



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

METODE PELAKSANAAN TEROWONGAN PENGELAK BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN JAWA TIMUR

BRAMARA DWI MAHAYANA
NRP. 3114 030 128

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDY SUMIRMAN, MT.
NIP. 19581212 198701 1 001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

METODE PELAKSANAAN TEROWONGAN PENGELAK BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN JAWATIMUR

BRAMARA DWI MAHAYANA
NRP. 3114 030 128

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDY SUMIRMAN, MT.
NIP. 19581212 198701 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



FINAL APLIED PROJECT - RC 145501

IMPLEMENTATION METHODS TO BUILD DIVERSION TUNNEL CONSTRUCTION OF TUKUL DAM IN PACITAN DISTRICT EAST JAVA

BRAMARA DWI MAHAYANA
NRP. 3114 030 128

FINAL PROJECT SUPERVISOR
Ir. EDY SUMIRMAN, MT.
NIP. 19581212 198701 1 001

DIPLOMA III
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT
VOCATIONAL FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2017

LEMBAR PENGESAHAN

**METODE PELAKSANAAN TEROWONGAN PENGELAK
BENDUNGAN TUKUL
KABUPATEN PACITAN**

Surabaya, 27 Juli 2017
Disusun Oleh :

Mahasiswa 1



Bramara Dwi Mahayana
NRP.3114030128

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir
Terapan :

28 JUL 2017



Ir. Edy Sumarman, MT.

NIP.195812121987011001



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 : 7 Juli 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Pelaksanaan Saluran Pengelak (Diversion Tunnel) Waduk Tukul Kab. Pacitan.		
Nama Mahasiswa 1	Bramara Dwi Mahayana	NRP	3114030128
Nama Mahasiswa 2		NRP	
Dosen Pembimbing 1	Ir. Edy Sumirman, MT NIP 19581212 198701 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
.....	Ir. Edy Sumirman, MT NIP 19581212 198701 1 001
1. Metode Pelaksanaan belum jelas tahapnya. 2. Setiap tahap ada gambar + penjelasannya. 3. Prosedur menggali terowongan + konstruksi di dalamnya jelaskan bertahap.	 Tatas, ST, MT NIP 19800621 200501 1 002
	 Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP 19580629 198703 1 002
.....	NIP

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Edy Sumirman, MT NIP 19581212 198701 1 001	Tatas, ST, MT NIP 19800621 200501 1 002	Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP 19580629 198703 1 002	NIP

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Edy Sumirman, MT NIP 19581212 198701 1 001	NIP



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 Bramara D.M. 2 Taufan Bayu P.A.
NRP : 1 3114030198 2 3114030140
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Edy Summan, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
1.	10-05-2017.	- Perbaiki Format penulisan				
		- Pertahankan definisi galian tanah, harus jelas		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	17-05-2017.	- Pemahaman pengerahan bahan breksi				
		- Penggalian Intake dan outlet terowong untuk menambatkan as terowong.		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Penentuan as terowong ditetapkan dari gambar dan kondisi lapangan dan telah disetujui oleh direksi baik kontraktor maupun konsultan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	31-05-2017.	- Beri Penjelasan tiap item pekerjaan				
		- Penerangan didalam terowong menggunakan generator.		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Pemasangan Blower Ventilasi terowong		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TEROWONGAN PENGELAK BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Bramara Dwi Mahayana
Nrp : 3114030128
Dosen Pembimbing : Ir. Edy Sumirman, MT.
Nip : 19581212 198701 1 001

ABSTRAK

Kabupaten Pacitan memiliki permasalahan dalam pengadaan Air Baku yang saat ini mengandalkan air tanah dari sumur dalam yang mahal biaya O&P nya, serta Ketersediaan Air Irigasi.

Ketahanan Air merupakan konsep yang lebih luas dari ketersediaan air, meliputi upaya mendapatkan air, keamanan dari daya rusak air dan penyediaan air yang berkelanjutan. Ketahanan Air dikaitkan dengan empat (4) hal yaitu *Aksesibilitas, Kontinuitas, Keamanan* dan *Ketersediaan* potensi air (RAT KNI-BB, 2014).

Beberapa kebijakan yang telah diterapkan dalam menjaga ketahanan air adalah pemanfaatan daya guna air yang efisien, konservasi, perlindungan dari pencemaran dan secara teknis dengan membangun infrastruktur di bidang sumber daya air yaitu Bendungan. Pembangunan Bendungan dapat direncanakan secara multiguna untuk sekaligus memenuhi beberapa tujuan ketahanan air seperti penyediaan air minum dan irigasi, perikanan, pengendalian banjir serta pembangkit listrik tenaga air. Dengan demikian Pembangunan Bendungan yang baik, dapat dikatakan sekaligus merupakan upaya mendukung Ketahanan Air, Ketahanan Pangan dan juga Ketahanan Energi.

Sesuai Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2010 tentang RPJMN menyebutkan bahwa Prioritas Nasional ke-5 adalah Ketahanan Pangan. Oleh karena itu, pembangunan Waduk Tukul ini penting

dilaksanakan dalam rangka mewujudkan waduk sebagai infrastruktur irigasi untuk mendukung Ketahanan Pangan.

Pada pembangunan suatu bendungan diperlukan tahapan-tahapan, diantaranya adalah pengelakan aliran sungai. Proses pengelakkan sungai ini bertujuan untuk mengalihkan arah aliran air agar air tidak menggenangi lokasi pembangunan sehingga dapat mengganggu proses pekerjaan. Pada proses pekerjaan pengelakkan aliran sungai tersebut diperlukan saluran pengelak yang berfungsi untuk mengelakkan aliran sungai.

Dalam merencanakan saluran pengelak, beberapa faktor harus dipertimbangkan diantaranya yaitu keadaan Topografi lokasi dan pertimbangan estimasi waktu dan biaya sehingga dapat menghasilkan saluran pengelak yang baik dan ekonomis dan sesuai dengan perencanaannya. . Beberapa macam saluran pengelak diantaranya adalah Saluran Pengelak terbuka (*Diversion Channel*) dan Saluran Pengelak Tertutup/Terowongan Pengelak (*Diversion Tunnel*).

Kata kunci : ketahanan air, pengelakan, saluran, terowongan, konstruksi

IMPLEMENTATION METHODS TO BUILD DIVERSION TUNNEL CONSTRUCTION OF TUKUL DAM IN PACITAN DISTRICT EAST JAVA

Student : Bramara Dwi Mahayana
NRP : 3114030128
Counsellor Lecture : Ir. Edy Sumirman, MT.
NIP : 19581212 198701 1 001

ABSTRACT

This study explores how to maintain water resistance with build tunnel and or channel construction. According to research, Pacitan district has problem in raw water supply, which is still rely on ground water from deep well that the O&P cost is expensive and irrigation water.

Water resistance is more deeply concept from water supply, involving effort to get water, safety from water damages and sustainable water supply. It relates with accessibility, continuity, safety and availability of water potential. (RAT KNI-BB, 2014).

Several policy which has been applied to maintain water resistance are utilisation of water efficiency, conservation, protection from pollution and technically with construct infrastructure in water resources, particularly dam. It can be planned as well for fulfill several aim of water resistance such as water for drink supply and irrigation, fishery, flood prevention and improve hydroelectric power. It proves that build tukul dam would support President Policy number 5 in 2010 about RPJMN.

River circumvention is one of orders that the purpose of this process is for moving river bed to prevent water overflow building location, because it will delayed work activity. River circumvention needs drain to moving sluice. In order to do that, many factors must be considered, particularly topography location, cost breakdown and period estimation, so it would produce the best

and appropriate circumvention. Somehow, there are two types of drain circumvention, Diversion Channel and Diversion Tunnel.

keywords: water resistance, circumvention, channel, tunnel, construction

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmad serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan yang berjudul “Metode Pelaksanaan Pembangunan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan Jawa Timur “ dengan baik dan dapat mempresentasikan pada Sidang Tugas Akhir Terapan.

Tugas Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir Terapan ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui metode pelaksanaan saluran pengelak berupa terowongan pengelak (*diversion tunnel*).

Tersusunnya Laporan Tugas Akhir Terapan ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Machsus, ST. MT. selaku kepala program studi Diploma Teknik Sipil ITS.
2. Bapak Ir. Edy Sumirman, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan.
3. Bapak Ahmad Sabiq Eko, ST. selaku Project Manajer PT. Brantas Abipraya pada proyek pembangunan Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan Jawa Timur
4. Bapak Habibul Muzaki, ST. dan Bapak Didik, ST. selaku Site Operation Manajer PT. Brantas Abipraya pada proyek pembangunan Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan Jawa Timur serta segenap staf dan karyawan PT. Brantas Abipraya
5. Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.

6. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir Terapan ini.
7. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan kami, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Di dalam penulisan Tugas Akhir Terapan ini masih terdapat banyak kekurangan ,oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak yang bertujuan untuk kesempurnaan Tugas Akhir Terapan ini. Terima kasih.

Wassalamualaikum wr.wb

Surabaya, 27 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR BAGAN.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	2
1.6 Lokasi Proyek	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Dasar Teori	6
2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	7
2.4 Spesifikasi Teknis Terowongan Pengelak (<i>Diversion Tunnel</i>).....	11
2.4.1 Data Teknis Terowongan Pengelak (<i>Diversion Tunnel</i>)	11
2.4.2 Gambar Teknis Terowongan Pengelak (<i>Diversion Tunnel</i>).....	11

2.5	Jenis-jenis Pekerjaan Pembangunan Terowongan Pengelak.....	13
2.5.1	Pekerjaan Galian Tanah Terbuka.....	13
2.5.2	Pekerjaan Proteksi Portal Terowong.....	18
2.5.3	Pekerjaan <i>Drilling</i>	18
2.5.4	Pekerjaan <i>Charging</i> and <i>Blasting</i>	20
2.5.5	Pekerjaan <i>Mucking</i> , <i>Scaling</i> , dan <i>Chipping</i>	22
2.5.6	Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowongan.....	25
2.5.7	Pekerjaan Pemasangan <i>Steel Support</i>	27
2.5.8	Pekerjaan <i>Lining Concrete</i>	27
BAB III METODOLOGI		31
3.1	Pengumpulan Data	31
3.2	Analisa Item Pekerjaan	31
3.3	Analisa Kebutuhan Alat Berat	31
3.4	Analisa Kebutuhan Bahan.....	32
3.5	Bagan Alir.....	32
3.6	Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir Teapan.....	33
BAB IV METODE PELAKSANAAN.....		35
4.1	Umum	35
4.2	Pekerjaan Galian Tanah Terbuka.....	36
4.2.1	Definisi Pekerjaan.....	36
4.2.2	Jenis Pekerjaan.....	37
4.2.2.1	Pekerjaan <i>Survey Lapangan</i>	37
4.2.2.2	Pekerjaan Galian Tanah Terbuka.....	41
4.3	Pekerjaan Proteksi Portal Terowong.....	44
4.3.1	Definisi Pekerjaan.....	44

4.3.2	Jenis Pekerjaan.....	45
4.3.2.1	Pekerjaan Pemasangan <i>Steel Support</i>	46
4.3.2.2	Pekerjaan Pengecoran Kaki Penyangga (<i>Steel Support</i>)	47
4.3.2.3	Pekerjaan Pemasangan <i>Sandbag</i>	48
4.4	Pekerjaan <i>Drilling</i>	48
4.4.1	Definisi Pekerjaan.....	48
4.4.2	Metode Pelaksanaan.....	48
4.4.2.1	Menandai Titik Bor (<i>Marking</i>).....	48
4.4.2.2	Pekerjaan <i>Drilling</i>	49
4.5	Pekerjaan <i>Charging</i> dan <i>Blasting</i>	52
4.5.1	Definisi Pekerjaan.....	52
4.5.2	Metode Pelaksanaan.....	52
4.5.2.1	Pekerjaan Pengisian Bahan Peledak (<i>Charging</i>)...	52
4.5.2.2	Pekerjaan Peledakkan (<i>Blasting</i>).....	54
4.6	Pekerjaan <i>Mucking</i> , <i>Scaling</i> dan <i>Chipping</i>	59
4.6.1	Definisi Pekerjaan.....	59
4.6.2	<i>Mucking</i>	60
4.6.3	<i>Scaling</i>	62
4.6.4	<i>Chipping</i>	62
4.6.5	Bagan Alir Pekerjaan <i>Mucking</i> , <i>Scaling</i> , dan <i>Chipping</i>	63
4.7	Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowong ...	63
4.7.1	Definisi Pekerjaan.....	63
4.7.2	Penanganan <i>Overbreak</i>	65

4.7.3 Pekerjaan Pemasangan Lampu Penerangan	65
4.7.4 Pekerjaan <i>Shotcrete First Layer</i> dan <i>Second Layer</i>	66
4.7.5 Pekerjaan Pemasangan <i>Wiremesh</i>	69
4.7.6 Pekerjaan Pemasangan <i>Rockbolt</i>	70
4.8 Pekerjaan Pemasangan <i>Steel Support</i>	71
4.8.1 Definisi Pekerjaan	71
4.8.2 Jarak Antar <i>Steel Support</i>	73
4.8.3 Pengaku (<i>Bracing</i>)	74
4.9 Pekerjaan <i>Linning Concrete</i>	76
4.9.1 Definisi Pekerjaan	76
4.9.2 Pemasangan <i>Formwork Curb</i> dan Pengecoran <i>Curb</i>	79
4.9.3 Pemasangan <i>Formwork Invert</i> dan Pengecoran <i>Invert</i>	80
4.9.4 Pemasangan <i>Formwork Arch</i> dan Pengecoran <i>Arch</i>	82
BAB V KESIMPULAN	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta Lokasi Bendungan Tukul.....	3
Gambar 1. 2	Layout Bendungan Tukul	4
Gambar 1. 3	Galian Terowong Pengelak	4
Gambar 2. 1	Beberapa APD (Alat Pelindung Diri)	10
Gambar 2. 2	Detail dan Tata Letak Terowong	11
Gambar 2. 3	Potongan Memanjang Terowong.....	12
Gambar 2. 4	<i>Excavator Komatsu PC 200</i>	15
Gambar 2. 5	<i>Dump Truck</i> Kapasitas 20 Ton	16
Gambar 2. 6	Bagian-Bagian <i>Total Station</i>	16
Gambar 2. 7	<i>Bulldozer</i> Kapasitas 15 ton	17
Gambar 2. 8	Bangunan Proteksi Portal Pada Mulut Terowong ..	18
Gambar 2. 9	<i>Leg Drill</i>	19
Gambar 2. 10	CRD (<i>Crawler Rock Drill</i>)	19
Gambar 2. 11	Sistem Ventilasi Terowong	21
Gambar 2. 12	Bahan Peledak <i>Dayagel</i>	21
Gambar 2. 13	<i>Detonator</i> Elektrik.....	21
Gambar 2. 14	<i>Disposal Area</i> Pada <i>Outlet</i> Terowong	22
Gambar 2. 15	<i>Wheel Loader Komatsu 150</i>	23
Gambar 2. 16	<i>Excavator</i> Dengan <i>Hydraulic Breaker</i>	23
Gambar 2. 17	<i>Jackhammer</i>	24
Gambar 2. 18	<i>Wiremesh</i>	26
Gambar 2. 19	<i>Rockbolt</i>	26
Gambar 2. 20	<i>Steel Support</i>	27
Gambar 2. 21	Potongan Melintang Terowong	28
Gambar 2. 22	Bagian-Bagian Pengecoran Terowong	29
Gambar 4. 1	Galian Terowong dari dua arah inlet dan outlet	35
Gambar 4. 2	Tampak Atas Terowong Pengelak.....	35
Gambar 4. 3	Proses Pekerjaan Galian Tanah Terbuka	37
Gambar 4. 4	GPS (<i>Global Positioning System</i>).....	39
Gambar 4. 5	Patok <i>Benchmark</i> (BM).....	39
Gambar 4. 6	Elevasi dan kemiringan terowong	40

Gambar 4. 7 Ilustrasi Pekerjaan Galian Terbuka.....	42
Gambar 4. 8 Lokasi Galian <i>Inlet</i> Terowong	43
Gambar 4. 9 Lokasi Galian <i>Outlet</i> Terowong	44
Gambar 4. 10 Bangunan Proteksi Portal	45
Gambar 4. 11 Potongan Melintang Bangunan Proteksi Portal Terowong.....	45
Gambar 4. 12 Potongan Melintang <i>Steel Support</i> Portal Terowong	46
Gambar 4. 13 Potongan Melintang <i>Steel Support</i> Pada Portal Terowong.....	47
Gambar 4. 14 Concrete Pengikat Kaki Pada <i>Steel Support</i>	47
Gambar 4. 15 Sandbag Pada Bangunan Portal Terowong.....	48
Gambar 4. 16 Pola Pengeboran <i>Burn Cut</i>	50
Gambar 4. 17 Pola Lubang Pengeboran <i>Burn Cut</i> Pada Bendungan Tukul Pacitan.....	51
Gambar 4. 18 Ilustrasi Pekerjaan <i>Drilling</i>	52
Gambar 4. 19 Ilustrasi Pengisian Bahan Peledak (<i>Charging</i>)....	54
Gambar 4. 20 <i>Full Face Method</i>	55
Gambar 4. 21 Sistem Ventilasi	56
Gambar 4. 22 Rangkaian Seri.....	57
Gambar 4. 23 Rangkaian Paralel-Seri	58
Gambar 4. 24 Rangkaian Paralel	58
Gambar 4. 25 Ilustrasi Pekerjaan <i>Charging</i>	59
Gambar 4. 26 Ilustrasi Proses Peledakkan.....	59
Gambar 4. 27 Asap Peledakkan Dikeluarkan Melalui Pipa <i>Exhaust</i>	59
Gambar 4. 28 Ilustrasi Pekerjaan <i>Mucking</i>	60
Gambar 4. 29 Lokasi Disposasi Pada Outlet Terowong	61
Gambar 4. 30 Proses Pekerjaan <i>Mucking</i>	61
Gambar 4. 31 Tahapan Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowong.....	64
Gambar 4. 32 Penyangga Awal Terowong.....	64
Gambar 4. 33 Ilustrasi Sistem Penerangan	65

