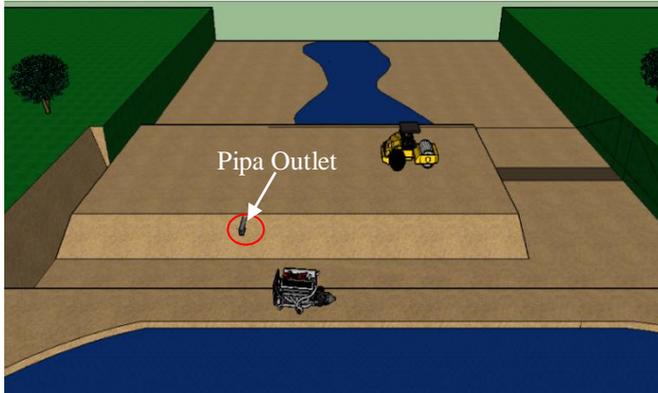
Gambar 4. 61 Melakukan kembali pemadatan dan timbunan
 Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

12. Setelah mencapai ketinggian kurang lebih 2 meter dari dasar embung, dilakukan pemasangan pipa *outlet* dan pipa air baku dengan jarak 5,6 meter dari patok CE AS3 dengan panjang pipa 49,2 meter. Pipa air baku disambungkan ke bak filter, sedangkan pipa di bengkokkan dengan sudut 120° ke arah kolam olak dan disambungkan pipa dengan panjang 10 meter.



Gambar 4. 62 Pemasangan Pipa *Outlet*

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

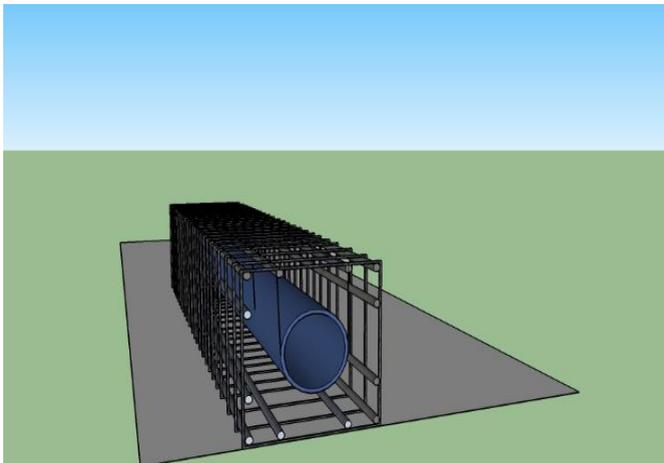


Gambar 4. 63 Letak Pipa *Outlet* versi 3D

13. Dilakukan penulangan untuk pipa *outlet* dan selanjutnya di cor sebagai perkuatan.



Gambar 4. 64 Penulangan pada pipa *outlet*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama



Gambar 4. 65 Penulangan pada pipa *outlet* versi 3D



Gambar 4. 66 Pengecoran pada pipa *outlet*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

14. Selanjutnya dilakukan penimbunan dan pepadatan sesuai dengan prosedur yang sebelumnya hingga mencapai ketinggian 4 meter dari dasar embung.



Gambar 4. 67 Pepadatan untuk mencapai tinggi 4 meter
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

15. Setelah ketinggian telah tercapai kurang lebih 4 meter, dilanjutkan penimbunan dan pepadatan sesuai prosedur

sebelumnya untuk pembuatan setengah sisi tubuh embung patok CE AS4 hingga CE AS6 sekaligus pelimpah dan kolam olak.



Gambar 4. 68 Gambar setengah bagian timbunan tubuh embung mencapai ketinggian 4 meter

16. Penimbunan dilakukan hingga mencapai ketinggian yang sama terhadap setengah sisi yang telah selesai ditimbun dan dipadatkan.



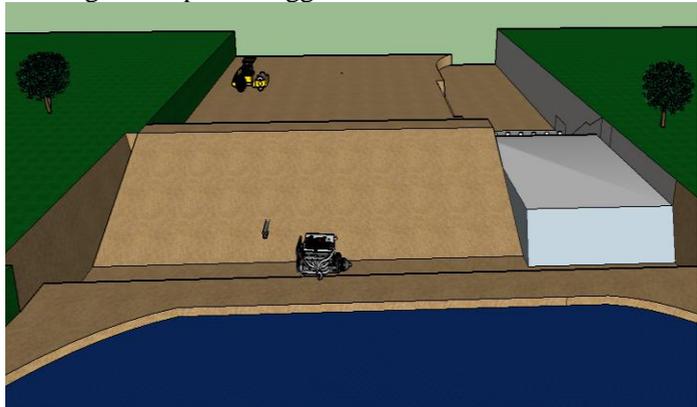
Gambar 4. 69 Gambar Tubuh embung ketinggian 4 meter

17. Setelah secara keseluruhan tubuh embung memiliki ketinggian yang sama, dilakukan penghamparan tanah timbunan dan pepadatan sesuai dengan prosedur hingga ketinggian tubuh embung mencapai 7 meter.
18. Selanjutnya pada ketinggian tubuh embung tersebut, sepanjang 8,4 meter dari patok PA 5 ke arah patok PA 6 tidak dilaksanakan penghamparan dan pepadatan lagi dikarenakan untuk pembuatan saluran pelimpah.



Gambar 4. 70 Area pelimpah yang tidak ditimbun lagi

19. Setelah pembatasan area untuk pembuatan pelimpah, dilaksanakan penghamparan tanah timbunan dan pemadatan sesuai dengan prosedur hingga tubuh embung mencapai ketinggian 10 meter.

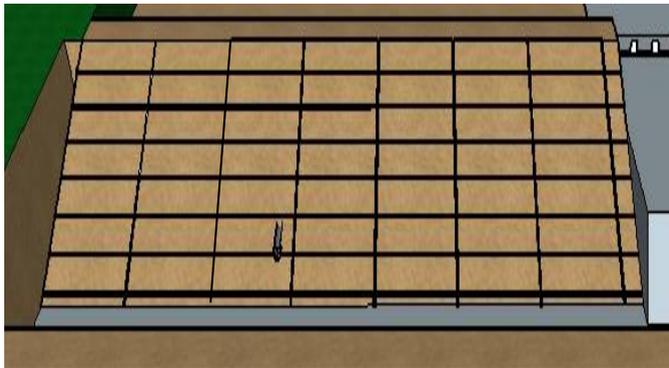


Gambar 4. 71 Gambar Tubuh embung mencapai ketinggian 10 meter

4.4.4 Pengecoran Dinding Pelindung Embung (*Flood Protection*)

Pengecoran pada dinding pelindung embung bertujuan sebagai perkuatan dan menghindari tumbuhnya lumut dan tanaman liar pada timbunan embung yang telah dipadatkan. Dalam pelaksanaan pengecoran, hal yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Ditentukan jumlah pembagian area pengecoran pada hulu untuk plat dan *sloof* sesuai dengan gambar perencanaan (3,5 meter x 3,5 meter)



Gambar 4. 72 Gambar Pembagian area untuk *flood protection*

2. Pembagian area tersebut ditandai dengan patok dan benang untuk memudahkan.
3. Ditentukan elevasi dari setiap area yang telah dibagi, elevasi diperoleh dari gambar perencanaan.
4. Dilakukan penggalian untuk pemasangan tulangan *sloof*. *Sloof* penutup memiliki dimensi 20 cm x 30 cm sedangkan *sloof* tengah memiliki dimensi 15 cm x 25 cm.

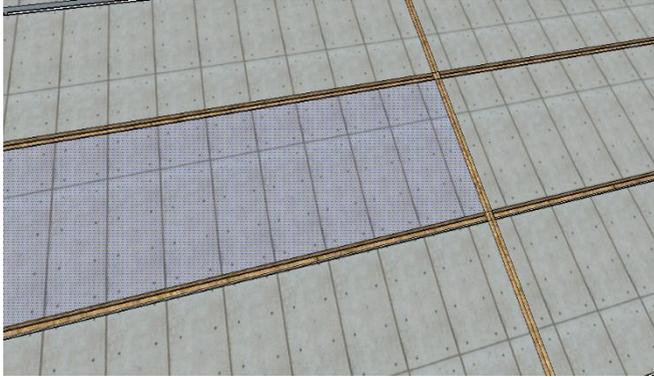


Gambar 4. 73 Galian untuk pemasangan tulangan *sloof*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

5. Tanah yang telah di galikemudian disiram dengan air secukupnya untuk menjaga kadar airnya.
6. Dilakukan pengecoran lantai kerja untuk dasar *sloof* dan alas untuk penulangan plat.



Gambar 4. 74 Pengecoran Lantai Kerja
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama



Gambar 4. 75 Gambar Pengecoran lantai kerja versi 3D

7. Dilakukan pembesian terhadap tulangan *sloof* terlebih dahulu sesuai dengan gambar perencanaan. Dilanjutkan dengan pembesian terhadap tulangan plat sesuai dengan gambar perencanaan. Tulangan *sloof* dan plat harus terikat pada saat proses pembesiannya.