Gambar 4. 34 Potongan Memanjang Sistem Penerangan	66
Gambar 4. 35 Ilustrasi Pekerjaan <i>Shotcrete</i>	68
Gambar 4. 36 <i>Shotcrete First Layer and Second Layer</i>	69
Gambar 4. 37 <i>Wiremesh</i> Setelah Terpasang.....	70
Gambar 4. 38 Potongan Melintang <i>Rockbolt</i>	71
Gambar 4. 39 <i>Rockbolt</i> yang Telah Terpasang	71
Gambar 4. 40 <i>Steel Support</i> Yang Telah Terpasang	72
Gambar 4. 41 <i>Steel Support Rib</i> dan <i>Post</i>	73
Gambar 4. 42 Potongan Memanjang <i>Steel Support</i>	74
Gambar 4. 43 Struktur Pengaku <i>Steel Support</i>	75
Gambar 4. 44 Detail Struktur Pengaku <i>Steel Support</i>	75
Gambar 4. 45 Detail Penulangan.....	76
Gambar 4. 46 Bagian-Bagian <i>Linning Concrete</i>	79
Gambar 4. 47 <i>Formwork Curb</i> Kayu	80
Gambar 4. 48 Bagian <i>Curb</i> yang telah dicor.....	80
Gambar 4. 49 <i>Formwork Invert</i> Dengan <i>Curb</i>	81
Gambar 4. 50 <i>Travelling Bridge</i> Untuk <i>Invert</i>	81
Gambar 4. 51 Bagian <i>Invert</i> Yang Telah Dicor	82
Gambar 4. 52 <i>Formwork Arch</i>	83
Gambar 4. 53 Bagian <i>Arch</i> Yang Telah Dicor	84
Gambar 4. 54 Tampak Melintang <i>Formwork Arch</i>	85
Gambar 4. 55 Proses Pengecoran Bagian <i>Arch</i>	85

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR BAGAN

Bagan 2. 1 Proses Pekerjaan Penggalian Tanah Terbuka.....	13
Bagan 2. 2 Proses Pekerjaan Mucking, Scaling dan Chipping....	24
Bagan 2. 3 Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowong.	26
Bagan 2. 4 Pekerjaan Pegecoran Linning Concrete	29
Bagan 4. 1 Tahapan Item Pekerjaan Terowong.....	36

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kebutuhan Alat Pada Pekerjaan Galian Tanah Terbuka	14
Tabel 3. 1 Jadwal Pengerjaan Tugas Akhir Terapan.....	33

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terowongan pengelak merupakan bagian dari bendungan yang memiliki fungsi sebagai saluran pengelak atau pengalih aliran sungai sebelum dilakukan pekerjaan inti bendungan yaitu main dam yang nantinya terowongan pengelak ini juga akan di fungsikan sebagai PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) dan sebagai irigasi. Lokasi terowongan berada disamping kiri bendungan utama ke arah hilir, dan berada pada elevasi + 138.00 – elevasi + 130.00 dengan lapisan batuan yang menutupi jenis breksi gunung api, batu pasir tufan, dan perselingan batu pasir, batu lanau dan batu lempung.

Desain rencana terowongan yaitu terowongan satu lubang dengan penampang tapal kuda sempurna diameter 3,50 m, dengan panjang 323.00 m. material pembetonan yang digunakan yaitu beton K-225 untuk dinding bagian samping kiri kanan, bagian atas terowongan, dan untuk lantai kerja. Sebelum dilakukan pembetonan pada bagian dalam terowongan juga ada pekerjaan shotcrete tebal 10 cm pada dinding terowongan, yang berfungsi untuk menahan beban sementara didalam terowongan.

Pada pelaksanaan pekerjaan terowongan sangat diutamakan keselamatan kerja pada setiap pekerja baik didalam maupun diluar lokasi terowongan. Terutama pada pekerjaan peledakan batuan, pekerja harus menaati semua peraturan yang sudah diterapkan oleh staf K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) untuk menjamin keselamatan pekerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan metode pelaksanaan pembangunan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul yang efektif ?
2. Apa sajakah macam dan jenis pekerjaan, kebutuhan alat berat pada pekerjaan Terowongan Bendungan Tukul Pacitan ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari proposal tugas akhir ini adalah :

1. Merencanakan metode pelaksanaan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Pacitan pada awal pekerjaan hingga akhir pekerjaan.
2. Tidak membahas pekerjaan grouting
3. Tidak membahas produktivitas alat berat
4. Tidak membahas rencana anggaran biaya yang dibutuhkan
5. Tidak membahas jadwal kegiatan pekerjaan

1.4 Tujuan

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas, maka tujuan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

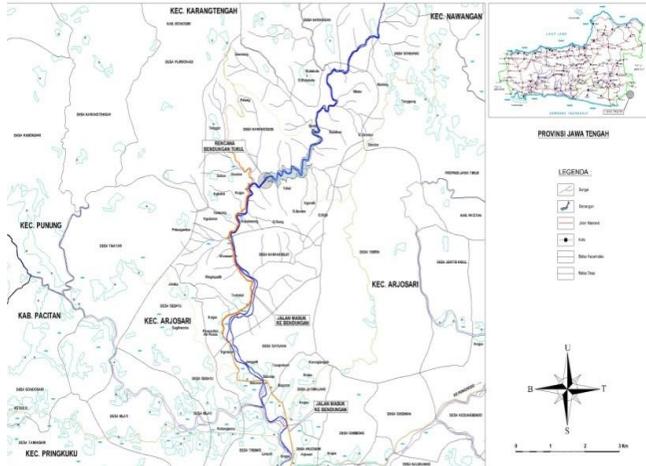
1. Menghasilkan metode pelaksanaan yang tepat dan efisien pada pembangunan terowongan pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan
2. Mendapatkan macam dan jenis-jenis item pekerjaan pada pekerjaan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan
3. Mendapatkan Kebutuhan Bahan dan Kebutuhan Alat Berat pada pekerjaan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan proyek akhir ini adalah mendapatkan metode pelaksanaan secara optimal dan seekonomis mungkin tanpa merubah kualitas dan kuantitas dari hasil pekerjaan.

1.6 Lokasi Proyek

Lokasi rencana pembangunan Bendungan Tukul terletak di Sungai Telu, secara geografis berada pada sekitar koordinat $111^{\circ}8'22''$ BT dan $8^{\circ}3'26''$ LS di Dusun Tukul, Desa Karanggede, Kecamatan Arjosari, berjarak + 22,5 km sebelah Timur Laut kota Pacitan, Provinsi Jawa Timur.



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Bendungan Tukul



Gambar 1.2 Layout Bendungan Tukul



Gambar 1.3 Galian Terowong Pengelak

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 Penyelenggaraan 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 Penyelenggaraan 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 Penyelenggaraan 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, personal, kebijakan, perencanaan, prosedur, pencatatan, pelaporan, supervisi dan review intern. (*Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi ; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008*).

Metode Pelaksanaan pada pembangunan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul ini menggunakan metode NATM (*New Austrian Tunnelling Method*) yang terdiri dari beberapa jenis pekerjaan diantaranya adalah pekerjaan persiapan (pekerjaan galian tanah , pekerjaan *survey*, dan pekerjaan

marking), pekerjaan proteksi portal, pekerjaan pemboran (*drilling*), pekerjaan pengisian bahan peledak dan peledakkan (*charging and blasting*), pekerjaan pembersihan (*Scalling*), pekerjaan pembuangan material hasil ledakan (*Mucking*), pekerjaan perapian galian (*Chipping*), pekerjaan penyangga awal terowong, pekerjaan *shotcrete* dan pekerjaan pembetonan (*lining concrete*).

2.2 Dasar Teori

Data – data yang terkait dalam pembuatan proyek akhir ini yang berupa peta lokasi, data perencanaan yang dilanjutkan dengan *survey* lokasi proyek. Dalam metode dan waktu pelaksanaan proyek harus mempertimbangkan beberapa faktor antara lain:

a. Perencanaan yang matang

Salah satu yang membuat keberhasilan pelaksanaan suatu proyek adalah meninjau faktor geologi dan meninjau faktor sosial masyarakat yang ada terlebih dahulu. Meninjau faktor geologi bermanfaat untuk memudahkan pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan tanah. Karena dengan mengetahui jenis tanah yang ada memudahkan memilih jenis alat serta bagian – bagian proyek yang perlu digali dan dibuang atau bagian proyek yang perlu untuk ditimbun.

Meninjau faktor sosial sangat penting dilakukan dengan mengetahui kondisi sosial masyarakat setempat dapat memudahkan menjalin kerjasama dan meminta dukungan dalam berlangsungnya proyek Bendungan Tukul.

b. Pelaksanaan yang tepat

Untuk menunjang keberhasilan pembangunan proyek diperlukan pelaksanaan yang sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dan menggunakan metode pelaksanaan yang telah ditentukan.

c. Pengawasan yang ketat saat berjalannya sebuah proyek.

Sebuah proyek pembangunan bendungan memerlukan ketepatan pekerjaan agar tidak terjadi masalah pada

bangunan di kemudian hari. Sehingga diperlukan pengawasan yang sangat ketat saat berjalannya sebuah proyek agar bangunan berdiri sesuai dengan yang direncanakan dan selesai tepat waktu.

d. Waktu pelaksanaan

Pembangunan Bendungan Tukul merupakan proyek *multi years*. Masa pelaksanaan yang dibutuhkan untuk Proyek Bendungan Tukul direncanakan selama 5 tahun dan dilaksanakan di musim kemarau dan hujan. Pada Terowongan Pengelak waktu pelaksanaannya kurang lebih selama 6 bulan.

2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Prosedur keselamatan kerja yang mencakup semua aspek pelaksanaan yang dapat menyebabkan kecelakaan atau jatuh korban akan disosialisasikan kepada semua personel yang terlibat dalam pekerjaan ini dan semua pihak yang menjadi tamu didalam pekerjaan ini. Hal ini telah diatur dan dipersyaratkan dalam :

- Undang-Undang Kerja tahun 1948-1951, yang mengatur keselamatan kerja beserta pencegahannya.
- Undang-Undang No.14/1969, perlindungan keselamatan tenaga kerja.
- Undang-Undang No.1 tahun 1970, mengatur tentang keselamatan kerja.
- Keputusan Bersama Menteri Pekerjaan Umum No. Kep. 174/Men/1986/104/KPTS/1986, tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada tempat dilakukan kegiatan konstruksi.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 195/KPTS/1989, mengenai Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di lingkungan Departemen Pekerjaan Umum.

- Instruksi Menteri Pekerjaan Umum No. 1/IN/M/1990, mengenai Pelaksanaan Kampanye Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan DPU.

Rencana Keselamatan Proyek (*Safety Plan Project*) ini, untuk mendukung rencana pelaksanaan pekerjaan di proyek sehingga terciptanya kondisi tempat kerja yang aman, nyaman dan sehat serta efisien dan produktif dalam mendukung jalannya pelaksanaan proyek sesuai dengan target dan mutu pekerjaan.

Dalam rangka melindungi hak setiap pekerja atas Keselamatan dan Kesehatan serta melindungi Asset Perusahaan sehingga tercipta tempat kerja untuk proses produksi yang aman, efisien dan produktif, maka Penyedia Jasa Pemborongan/ Kontraktor melalui komitmen pada Kebijakan Mutu, Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang telah ditetapkan oleh Manajemen, memiliki arti dan tujuan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja sebagai berikut :

1. Mencegah kecederaan dalam pekerjaan.
2. Mencegah penyakit akibat kerja.
3. Menyediakan lingkungan pekerjaan yang sehat dan aman serta meningkatkan praktek-praktek kerja yang aman.
4. Menyediakan fasilitas dan peralatan yang dibentuk dan dipelihara secara aman dan baik.
5. Mematuhi semua persyaratan dan perundang-undangan pemerintah Indonesia dan Industri yang diacu
6. Bekerjasama dengan pemerintah, masyarakat, perusahaan industri, dan pihak yang terlibat lainnya untuk meningkatkan praktek-praktek kerja yang baik
7. Mengendalikan penggunaan bahan berbahaya dan beracun (B3).

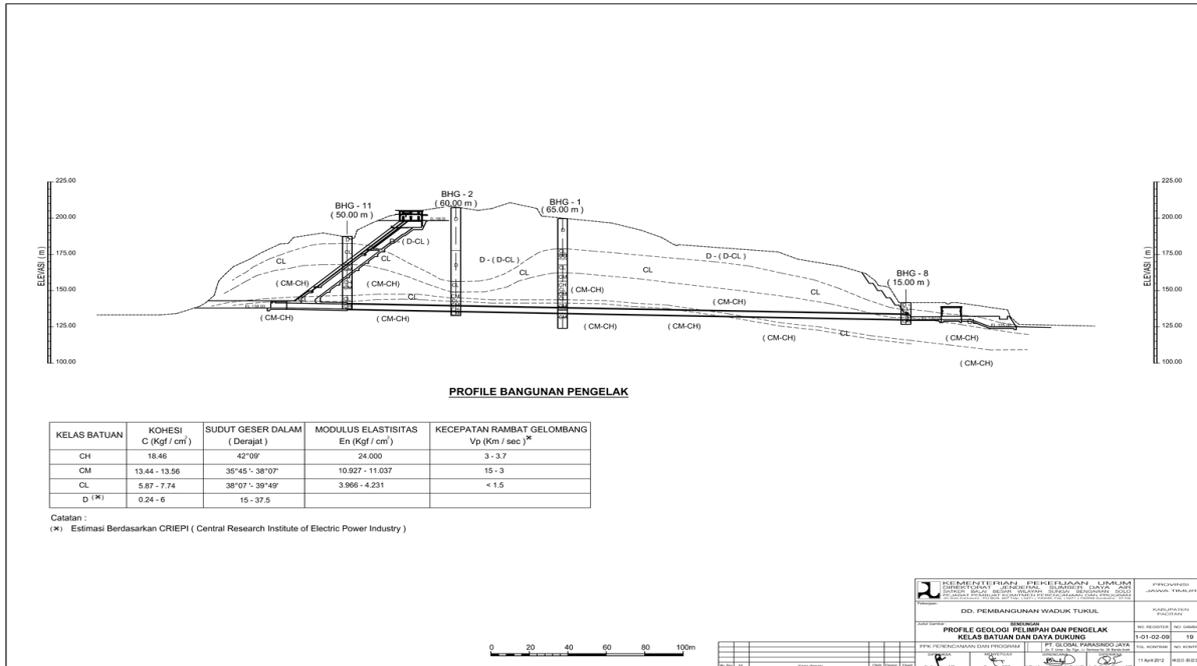
8. Mempromosikan dan mengembangkan kepedulian keselamatan kerja pada suatu tingkatan tinggi.
9. Menyediakan pelatihan yang diperlukan untuk memungkinkan para karyawan bekerja secara aman dan baik.
10. Mengembangkan dan memelihara suatu sistem sebagai pengendalian dan mengevaluasikan masalah keselamatan dan kesehatan kerja.
11. Menyediakan suatu sistem guna mendapatkan program tanggap darurat yang efisien bilamana terjadi keadaan darurat, khususnya terhadap Bahaya Kebakaran dan Bencana Banjir.