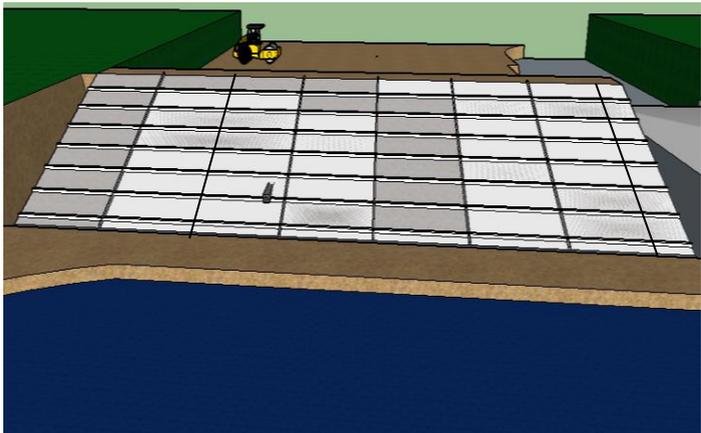
Gambar 4. 76 Gambar penulangan pada plat *flood protection*

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

8. Proses pengecoran dilaksanakan secara bersamaan dan keseluruhan.



Gambar 4. 77 Pengecoran pada *Slope Protection*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama



Gambar 4. 78 Gambar *Sloope protection* yang telah selesai di cor versi 3D

9. Untuk *curing* beton dilaksanakan dengan penyiraman air 4 kali setiap 24 jam.
10. Selanjutnya setelah beton mencapai umur tertentu, dilakukan uji angka pantul (*hammer test*).

4.5 Pembuatan Bangunan Pelimpah dan Kolam Olak

Pelimpah merupakan bangunan pelengkap yang berfungsi untuk melimpaskan air berlebih agar tidak mengalami *overtopping* dan menggerus lereng hilir, kemudian kolam olak akan meredam energi yang timbul ketika air melewati saluran peluncur. Dalam proses pembuatan pelimpah dan kolam olak, peralatan K3 yang digunakan adalah sarung tangan, helm, kaca mata, masker, rompi, dan sepatu *safety*. Berikut merupakan tahapan pembuatan pelimpah dan kolam olak, yaitu :

4.5.1 Pelaksanaan pembuatan pelimpah dan kolam olak.

Bangunan pelimpah dibuat pada ketinggian 7 meter dari dasar embung memiliki panjang keseluruhan kurang lebih 36 meter, lebar 8,4 meter, dan kemiringan peluncurnya 1:3,7 dan dilanjutkan oleh kolam olak dengan panjang 15 meter dan lebar 8,4 meter dengan metode pelaksanaan pembuatan pelimpah sebagai berikut :

1. Ketika tubuh embung telah mencapai ketinggian 7 meter, pada patok PA 5 diberi batasan dengan jarak 8,4 meter sebagai lebar saluran pembawa pelimpah searah lurus patok PA 6 dan panjangnya 12 meter.



Gambar 4. 79 Jarak antar patok PA 5 dengan PA 6
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
 Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
 Kalisat Kabupaten Pasuruan.

2. Area tersebut dipadatkan dengan tujuan memperkuat saluran pembawa pelimpah dari tekanan air dan memudahkan mobilisasi kendaraan untuk pelaksanaan penimbunan saluran peluncur pada pelimpah.
3. Kemudian pada area saluran peluncur pelimpah dengan panjang 27 meter, lebar 8,4 meter dan kemiringan 1:3,5 dan pada area kolam olak dengan panjang 15 meter dan lebar 8,4 meter dilakukan penimbunan dan pepadatan sesuai dengan kriteria pelaksanaan.



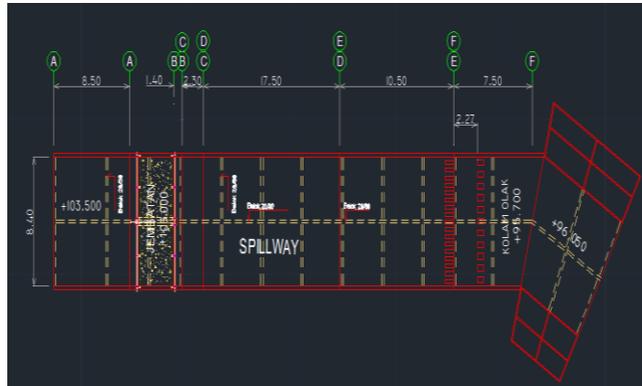
Gambar 4. 80 Pemadatan area pelimpah dan kolam olak

4. Pada area pelimpah dan kolam olak yang telah ditimbun dan dipadatkan sesuai dengan gambar perencanaan tersebut akan dilaksanakan proses pengecoran yang bertujuan sebagai pelindung untuk timbunan pelimpah agar tidak tergerus air.

4.5.2 Pengecoran pada pelimpah dan kolam olak

Pelimpah dan kolam olak merupakan bangunan pelengkap yang rawan menerima gerusan air sehingga perlu diperkuat lapisan beton dengan tahapan, yaitu :

1. Sebelum dilakukan pengecoran, perlu diperhatikan kriteria pelaksanaan dan aturan untuk pengecoran.
2. Apabila telah memenuhi kriteria pengecoran, semua permukaan untuk lantai kerja, *sloope*, dan plat harus dibersihkan dari semua kotoran yang dapat menurunkan kualitas beton.
3. Ditentukan pembagian jumlah dan luas area pengecoran berdasarkan gambar perencanaan (4 meter x 4,2 meter).



Gambar 4. 81 Denah Pelimpah dan Kolam Olak
 Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
 Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
 Kalisat Kabupaten Pasuruan.

4. Dilakukan penggalian disisi kanan dan kiri saluran pelimpah dan kolam olak dengan kedalaman 40 cm dan lebar 1,8 meter sebagai telapak pondasi *landhope*.



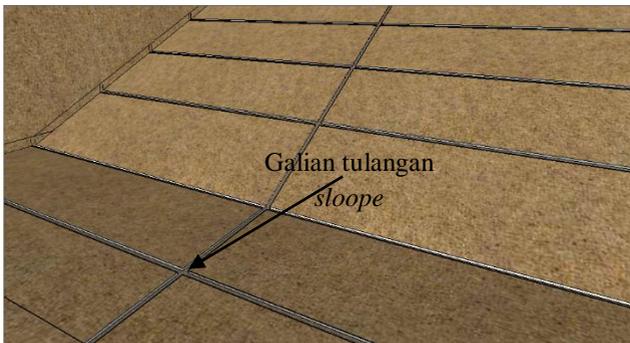
Gambar 4. 82 Galian pondasi *landhope*

5. Selanjutnya dilakukan pemasangan benang untuk memudahkan dalam pembagian tempat tulangan slope sesuai denah pelimpah.

6. Kemudian dilakukan penggalian untuk pemasangan tulangan *sloope* sesuai denah pelimpah.

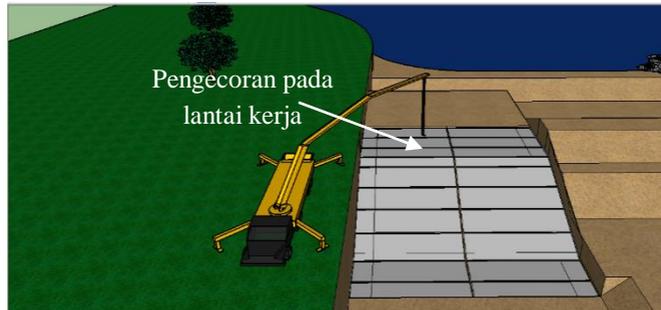


Gambar 4. 83 Galian untuk pemasangan *sloope*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama



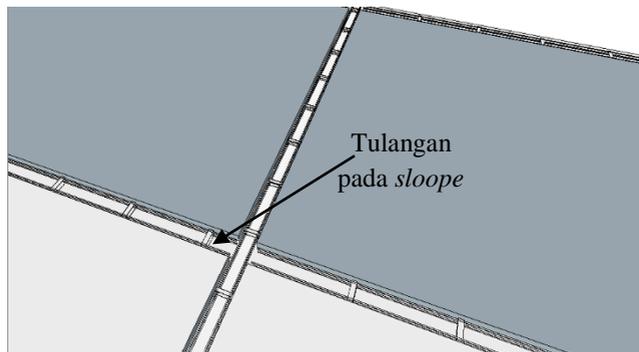
Gambar 4. 84 Galian untuk pemasangan *sloope* versi 3D

7. Dilaksanakan proses pengecoran lantai kerja terhadap permukaan pelimpah yang telah dipadatkan dengan ketebalan 5 cm berdasarkan denah pelimpah yang telah dibagi.



Gambar 4. 85 Pengecoran lantai kerja

8. Setelah beton pada lantai kerja mengering, dilakukan pemasangan tulangan pada galian untuk tulangan slope sesuai dengan denah pelimpah.



Gambar 4. 86 Pemasangan tulangan pada *sloope*

9. Kemudian dilakukan pemasangan tulangan untuk plat dengan jarak tulangan memanjang 15 cm berdiameter 10 mm dan jarak tulangan melintang 15 cm berdiameter 10 mm.



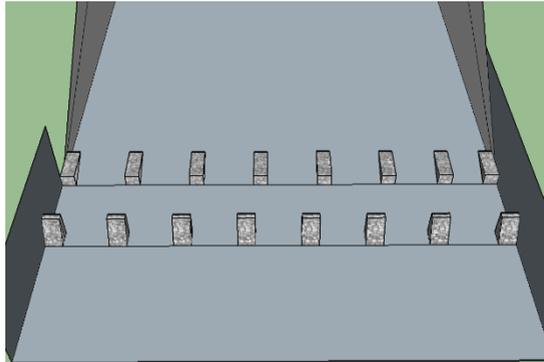
Gambar 4. 87 Penulangan pada plat pelimpah
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

10. Setelah proses pembesian pada *sloope* dan plat telah selesai, dilaksanakan proses pengecoran dengan beton mutu K-175 pada *sloope*.