Beberapa standar APD (Alat Pelindung Diri) yang dapat digunakan yaitu :

- Pelindung Kepala ; Safety Helmet / Topi Pengaman
- Pelindung Kaki ; Sepatu Kerja Aman / Safety Shoes
- Pelindung Tangan ; Sarung Tangan.
- Pelindung Mata ; Safety Glass / Kacamata biasa dan Goggles / Kacamata Khusus.
- Pelindung Pernapasan dari Debu, Asap, Gas Kimia dan Udara Menyengat ; Respirator / Masker.
- Pelindung Alat Pendengaran / Telinga ; Ear Plug / Sumbat Telinga dan Ear Muff / Tutup Telinga.
- Pelindung di Tempat Ketinggian ; Safety Belt atau Sabuk Pengaman, tali pengaman (ada 3 jenis yang berbeda yaitu ; Jaring Angkat, Sabuk Penunjang.
- Pelindung di Tempat Kedalaman Air ; Baju pelampung

1.201	1.202	1.203	1.204	1.205	1.206
					
Wajib Sarung Tangan	Wajib Sepatu Safety	Wajib Helmet	Wajib Pelindung Mata	Wajib Pelindung Telinga	Wajib Masker
1.207	1.208	1.209	1.210	1.211	1.212
					
Wajib Penutup Kepala	Wajib Pelindung Wajah	Wajib Masker Las	Wajib Respirator	Wajib Pakaian Pelindung	Wajib Jaket Keselamatan

Gambar 2. 1 Beberapa APD (Alat Pelindung Diri)
 (sumber :http://www.imgrum.org/user/safety__team/1913902277)



Gambar 2. 3 Potongan Memanjang Terowong

2.5 Jenis-jenis Pekerjaan Pembangunan Terowongan Pengelak

2.5.1 Pekerjaan Galian Tanah Terbuka

a. Umum

Pekerjaan galian tanah pada umumnya adalah pekerjaan memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lain atau ke ke *disposal area* (tempat pembuangan material). Dalam pekerjaan ini, tanah digali untuk mendapatkan bentuk atau elevasi tanah sesuai dengan perencanaan desain terowong pengelak.

b. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan meliputi :

1. *Survey* Lapangan
2. Pekerjaan penggalian tanah terbuka
3. Pengangkutan hasil galian ke disposal area
4. Pengukuran kembali hasil galian



Bagan 2. 1 Proses Pekerjaan Penggalian Tanah Terbuka

c. Alat yang dibutuhkan

Pada pekerjaan galian terowong dibutuhkan beberapa alat berat yang akan disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. 1 Kebutuhan Alat Pada Pekerjaan Galian Tanah Terbuka

No	Jenis Alat	Kapasitas	Fungsi
1	Excavator	0,9 m ³	Menggali dan <i>Loading</i>
2	Dump Truck	20 ton	<i>Hauling</i>
3	Total Station	-	<i>Survey</i>
4	Bulldozer	15 ton	Menggali, Mengumpulkan, Meratakan

1. *Excavator Backhoe* jenis *Komatsu PC 200*

Excavator adalah sebuah peralatan penggali, pengangkut dan pemuat tanah tanpa terlalu banyak berpindah tempat. (Sulistiono, 1996)

Pada pekerjaan galian tanah terbuka jenis *excavator* yang digunakan adalah *Excavator Backhoe* jenis *Komatsu PC 200* dengan kapasitas *bucket* 0.97 m³

Bagian pokok dari *excavator* adalah sebagai berikut

- *Travel unit*, merupakan bagian untuk berpindah (roda ban atau roda rantai).
- *Resolving unit*, merupakan bagian yang berputar dan pusat semua gerakan. Bagian – bagian penting dari *resolving unit* adalah *cabi*, *control levers* dan *operator seat*.
- *Attachment* merupakan peralatan tambahan yang terpasang pada *excavator*. Jenis – jenis *attachment* yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:
 - *Shovels*
 - *Dragline*
 - *Backhoe*
 - *Clamshell*

Dalam pelaksanaan pekerjaan digunakan *attachment backhoe* merupakan jenis *shovels* yang khusus dibuat untuk penggalian tanah dibawah permukaan, seperti galian pondasi, parit, dan lain – lain. *Backhoe attachment* bisa berupa kendali kabel maupun hidrolis (*Hydraulic operated*). Produk baru (hidrolis) mempunyai kelebihan dalam hal penetrasi, kelincihan gerak dan lain – lain.

Waktu kerja dan siklus *excavator* gerakan – gerakan *backhoe* dalam beroperasi ada empat macam, diantaranya adalah:

- Pengisian *bucket (load bucket)*
- Mengangkat dan *swing (swing loaded)*
- Membuang (*dumping*)
- Mengayun balik (*swing empty*)



Gambar 2. 4 Excavator Komatsu PC 200
(sumber :<http://www.carialatberat.com>)

2. *Dump Truck* dengan kapasitas muat 20 ton

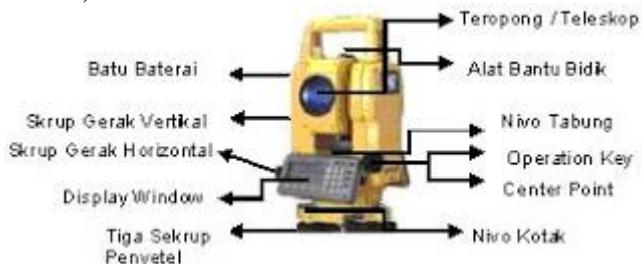
Dalam pekerjaan galian tanah terbuka *Dump Truck* berfungsi sebagai pemuat material hasil galian untuk dibawa ke *disposal area* (lokasi tempat pembuangan material)



Gambar 2. 5 Dump Truck Kapasitas 20 Ton
(sumber : <http://www.hargahino.com/>)

3. Total Station

Total station adalah peralatan elektronik ukur sudut dan jarak yang menyatu dalam 1 unit alat. Data dapat disimpan dalam media perekam. Media ini ada yang berupa *on-board/internal*, eksternal (*select field book*) atau berupa card. Salah catat tidak ada. Mampu melakukan beberapa hitungan (misalnya: jarak datar, beda tinggi, dan lain-lain) di dalam alat. Juga mampu menjalankan program-program *survey*, (Darmawan, 2015)



Gambar 2. 6 Bagian-Bagian Total Station
(sumber : <http://cakitpit.blogspot.co.id/>)

4. *Bulldozer*

Bulldozer adalah alat berat bertipe traktor menggunakan Track/rantai serta dilengkapi dengan pisau (dikenal dengan *blade*) yang terletak di depan. *Bulldozer* merupakan traktor yang mempunyai traksi besar. Alat berat ini digunakan untuk pekerjaan menggali, mendorong, menggosur dan menarik material (tanah, pasir, dsb). *Bulldozer* dapat dioperasikan pada medan yang berlumpur, berbatu, berbukit dan di daerah yang berhutan.

Selain *blade* sebagai perlengkapan standar *Bulldozer*, pada sisi belakang *Bulldozer* bisa dipasang perlengkapan tambahan berupa :

1. *Ripper* untuk membongkar material yang tidak dapat digali menggunakan *blade*, biasanya untuk pekerjaan pembuatan jalan atau pertambangan.
2. *Winch* untuk menarik material, sering digunakan pada pekerjaan pengeluaran kayu di hutan. Umumnya *bulldozer* banyak digunakan di pekerjaan pembersihan (*land clearing*) untuk meratakan tanah, menggali dan menumbangkan pohon saat proses *land clearing*.



Gambar 2. 7 Bulldozer Kapasitas 15 ton
(sumber : <http://www.vannattabros.com/dozer.html>)

2.5.2 Pekerjaan Proteksi Portal Terowong

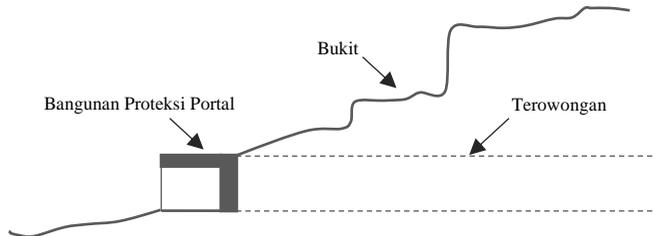
a. Umum

Pekerjaan proteksi portal dilaksanakan setelah pekerjaan galian terbuka. Proteksi portal berfungsi untuk menjaga stabilitas dan mencegah slope dari kerusakan iklim.

b. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan meliputi :

1. Pemasangan *Steel Support*
2. Pekerjaan Pengecoran Kaki Penyangga (*Steel Support*)
3. Pemasangan *Sandbag*



Gambar 2. 8 Bangunan Proteksi Portal Pada Mulut Terowong

2.5.3 Pekerjaan Drilling

a. Umum

Pekerjaan pemboran (*drilling*) adalah pekerjaan pembuatan lubang untuk pengisian bahan peledak pada proses pekerjaan peledakkan (*blasting*)

Sebelum dilakukan pengeboran, dilaksanakan *survey* lokasi dan *marking* oleh tim *surveyor* yang bertujuan untuk menentukan dan menandai titik-titik pengeboran.

Kedalaman titik bor 1 meter tergantung dari jenis batuan yang ada di lapangan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pekerjaan *drilling* yaitu sifat batuan, durabilitas batuan (ketahanan batuan terhadap cuaca dan air), umur dan kondisi mesin bor, keterampilan operator, dan geometri pemboran.

b. Alat yang dibutuhkan

Pada pekerjaan *Drilling and Charging* dibutuhkan beberapa alat berat diantaranya yaitu :

1. *Leg Drill*



Gambar 2. 9 Leg Drill

(sumber : <http://www.visualdictionaryonline.com/>)

2. CRD (*Crawler Rock Drill*)



Gambar 2. 10 CRD (Crawler Rock Drill)

(sumber : <http://fajar-mas-murni.indonetwork.co.id/>)

Pelaksanaan menggunakan *Leg Drill* dilakukan pada awal-awal galian dengan asumsi jenis batuan yang ada pada awal terowong merupakan batuan lepas sehingga jika menggunakan alat CRD (*Crawler Rock Drill*) dapat berakibat lubang-lubang hasil pegeboran menjadi runtuh sehingga hasil peledakkan tidak akan maksimal.