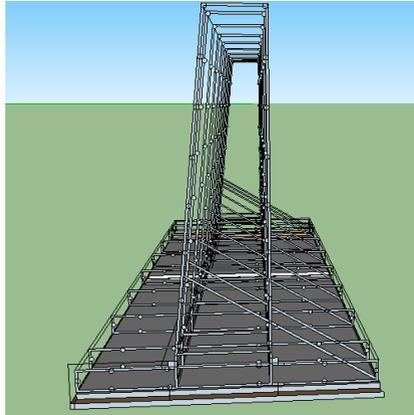
Gambar 4. 88 Proses Mulai Pengecoran pada
Pelimpah
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

11. Kemudian pada jarak 7,05 meter pada pelimpah dibuat beton tumbuk dengan panjang 0,5 meter, tinggi 0,4 meter, dan kemiringan 1:1.
12. Pada kolam olak dibuat peredam energi sesuai dengan detail peredam energi dengan panjang sisi bawah 50 cm, panjang sisi atas 10 cm, lebar 38 cm dan tinggi 50 cm.



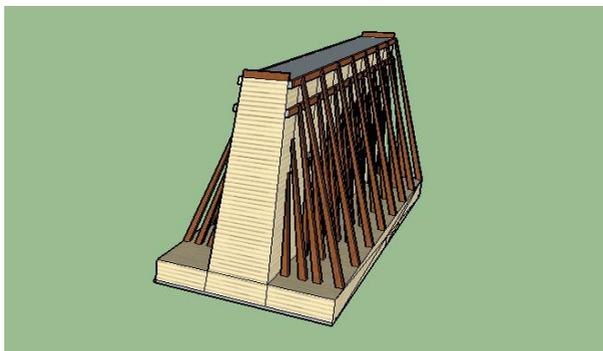
Gambar 4. 89 Peredam energi pada kolam olak

13. Selanjutnya dilaksanakan proses pembesian untuk pembuatan *landhope* (dinding penahan tanah) disisi kanan kiri pelimpah dan kolam olak dengan ketinggian 2,9 meter dan bentuk sesuai gambar perencanaan.



Gambar 4. 90 Penulangan *landhope* versi 3D

14. Selanjutnya dilakukan pemasangan bekisting dan tulangan untuk pondasi telapak *landhope* sesuai gambar perencanaan dengan perhitungan jumlah bekisting disesuaikan luas permukaan pondasi dan *landhope* yang akan di bekisting yaitu 764 meter² dibagi dengan luas standar multiplek yaitu 2,9768 meter² sehingga diperoleh kebutuhan bekisting 256,9 lembar.



Gambar 4. 91 Bekisting *landhope* pelimpah

15. Kemudian dilaksanakan proses pengecoran terhadap *landhope* dengan mutu beton K-175.



Gambar 4. 92 Pengecoran Dinding Pelimpah
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

16. Untuk *curing* beton dilaksanakan dengan penyiraman air 4 kali setiap 24 jam.
17. Selanjutnya setelah beton mencapai umur tertentu, dilakukan uji angka pantul (*hammer test*).

4.6 Pembuatan Akses Jalan Masuk

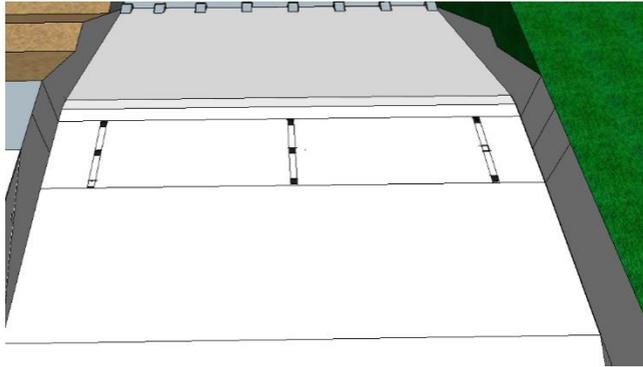
Embung Kalisat dibangun untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Desa Kalisat terhadap air baku. Untuk memudahkan masyarakat menuju embung, perlu dibuat akses jalan yang dapat dilalui kendaraan dengan mudah. Dalam proses pembuatan akses jalan masuk, peralatan K3 yang digunakan adalah sarung tangan, helm, kaca mata, masker, rompi, dan sepatu *safety*. Berikut merupakan tahapan proses pembuatan akses jalan masuk, yaitu :

4.6.1 Pembuatan Jembatan

Embung Kalisat merupakan sarana bagi masyarakat untuk memperoleh air baku sehingga perlu dibangun

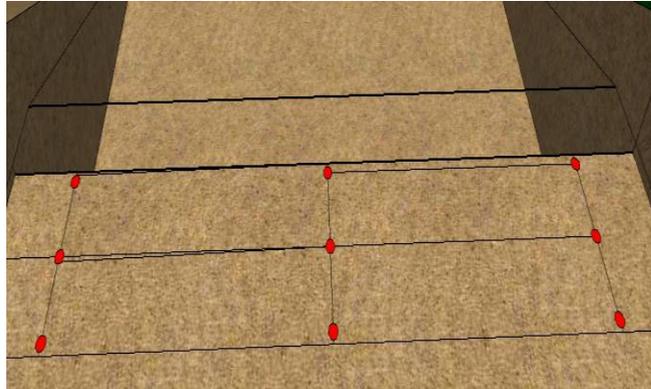
jembatan sebagai akses jalan untuk menghubungkan beberapa bagian Desa Kalisat. tahapan pelaksanaan sebagai berikut :

1. Menentukan titik sudut jembatan untuk dimensi, pilar, pondasi dan *landhope* sesuai dengan gambar perencanaan. As tubuh embung digunakan sebagai acuan untuk membantu proses pematokan titik sudut jembatan.



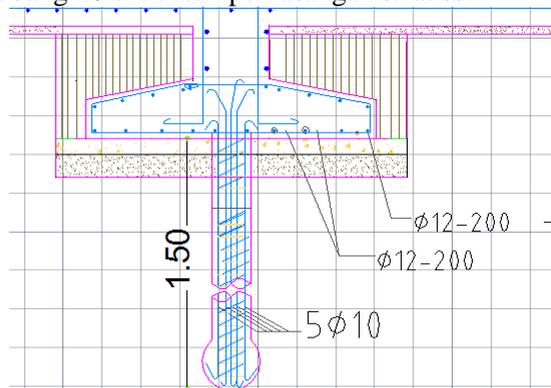
Gambar 4. 93 Titik Sudut Jembatan

2. Menentukan titik gali yang berada tepat di lantai pelimpah sesuai dengan gambar perencanaan untuk pemasangan *strauss* dan pembuatan pondasi.



Gambar 4. 94 Titik *Strauss*

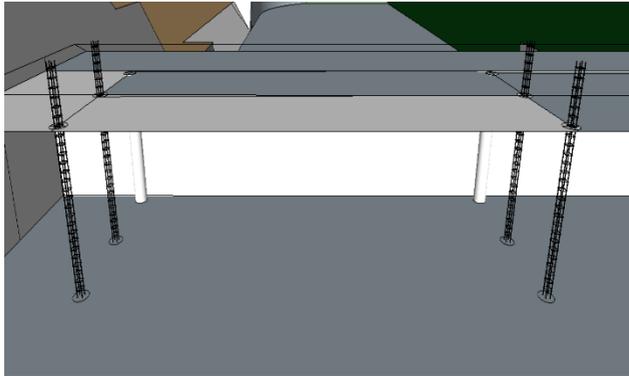
3. Dilakukan pengeboran pada titik gali menggunakan bor manual dengan kedalaman 1,5 meter dan diameter lubang 20 cm untuk pemasangan *strauss*.



Gambar 4. 95 Pemasangan *Strauss*

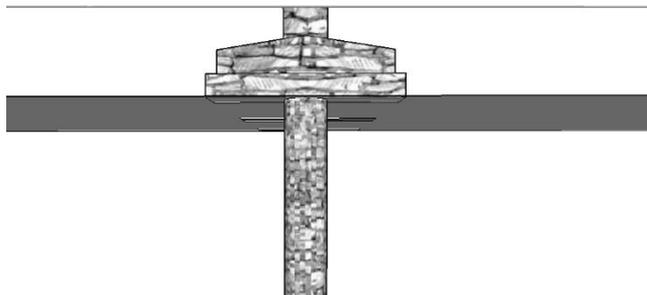
Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
Kalisat Kabupaten Pasuruan.

4. Tulangan untuk *strauss* dimasukan kedalam lubang yang telah digali, kemudian dicor dengan menggunakan beton mutu K-175



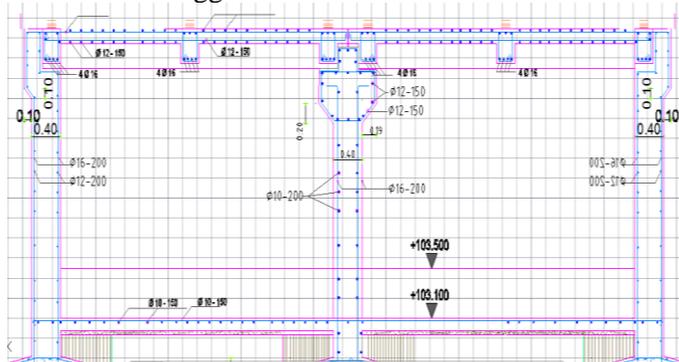
Gambar 4. 96 Tulangan *Strauss*

5. Dilakukan pengecoran lantai kerja dengan tebal 8 cm untuk pondasi telapak pada *landhope* dan pilar sesuai dengan gambar teknik.
6. Tulangan untuk pondasi dibegel dan diram menggunakan kawat bendrat, selanjutnya dibekisting dan dicor menggunakan beton mutu K-175.