Penggunaan alat CRD (*Crawler Rock Drill*) dilakukan apabila kondisi struktur batuan keras terus menerus.

2.5.4 Pekerjaan *Charging and Blasting*

a. Umum

Charging adalah pekerjaan pengisian bahan peledak. *Blasting* adalah pekerjaan peledakkan terowong atau pekerjaan menghancurkan tebing terowong dengan menggunakan bahan peledak. Pekerjaan peledakkan terowong menggunakan metode *system fullface with blasting* dikarenakan dimensi terowong yang tidak terlalu besar yaitu 3,5 meter

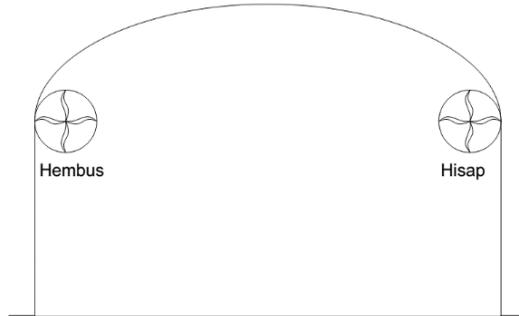
Pada pekerjaan ini dibutuhkan penanganan khusus dan metode pelaksanaan yang tepat agar tidak terjadi kecelakaan kerja. Hal ini dikarenakan bahan yang digunakan adalah bahan peledak yang berbahaya dan membutuhkan penanganan khusus oleh tim ahli atau tim *blasting*. Pada saat pelaksanaan peledakkan, tim *blasting* harus memiliki KIM (Kartu Ijin Meledakkan).

Sebelum pelaksanaan pekerjaan peledakkan dilakukan runtutan kegiatan sebagai berikut :

1. Memastikan area bebas dari kegiatan lainnya selain kegiatan yang berhubungan dengan pekerjaan peledakkan
2. Memastikan telah menggunakan APD (Alat Peindung Diri) bagi tim *blasting* dan pekerja lainnya yang terlibat langsung dalam pekerjaan peledakkan
3. Memasang rambu-rambu peringatan
4. Menentukan zona bahaya dan zona aman
5. Memasang tanda peringatan sebelum peledakkan dapat berupa sirine, pluit, megaphone dan sebagainya
6. Memasang ventilasi (*ventilating*)

Pada pekerjaan pengisian bahan peledak (*charging*) dan pekerjaan peledakkan (*blasting*) diperlukan pekerjaan sistem ventilasi (*ventilating*) yang berfungsi untuk

menyuplai udara dan mengeluarkan asap hasil peledakan (*blasting*) di dalam terowong.



Gambar 2. 11 Sistem Ventilasi Terowong

(sumber : dokumen metode pelaksanaan pembangunan bendungan tukul)

Pada pekerjaan peledakan bendungan ukul digunakan bahan peledak berupa *Dynamite*, *Dayagel* dengan diameter 30mm L = 190mm dan *Detonator* Elektrik LW= 3m



Gambar 2. 12 Bahan Peledak Dayagel

(sumber :<http://www.dahana.id/>)

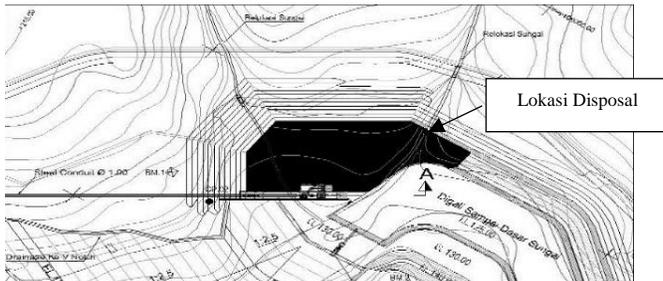


Gambar 2. 13 Detonator Elektrik

2.5.5 Pekerjaan *Mucking*, *Scaling*, dan *Chipping*

a. *Mucking*

Mucking adalah proses pembersihan material hasil peledakan. Pada pekerjaan *mucking* alat berat yang digunakan yaitu *wheel loader komatsu 150 (WA.150)* atau merek lain dengan kapasitas yang sama. Material hasil galian dibuang ke *disposal area* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini (lihat gambar 2.14)



Gambar 2. 14 *Disposal Area Pada Outlet Terowong*

Wheel loader adalah traktor dengan roda karet yang dilengkapi *bucket*. Effisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Wheel Loader* juga bergerak dengan *articulated* yang memberikan ruang gerak fleksibel yang tidak bisa dilakukan oleh *crawler loader*. *Wheel loader* merupakan alat yang dipergunakan untuk pemuatan material kepada *dump truck* dan sebagainya. (*Shop Manual Wheel Loader*, 2000).

Wheel loader bekerja dengan gerakan dasar pada *bucket* dan gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* diatas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggosur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan. Untuk menggali, *bucket* harus didorong pada material, jika telah penuh, *wheel loader* mundur dan *bucket* di angkat ke atas untuk selanjutnya

material dibongkar atau dibuang ke tempat yang sudah ditentukan.



Gambar 2. 15 Wheel Loader Komatsu 150
(sumber: <https://www.truck1.eu/img/>)

b. *Scaling*

Scaling adalah pekerjaan membongkar batu-batu yang masih tersedia pada permukaan galian setelah pekerjaan peledakkan (*blasting*). Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan *mucking*. Pekerjaan ini menggunakan *excavator* dengan *hydraulic breaker*.



Gambar 2. 16 Excavator Dengan Hydraulic Breaker
(sumber : <https://www.besthammers.com/wp-content/uploads/2012/10/Caterpillar-with-Hydro-Ram-53.jpg>)

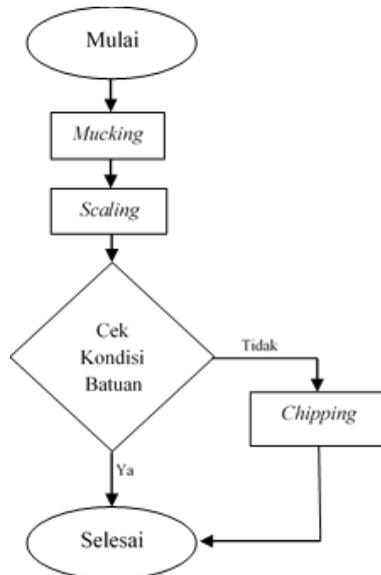
c. Chipping

Chipping adalah pekerjaan meratakan bagian-bagian terowon yang tidak hancur setelah peledakkan . Pekerjaan ini menggunakan *jackhammer* dengan kombinasi *aircompressor*. Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan *scaling*.



Gambar 2. 17 Jackhammer

(sumber : https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41S1OWewfCL._SY300_.jpg)



Bagan 2. 2 Proses Pekerjaan Mucking, Scaling dan Chipping

2.5.6 Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowongan

a. Umum

Segera sesudah penggalian terowongan, perlu dipasang penyangga awal untuk mencegah terjadinya keruntuhan didalam terowongan, karena sekali saja batuan mengalami keruntuhan maka keruntuhan akan sulit untuk dicegah lagi.

Oleh karena itu perlu dipasang penyangga awal untuk mencegah terjadinya keruntuhan didalam terowongan. Penyangga awal didalam terowongan ini menggunakan *shotcrete* yang diperkuat dengan *wire mesh* atau bisa juga diperkuat dengan *rockbolt* dan *steelsupport* berupa baja *H-Beam* (H 125x125x6,5x9) sebelum selanjutnya dikerjakan penyangga permanen yaitu *lining concrete*.