Gambar 4. 97 Pengecoran pondasi telapak

7. Dilakukan proses pembesian terhadap tulangan untuk pilar dan *landhope* dengan tinggi 2,9 meter, selanjutnya dibekisting sesuai dengan gambar rencana dan dicor menggunakan beton mutu K-175.



Gambar 4. 98 Proses Penulangan untuk pilar dan *landhope*

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

8. Pemasangan kayu penyangga bekisting dengan jumlah yang disesuaikan dengan panjang bentang jembatan sebagai penyangga bekisting untuk plat dan balok jembatan. Perhitungan jumlah bekisting disesuaikan luas permukaan plat dan balok jembatan yang akan di bekisting yaitu 32,2 meter² dibagi dengan luas standar multiplek yaitu 2,9768 meter² sehingga diperoleh kebutuhan bekisting 10,8 lembar.



Gambar 4. 99 Pemasangan Bekisting pada Jembatan
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama



Gambar 4. 100 Pemasangan Bekisting pada Jembatan
versi 3D

9. Pembesian pada balok utama dilaksanakan terlebih dahulu dan dilaksanakan diluar bekisting. Selanjutnya tulangan pada balok utama dipasang pada bekisting dan dilanjutkan pemasangan tulangan untuk balok

diafragma dan plat jembatan. Tulangan pada plat dan balok harus terikat.



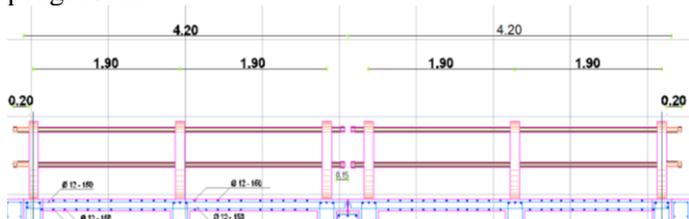
Gambar 4. 101 Penulangan Jembatan
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

10. Dilakukan proses pengecoran pada plat dan balok secara bersamaan dengan beton mutu K-225 menggunakan *ready mix*.



Gambar 4. 102 Pengecoran Jembatan
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

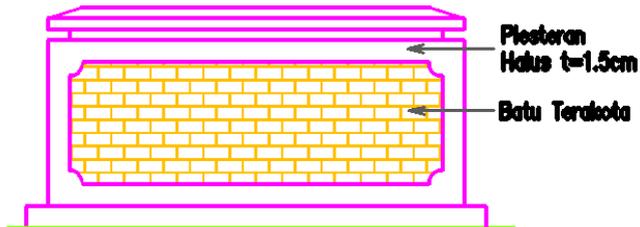
11. Pada balok utama dilakukan pemasangan *elastis joint* untuk mencegah terjadinya retak pada beton ketika proses pemuaiian.
12. Dibuat railing untuk jembatan sebagai pengaman. Tulangan pada *railing* jembatan harus terikat pada balok, selanjutnya dilaksanakan pembuatan bekisting sesuai gambar teknik dan dilakukan proses pengecoran.



Gambar 4. 103 Pembuatan *railing*

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.

13. Dibuat buk untuk jembatan dengan menggunakan tulangan *strauss* untuk pondasinya, selanjutnya buk pada jembatan dibuat dengan menggunakan bata merah.



Gambar 4. 104 Pembuatan Buk

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas
Surabaya. 2015. Album Gambar Embung
Kalisat Kabupaten Pasuruan.

14. Untuk *curing* beton dilaksanakan dengan penyiraman air 4 kali setiap 24 jam.
15. Selanjutnya setelah beton mencapai umur tertentu, dilakukan uji angka pantul (*hammer test*).

4.6.2 Pemasangan Paving Mutu K-300

Untuk memudahkan akses menuju embung kalisat, dipasang paving mutu K-300 dengan tahapan sebagai berikut :

1. Sebelum *paving block* dipasang, struktur dari lahan yang hendak di paving di *striping* dan ditimbun sebanyak 2 layer dengan tanah pilihan. Setiap layer memiliki ketebalan penghamparan 40cm.
2. Selanjutnya tanah timbunan dipadatkan dengan menggunakan mesin *vibro roller* sebanyak 6 lintasan. Hal ini agar lahan yang telah dipasang *paving block* tidak mengalami penurunan.
3. Sesuaikan spesifikasi beban yang akan melewati lahan yang akan dipasang paving dengan material pendukung untuk landasan area paving. Material tersebut dapat berupa : *Limestone, Base Course, Sirdam, Makadam dsb*.
4. Pastikan permukaan lahan yang akan di paving dalam kondisi rata/ sudah level.
5. Pasang Kanstin beton sebagai pengunci *paving block*, agar paving block yang sudah terpasang tidak bergeser.



Gambar 4. 105 Kanstin Beton

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

6. Gelar pasir mengikuti kemiringan yang telah ditentukan kemudian diratakan dengan menggunakan jidar kayu.



Gambar 4. 106 pasir yang akan digelar

Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

7. Lakukan pemasangan *paving block* dengan cara maju kedepan, sementara pekerja pemasangan paving berada diatas paving yang telah terpasang.



Gambar 4. 107 Pemasangan *Paving Block*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

8. Untuk tepian lahan/sudut-sudut yang belum terpasang *paving block*, potong *paving block* dengan menggunakan alat pemotong *paving block/paving block cutter*.
9. Setelah area jalan sudah terpasang *paving block*, selanjutnya dilakukan pengisian antar naat *paving block* tersebut dengan menggunakan pasir.
10. Padatkan *paving block* yang telah terpasang dengan menggunakan *baby roller* 1 sampai 2 kali putaran agar timbul gaya saling mengunci antar *paving block* satu sama lainnya.



Gambar 4. 108 Pemasangan *Paving Block*
Sumber : Dokumentasi PT. Pandu Putra Primatama

11. Bersihkan area lahan yang telah terpasang *paving block* dari sisa-sisa pasir.

BAB V

PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Pada pematokan As embung, digunakan alat theodolit untuk memudahkan pembangian sudut As embung dan area potongan embung.
2. Timbunan dipilih dari tanah asli di lokasi proyek berdasarkan spesifikasi uji laboratorium.
3. Pengelakan menggunakan tanah timbunan yang dipadatkan 6 lintasan dengan ketebalan 40 cm per layer, kemudian air sungai dilimpaskan dengan menggunakan dua buah pompa menuju hilir tubuh embung.
4. Uji kepadatan di lapangan menggunakan uji *sand cone*.
5. Galian pondasi (*Cutoff*) menggunakan metode konvensional (*Cutoff trench*) yaitu galian yang diisi tanah kemudian dipadatkan 8 lintasan dengan ketebalan 40 cm per layer.
6. Pembuatan tubuh embung menggunakan tanah asli yang dipadatkan 6 lintasan dengan ketebalan 40 cm per layer.
7. Pembuatan pelimpah menggunakan model ambang bulat dan kolam olak menggunakan model USBR tipe 3 sesuai perencanaan dengan pelaksanaan berupa tanah timbunan yang dipadatkan kemudian dibentuk sesuai kriteria perencanaan dan dilapisi dengan beton K-175.
8. Pengecoran pada jembatan menggunakan *ready mix* dengan mutu K-175 untuk pondasi dan K-225 untuk plat sesuai dengan perencanaan.

4.2. Saran

Menurut studi yang telah dikerjakan penulis, gambar perencanaan untuk pembuatan panduan metode pelaksanaan kurang mendetail dan kurang disesuaikan dengan lapangan. Untuk itu, dalam pembuatan gambar perencanaan, sebaiknya *owner* menyesuaikan dengan kondisi lapangan agar tidak menimbulkan kendala ketika berlangsungnya proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Marga, NTTIADP. 2003. **Pedoman Perencanaan Embung Kecil.**
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. **Standar Perencanaan Bangunan Air.**
- Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya. 2015. **Album Gambar Embung Kalisat Kabupaten Pasuruan.**
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999.a. **Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume I (Survai dan Investigasi).**
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999.b. **Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume III (Desain Pondasi dan Tubuh Bendungan).**
- Departemen Pekerjaan Umum. 1999.c. **Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume IV (Desain Bangunan Pelengkap).**
- Departemen Pekerjaan Umum. 2008. **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 06/PRT/M/2008.**
- Kasiro, Adidharma, dan Susantini. 1997. **Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering di Indonesia.** Bandung: PT. Medisa.
- Jasa Sipil. Oktober, 2004. **Panduan Penggunaan GPS.**
<URL:<http://www.jasasipil.com/2013/01/panduan-penggunaan-gps-garmin-76-csx.html>>

- Jasa Sipil. Juni, 2004. **Metode Pelaksanan Sunter**. <URL:<http://knowledge.brantas-abipraya.co.id/wp-content/uploads/2014/03/Metode-Pelaksanaan-Sunter.pdf> >
- Lauw Tjun Nji. September, 2009. **Pengertian Hidrolika**. <URL:<http://lauwtjunnji.weebly.com/pengujian--sand-cone.html>>
- Das, Braja M. 1995. **Mekanika Tanah diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya**. Jakarta: PT. Erlangga.
- Soedibyo. 2003. **Teknik Bendungan**. Jakarta: PT. Sentra Sarana Abadi.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 1977. **Bendungan Type Urugan**. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Wijaya Karya. 2004. **Pedoman Pekerjaan Beton**. Jakarta: Biro Enjiniring PT. Wijaya Karya.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tuban, 7 Mei 1995, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Bhayangkari, SDN Kebonsari 1, SMPN 3, SMAN 1 Tuban. Setelah lulus dari SMAN tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan kuliah dan diterima di Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS dengan jenjang D3 pada tahun 2014 dengan NRP 3114030019.