Shotcrete yaitu campuran semen dan air yang cara pemasangannya dilaksanakan dengan cara menyemprotkan ke permukaan batuan batuan yang akan disangga/dipikul menggunakan mesin *pneumatic high velocity* untuk pekerjaan *shotcrete* yang mampu menyemprotkan campuran agregat hingga ketebalan 5 mm. Lapisan *shotcrete* ini diperkuat dengan *wiremesh* tipe C4, yaitu dengan diameter 4 mm, dan jarak 100 x 100 mm.

b. Jenis Pekerjaan :

Jenis pekerjaan pemasangan penyangga awal terowong meliputi :

1. Pemasangan Lampu Penerangan
2. Pekerjaan *Shotcrete First Layer*
3. Pekerjaan Pemboran Lubang *Rockbolt*
4. Pekerjaan Pemasangan *Wiremesh*



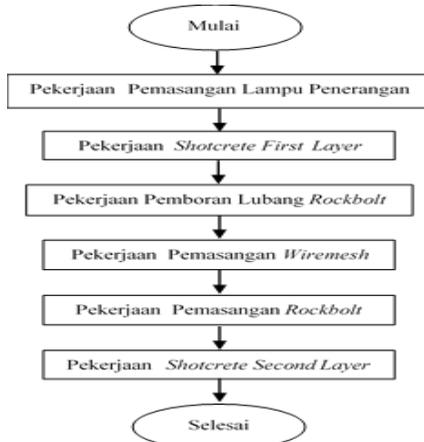
Gambar 2. 18 Wiremesh
(sumber: banglorewiremesh.com)

5. Pekerjaan Pemasangan *Rockbolt* (*rockbolting*)



Gambar 2. 19 Rockbolt
(sumber :<http://www.globalsources.com>)

6. Pekerjaan *Shotcrete Second Layer*

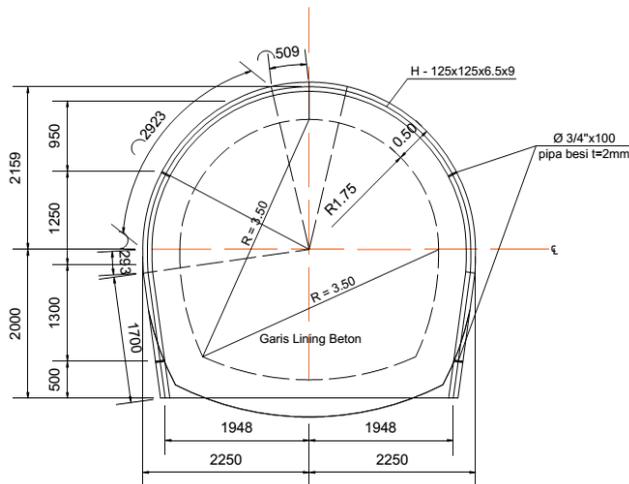


Bagan 2. 3 Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowong

2.5.7 Pekerjaan Pemasangan *Steel Support*

a. Umum

Material *steel support* terbuat dari besi *H-Beam* ukuran 125x125x6,5x9 mm dengan jarak antar *steel support* 1 (satu) meter, disepanjang area terowongan, sedangkan jarak *steel support* 0,50 meter dipasang pada area portal *inlet* maupun *outlet* terowongan. Peralatan yang digunakan untuk memasang *steelsupport* dengan tenaga manual. Penyambungan pada setiap potongan *steelsupport* menggunakan mur dan baut. Untuk menahan terjadinya pergeseran *steelsupport* yang diakibatkan oleh *hentakan blasting* maka antar *support* diberi kayu dolken sebagai penguat sehingga jarak antar *support* tidak berubah.



Gambar 2. 20 *Steel Support*

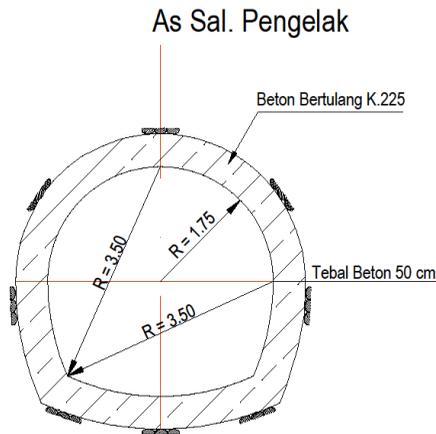
2.5.8 Pekerjaan *Lining Concrete*

a. Umum

Pekerjaan *lining concrete* adalah pekerjaan pengecoran dinding terowong. Untuk keperluan efisiensi biaya, ketebalan beton *lining tunnel* diusahakan setipis

mungkin dengan desain. Ketebalan beton lining ini ditentukan oleh kondisi tanah sekeliling *tunnel*, ukuran penampang *tunnel*, dan ketelitian penggalian. Penggalian yang kurang teliti (terlalu besar), menyebabkan bertambahnya volume beton, karena itu *waste* volume beton disini memang harus betul-betul diperkirakan.

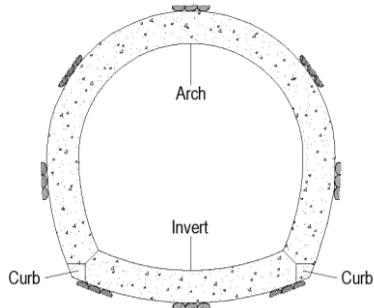
Untuk jenis tanah keras, biasanya *waste* beton semakin kecil, hal ini disebabkan karena volume penggalian tanahnya dapat lebih dikendalikan *waste*-nya.



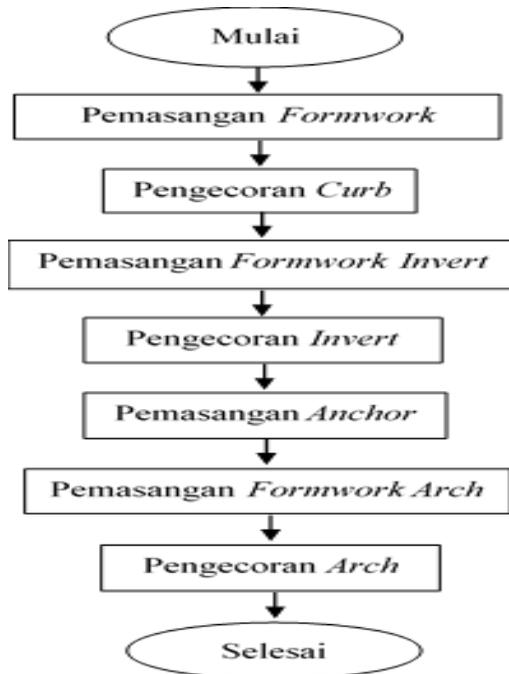
b. Jenis-Jenis Pekerjaan

Jenis-jenis pekerjaan pada lining concrete adalah sebagai berikut :

1. Pemasangan *Formwork Curb*
2. Pengecoran *Curb*
3. Pemasangan *Formwork Invert*
4. Pengecoran *Invert*
5. Pemasangan Rel
6. Pemasangan *Formwork Arch*
7. Pengecoran *Arch*



Gambar 2. 22 Bagian-Bagian Pengecoran Terowong



Bagan 2. 4 Pekerjaan Pengecoran *Lining Concrete*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk penyusunan tugas akhir terapan ini antara lain :

1. Peta Lokasi
2. Jenis-jenis Pekerjaan Terowong Pengelak
3. Data Teknis Terowong Pengelak
4. Gambar Perencanaan Terowong Pengelak

3.2 Analisa Item Pekerjaan

Dari data-data tersebut maka beberapa jenis item pekerjaan terowongan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Galian Tanah Terbuka
2. Pekerjaan Proteksi Portal Terowong
3. Pekerjaan *Drilling*
4. Pekerjaan *Charging* dan *Blasting*
5. Pekerjaan *Mucking*, *Scaling* dan *Chipping*
6. Pekerjaan Penyanggan Awal Terowongan
7. Pekerjaan Pemasangan *Steel Support*
8. Pekerjaan *Lining Concrete*

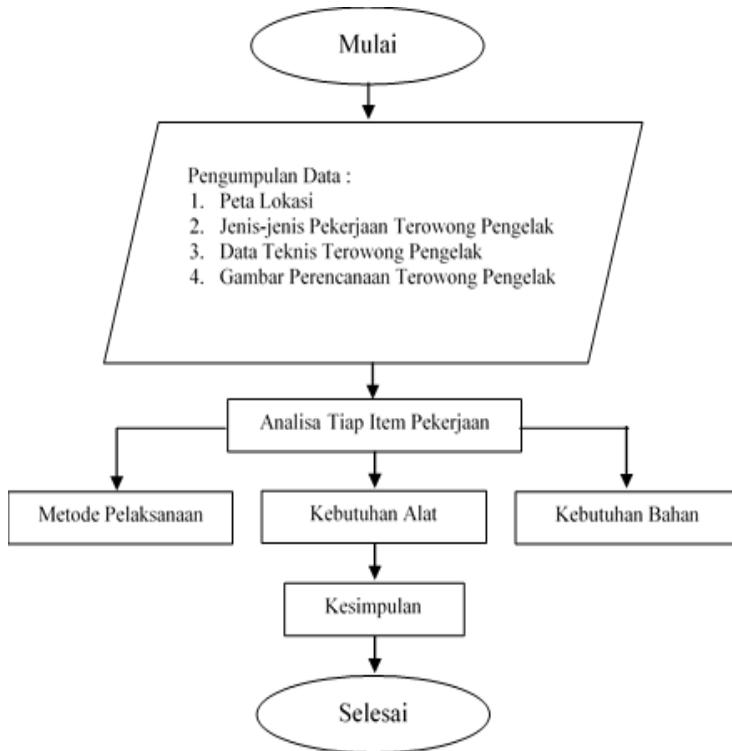
3.3 Analisa Kebutuhan Alat Berat

Untuk kelancaran pelaksanaan dan memperoleh hasil maksimal maka dalam proyek pembangunan Bendungan Tukul diperlukan alat penunjang berupa alat berat yang sesuai kebutuhan lapangan sehingga pembangunan akan selesai sesuai dengan rencana yang ditentukan.