Di jurusan teknik sipil, penulis mengambil bidang studi bangunan keairan. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar yang diadakan di jurusan. Penulis juga mengikuti beberapa pelatihan pengembangan diri baik yang diadakan di jurusan, Fakultas, maupun Institut. Selain itu penulis juga aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan dalam beberapa *event* jurusan serta aktif dalam kontribusi bidang lain.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 30 September 1995, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Wachid Hasyim, SDN Nginden Jangkungan 1, SMP Khadijah, SMAN Khadijah Surabaya. Setelah lulus dari SMAN tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan kuliah dan diterima di Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS dengan jenjang D3 pada tahun 2014 dengan NRP 3114030039.

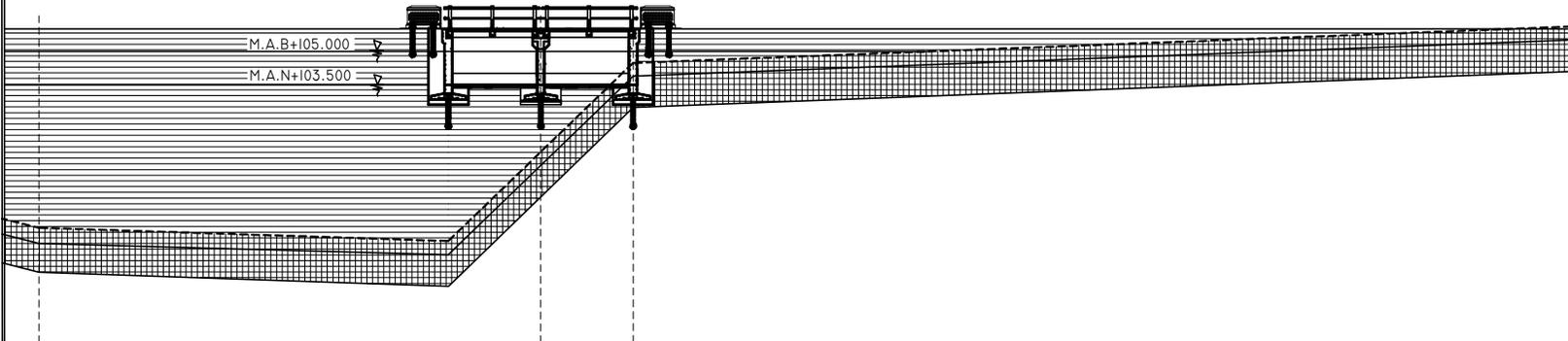
Di jurusan teknik sipil, penulis mengambil bidang studi bangunan keairan. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar yang diadakan di jurusan dan institut. Penulis mengikuti kegiatan himpunan mahasiswa (HMDS) dan lembaga dakwah (JMAA) di jurusan dan lembaga dakwah institut (JMMI). Penulis juga mengikuti beberapa pelatihan pengembangan diri baik yang diadakan di jurusan, Fakultas, maupun Institut. Selain itu penulis juga aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan dalam beberapa *event* jurusan serta aktif dalam kontribusi bidang lainnya.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

(Gambar Teknik Perencanaan)

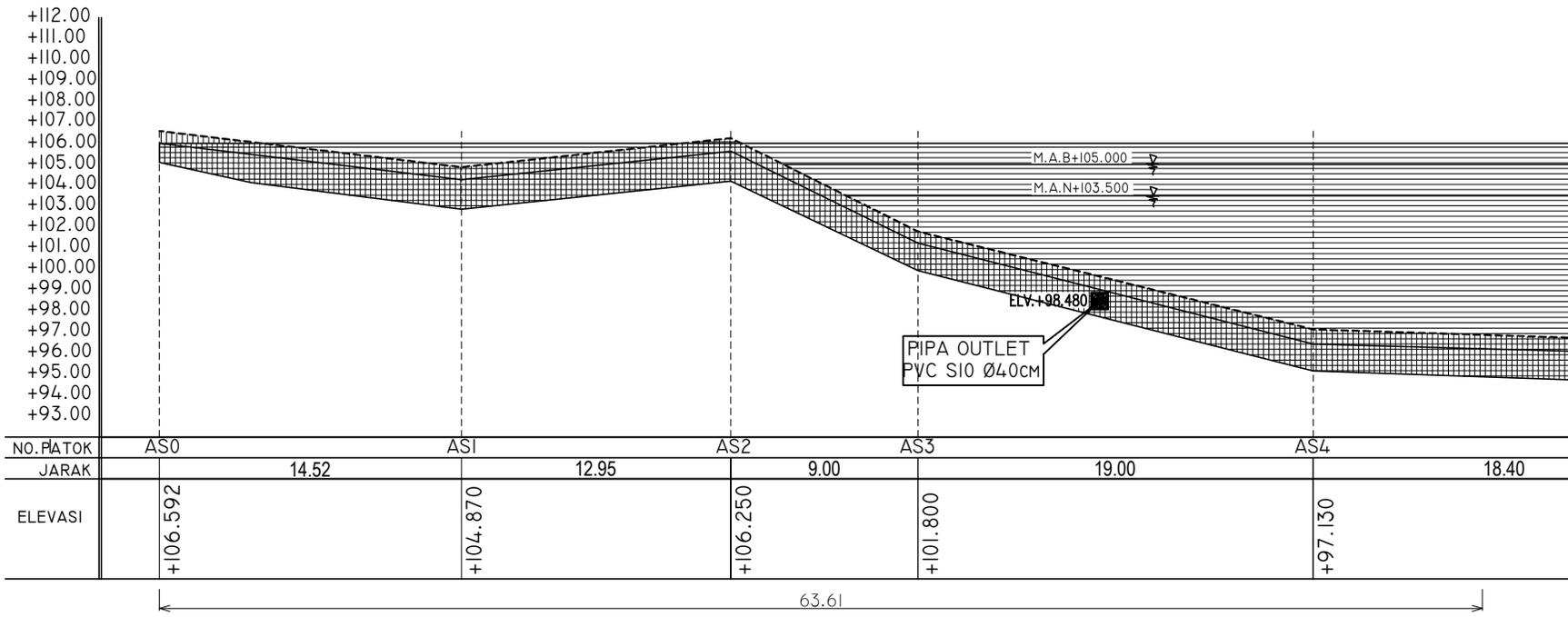
+112.00
 +111.00
 +110.00
 +109.00
 +108.00
 +107.00
 +106.00
 +105.00
 +104.00
 +103.00
 +102.00
 +101.00
 +100.00
 +99.00
 +98.00
 +97.00
 +96.00
 +95.00
 +94.00
 +93.00



NO. PATAK	AS4	AS5	AS6	BMI
JARAK	18.40	4.20	54.00	
ELEVASI	+97.130	+96.540	+104.490	+106.110

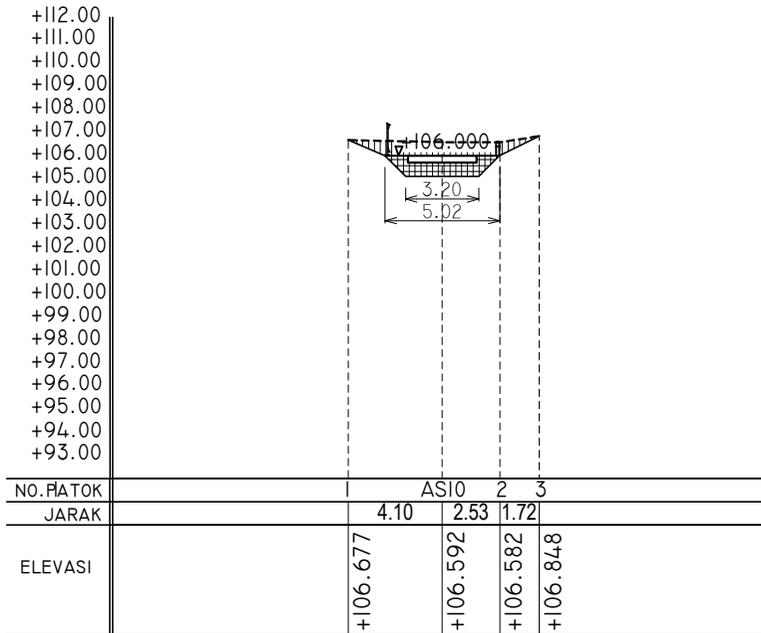


LONG SECTION TUBUH EMBUNG B
 SKALA D

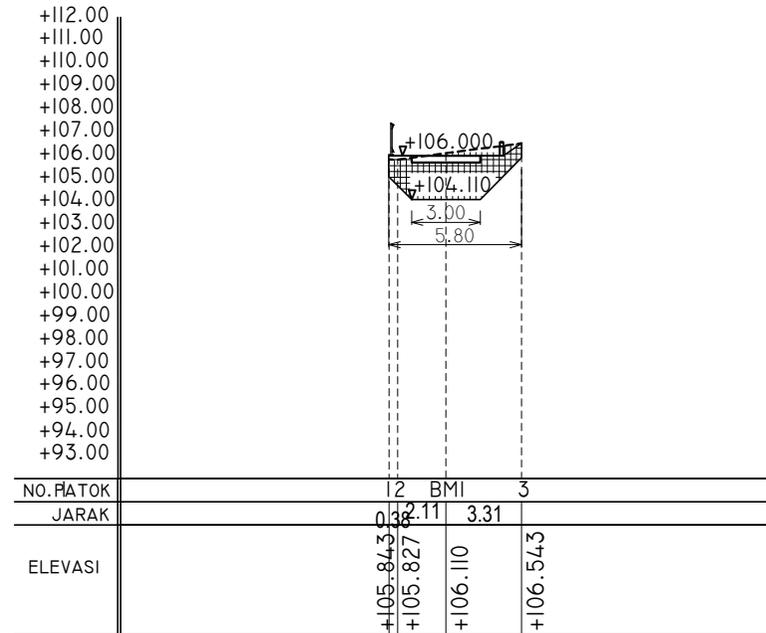


LONG SECTION TUBUH EMBUNG A
 SKALA D



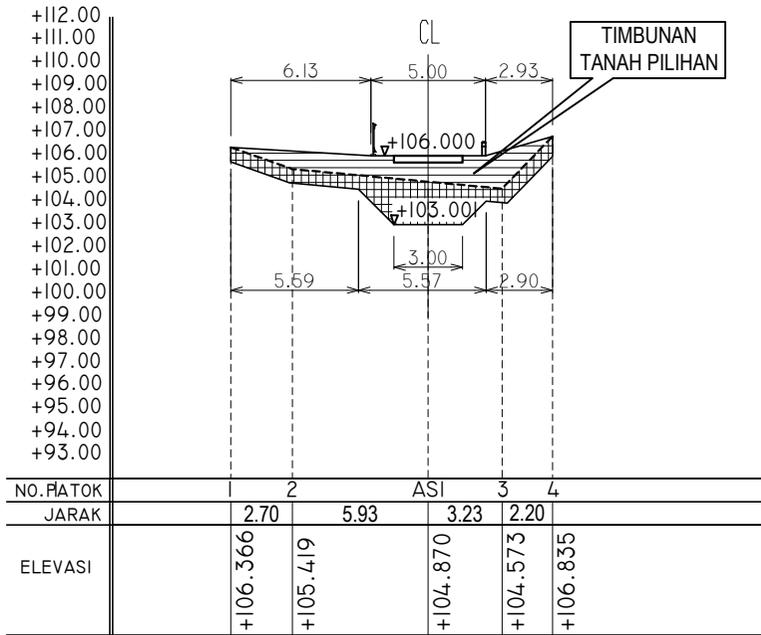


CE ASIO
SKALA D

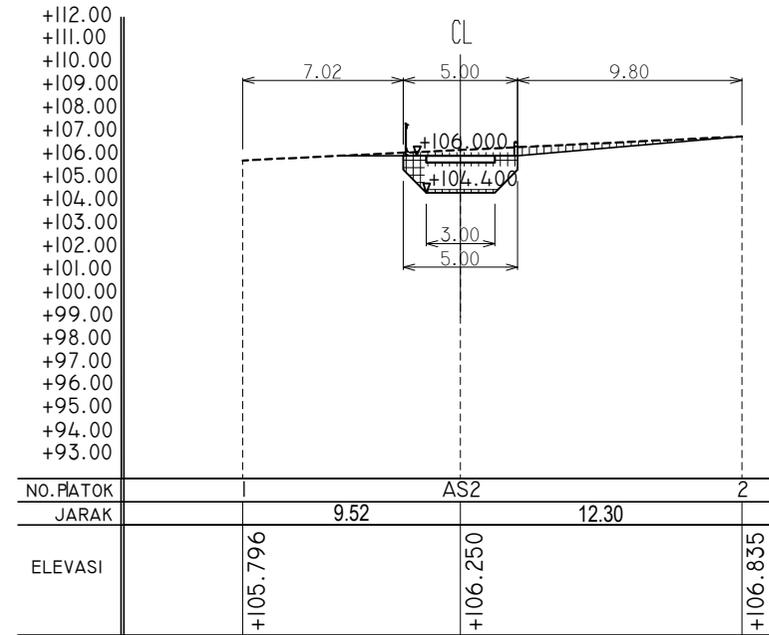


CE BMI
SKALA D



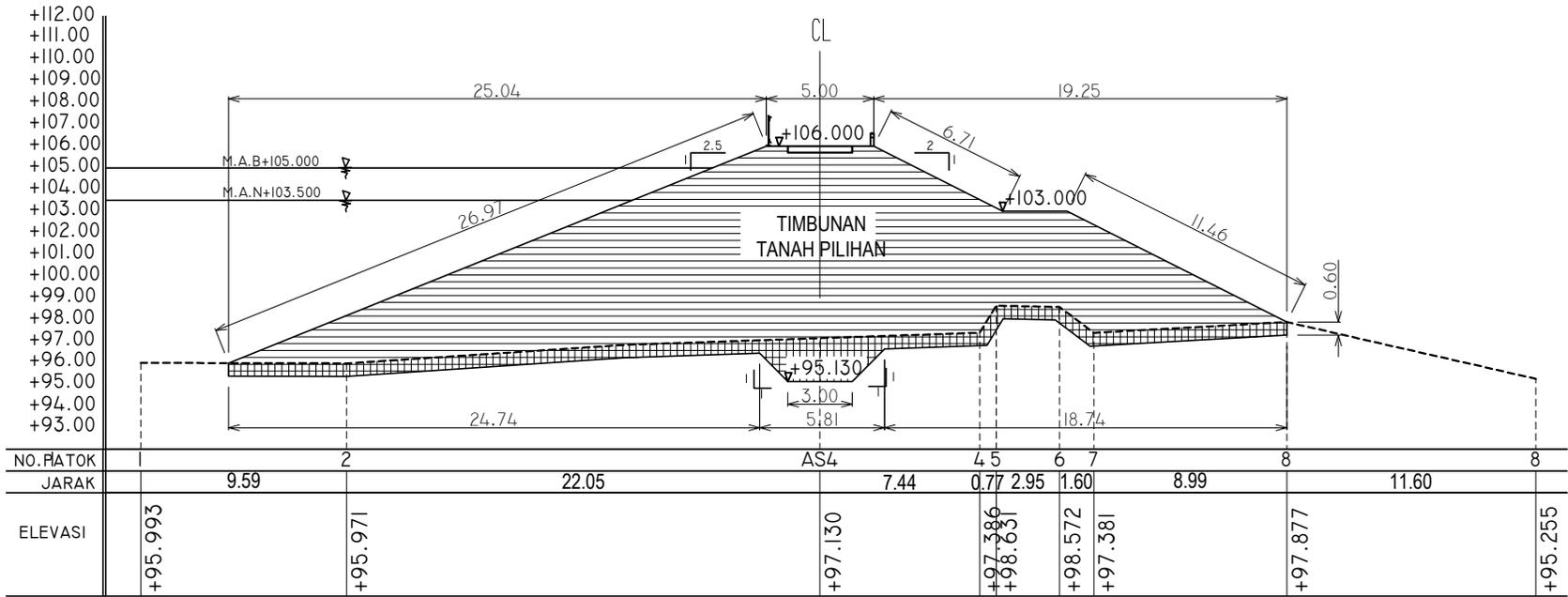


CE ASI
SKALA D



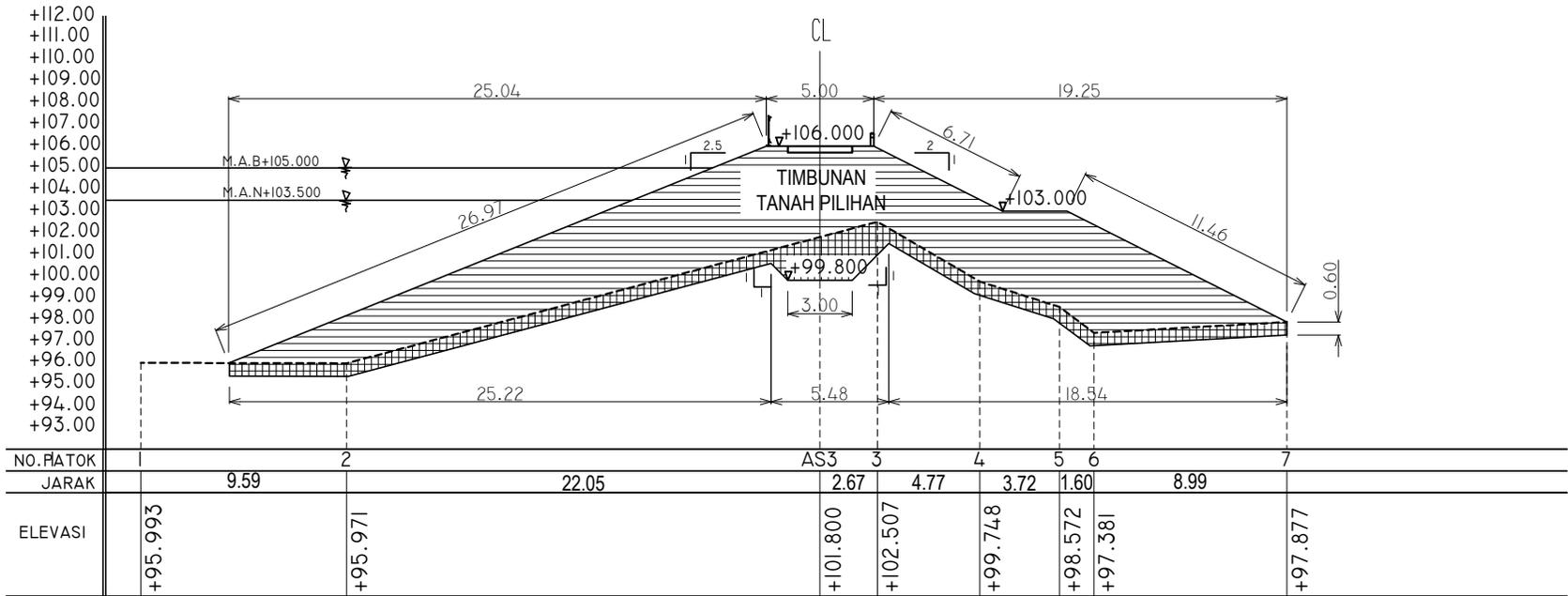
CE AS2
SKALA D





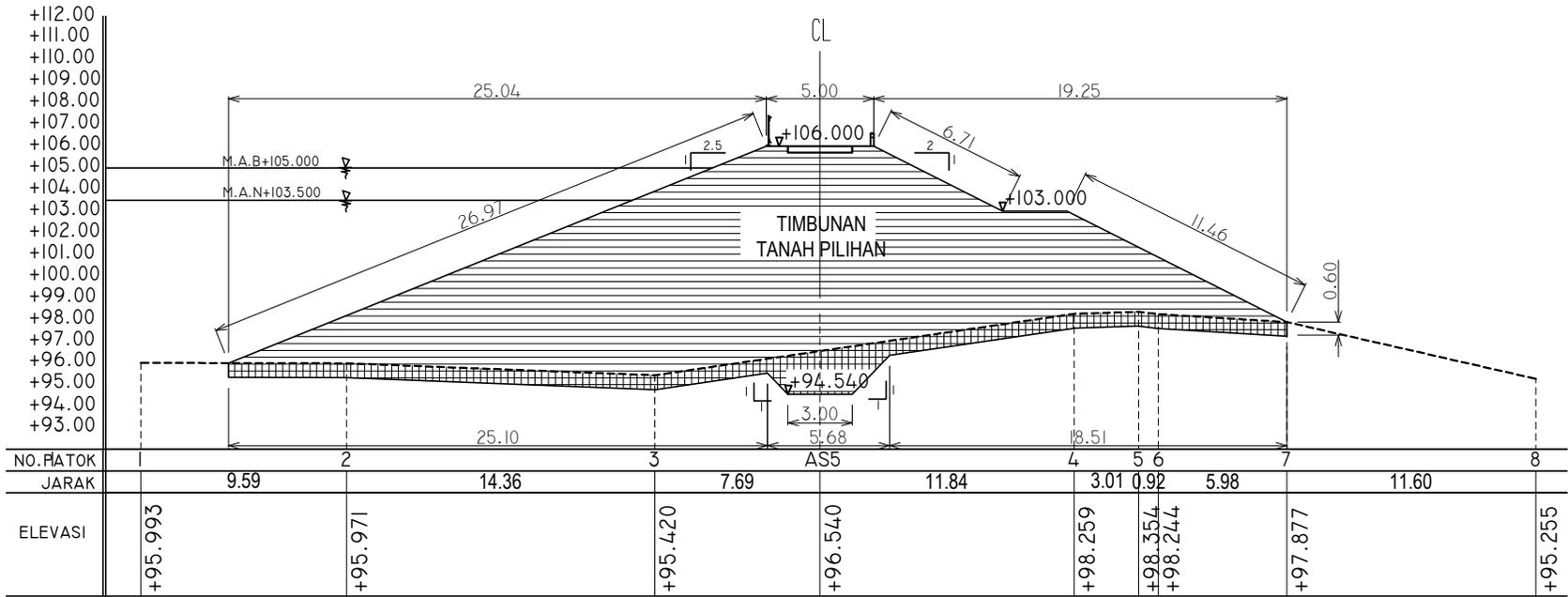
CE AS4
SKALA D





CE AS3
SKALA D

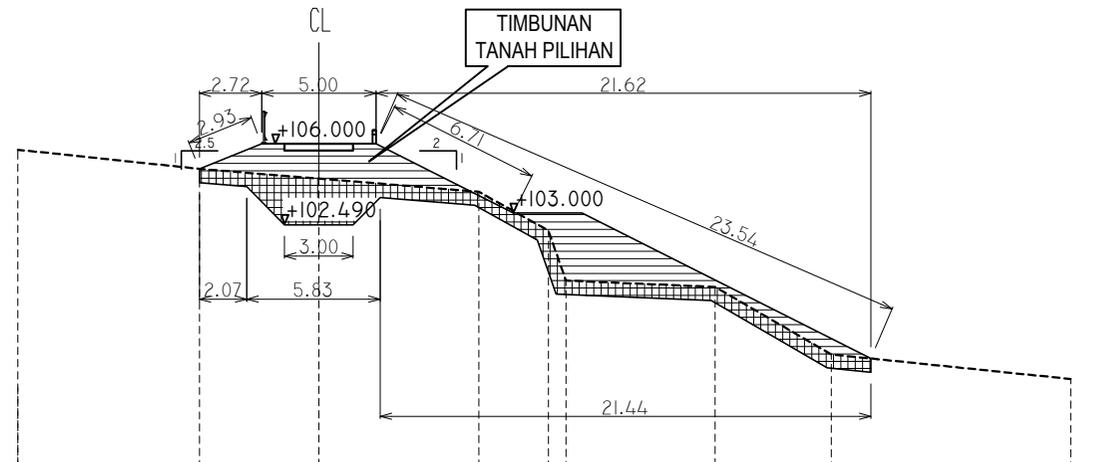




CE AS5
SKALA D



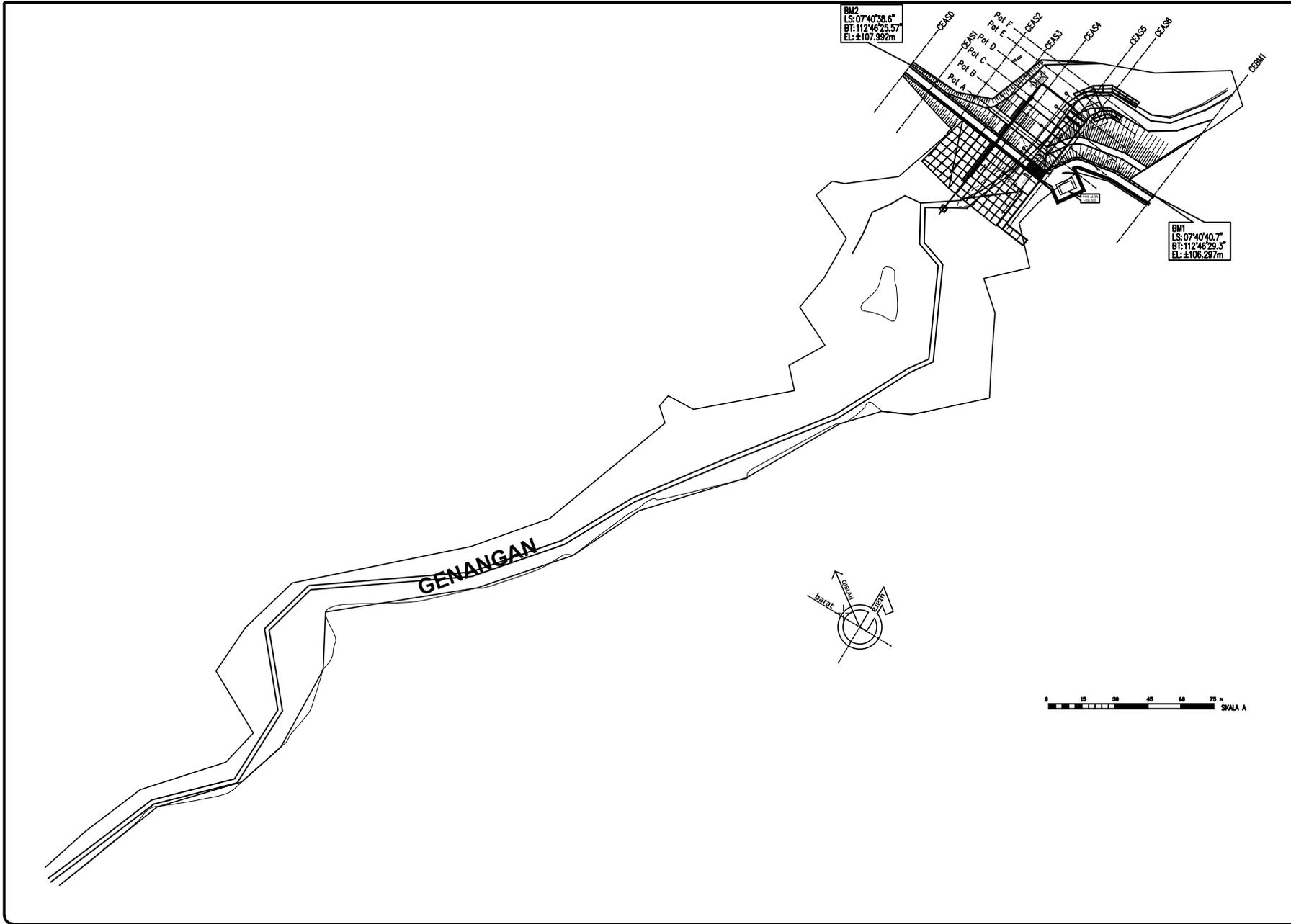
+112.00
 +111.00
 +110.00
 +109.00
 +108.00
 +107.00
 +106.00
 +105.00
 +104.00
 +103.00
 +102.00
 +101.00
 +100.00
 +99.00
 +98.00
 +97.00
 +96.00
 +95.00
 +94.00
 +93.00



NO. PATAK		2	AS6	3	4	5	6	7	8
JARAK		7.94	5.22	6.99	3.04	0.77	6.52	5.08	10.46
ELEVASI	+105.740	+104.911	+104.490	+103.092	+102.237	+100.066	+99.793	+96.865	+95.800

CE AS6
 SKALA D



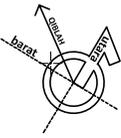


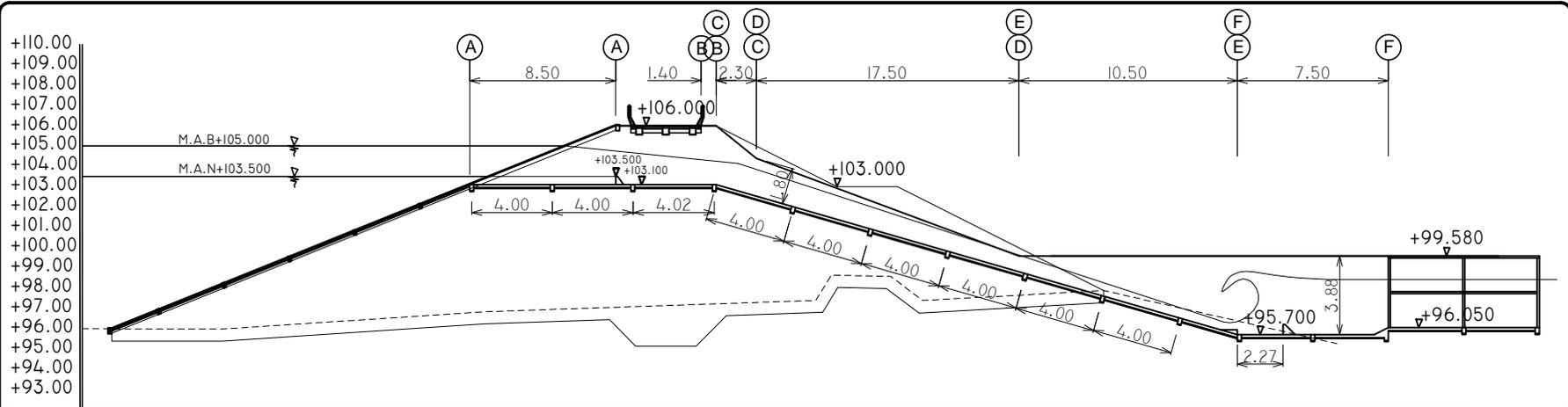
BM2
LS: 07°40'38.6"
BT: 112°46'25.57"
EL: ±107.992m

Pot F
Pot E
Pot D
Pot C
Pot B
Pot A

BM1
LS: 07°40'40.7"
BT: 112°46'29.3"
EL: ±106.297m

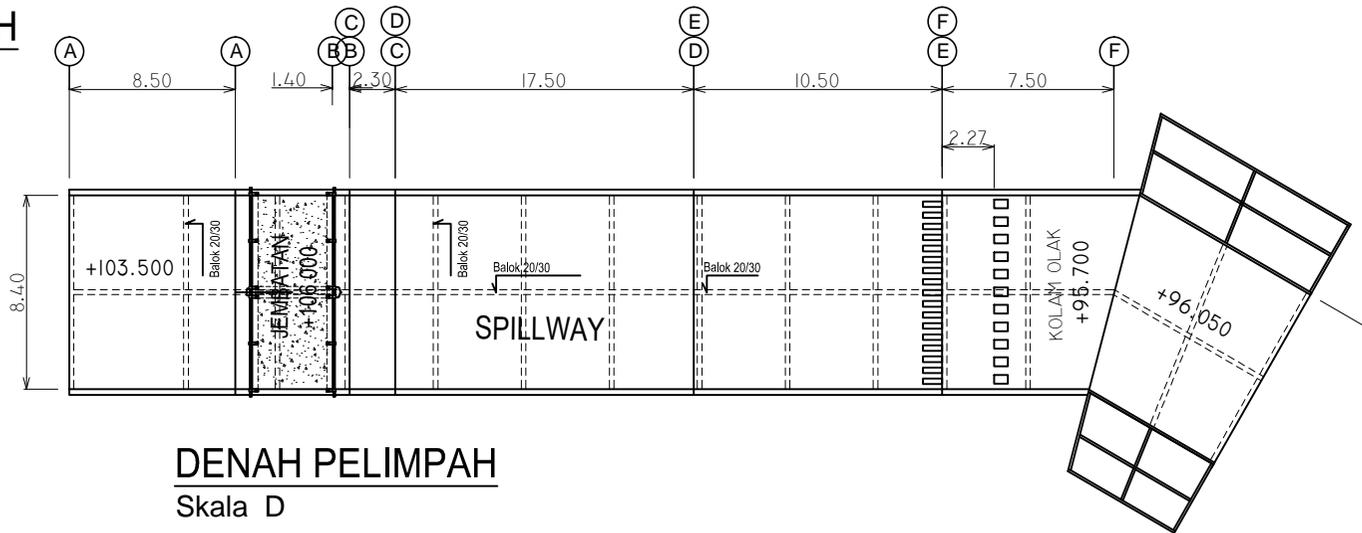
GENANGAN





CROSS PELIMPAH

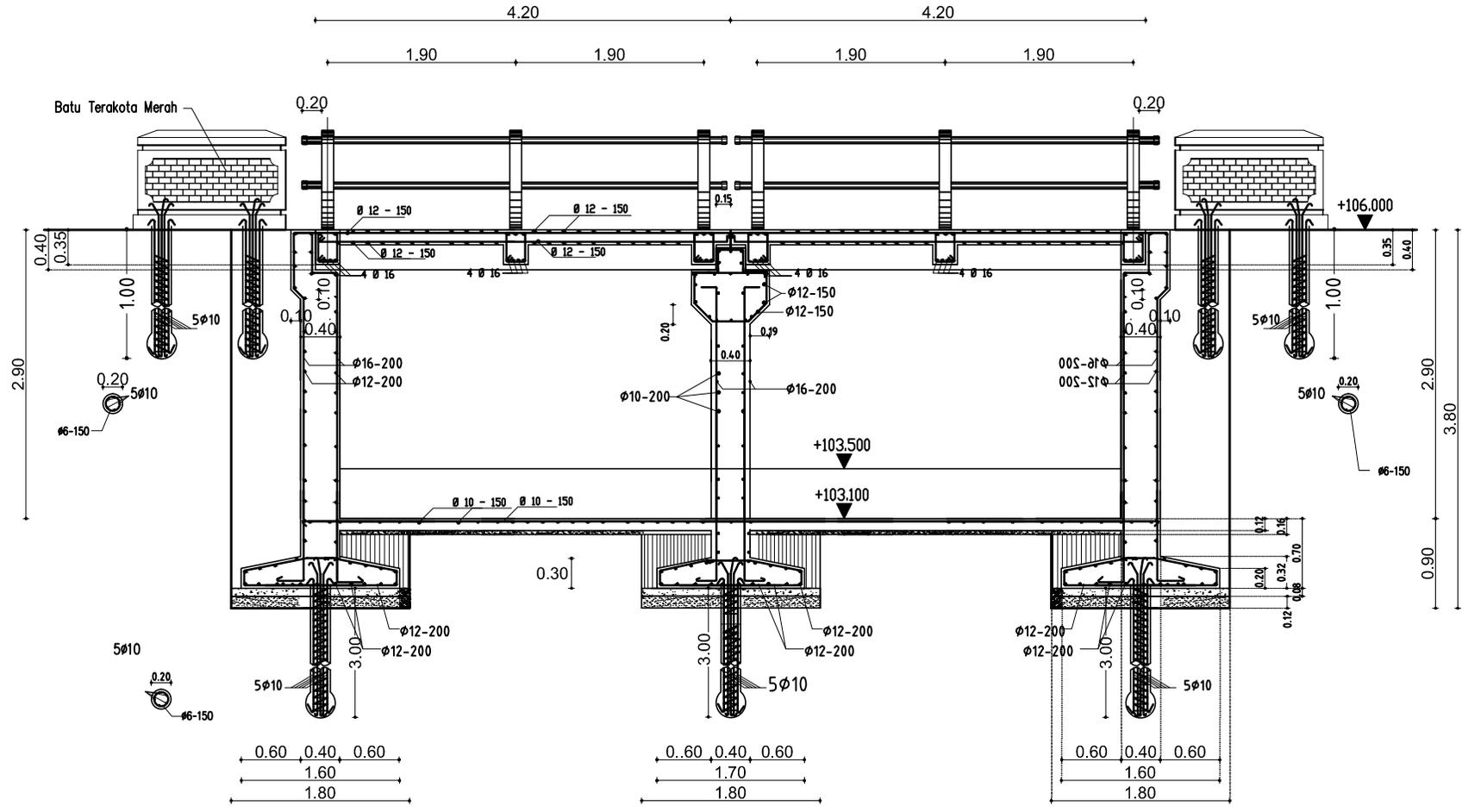
Skala D



DENAH PELIMPAH

Skala D





POTONGAN A - A
SKALA H