3.4 Analisa Kebutuhan Bahan

Menganalisa bahan-bahan yang dibutuhkan pada pekerjaan pembangunan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul.

3.5 Bagan Alir



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

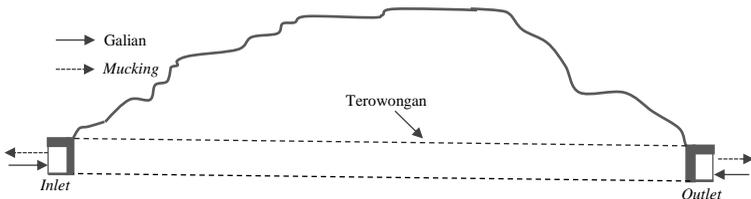
BAB IV

METODE PELAKSANAAN

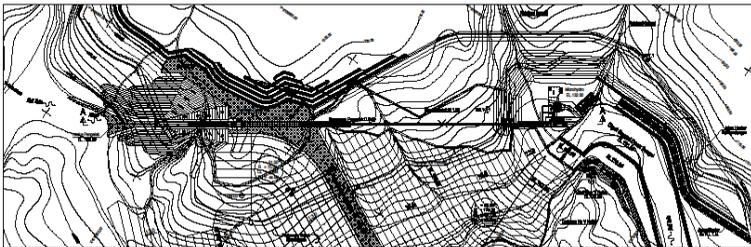
4.1 Umum

Pelaksanaan pekerjaan galian terowong pengelak Waduk Tukul ini akan dilakukan dengan menggunakan metode NATM (*New Austrian Tunneling Method*), metode ini dilakukan dengan melihat hasil pemetaan geologi bahwa struktur batuan yang ada merupakan jenis batuan *breksi*. Pelaksanaan pekerjaan galian terowong akan dilakukan dalam 2 arah, yaitu dari *inlet* terowong dan *outlet* terowong tujuannya agar dapat dilakukan dalam tempo waktu yang singkat.

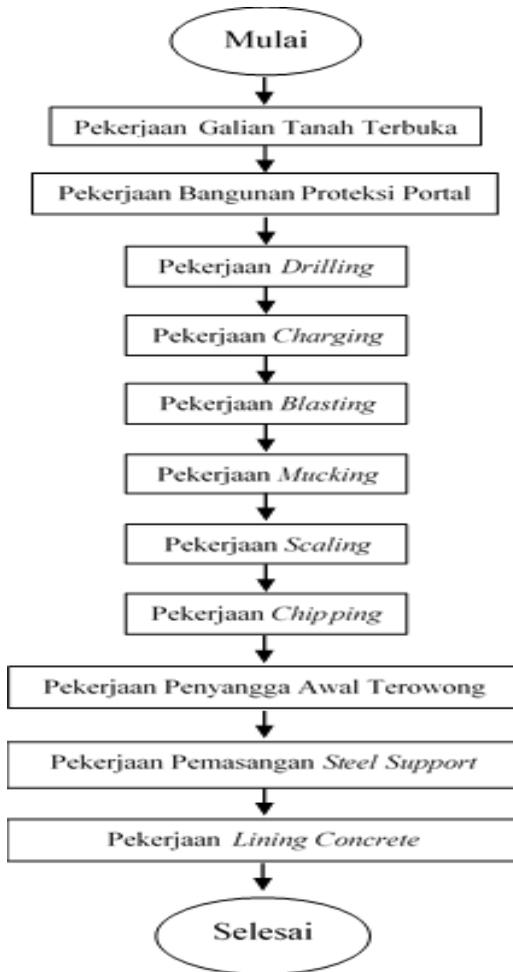
Inlet terowong adalah bagian ujung luar terowong yang berfungsi sebagai pintu masuk terowong atau pintu masuk air sedangkan *outlet* terowong adalah bagian ujung luar yang berfungsi sebagai pintu keluar terowong atau pintu keluar air.



Gambar 4. 1 Galian Terowong dari dua arah inlet dan outlet



Gambar 4. 2 Tampak Atas Terowong Pengelak



Bagan 4. 1 Tahapan Item Pekerjaan Terowong

4.2 Pekerjaan Galian Tanah Terbuka

4.2.1 Definisi Pekerjaan

Pekerjaan galian tanah pada umumnya adalah pekerjaan memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lain atau

ke *disposal area* (tempat pembuangan material). Dalam pekerjaan ini, tanah digali untuk mendapatkan kemiringan atau elevasi sesuai dengan perencanaan desain terowong pengelak.

4.2.2 Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan meliputi :

5. *Survey* Lapangan
6. Pekerjaan penggalian tanah terbuka
7. Pengangkutan hasil galian ke *disposal area*
8. Pengukuran kembali hasil galian



Gambar 4. 3 Proses Pekerjaan Galian Tanah Terbuka

4.2.2.1 Pekerjaan *Survey* Lapangan

Pekerjaan *Survey* Lapangan berfungsi untuk menentukan titik-titik koordinat yang akan digali sesuai dengan desain perencanaan. Beberapa tahapan pekerjaan ini diantaranya adalah :

1. Melaksanakan uitzet, pengukuran dengan menggunakan *total station*, untuk mendapatkan gambar Mutual Check awal (MC 0).
2. Menentukan titik *benchmark* (BM) sebagai titik ikat atau acuan dengan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS) yang dapat menentukan koordinat yang diinginkan
3. Memasang patok as terowong dan batas-batas area pekerjaan terowong yang dikerjakan.
4. Patok titik tetap bangunan harus dipasang di tempat yang aman tidak terusik oleh pelaksanaan pekerjaan.
5. Patok *benchmark* yang dipasang harus kokoh tidak mudah berubah.

a. Penentuan Pembuatan Titik *Benchmark* (BM)

Dalam Terowong Pengelak Bendungan Tukul, *surveyor* menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan titik BM di lapangan sesuai dengan yang ada dalam gambar teknik bangunan. Setelah *surveyor* menemukan titik BM di lapangan, maka *surveyor* memberikan tanda patok yang terbuat dari beton bertulang agar melindungi titik BM dari kerusakan dan perubahan yang terjadi selama proses pekerjaan kontruksi bangunan. Penentuan pembuatan titik *benchmark* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan titik *benchmark* (BM) yang berada dilapangan dengan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS).



Gambar 4. 4 GPS (*Global Positioning System*)

2. Pembuatan patok *benchmark* (BM) pada titik yang telah ditandai. Patok harus terbuat dari beton bertulang



Gambar 4. 5 Patok *Benchmark* (BM)

(sumber :<http://picbear.com>)

3. Patok *benchmark* (BM) harus berwarna cerah agar mudah terlihat
- b. Penentuan titik tembak tampak samping terowong**
1. Penentuan elevasi *inlet* terowongan di tentukan oleh *surveyor* yaitu +138,00 m dengan koordinat X = 515811,609 dan Y = 9109358,286 dan elevasi *outlet*

terowong +130,00 m dengan koordinat X = 515761,76 dan Y = 9109244,25. Panjang Terowong 323,00 m

	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	J2	K2	H2	G2	F2	E2	D2	C2	B2	A2
Jarak		16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.15	16.14
Elevasi	+138.00	+137.60	+137.20	+136.80	+136.40	+136.00	+135.60	+135.20	+134.80	+134.40	+134.00	+133.60	+133.20	+132.80	+132.40	+132.00	+131.60	+131.20	+130.80	+130.40	+130.00
Beda Tinggi		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Kemiringan		0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248

Gambar 4. 6 Elevasi dan kemiringan terowong

- Setelah penentuan titik koordinat dan elevasi, dilakukan perhitungan kemiringan dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Keterangan :

I = Kemiringan Terowong

ΔH = Selisih Elevasi *Inlet* dan *Outlet* Terowong

L = Panjang Terowong

$$I = \left(\frac{138-130}{323} \right) = 0,02477$$

- Selanjutnya dilakukan penembakan tiap *segment* pada terowongan melalui dua arah. Penembakan awal dilakukan pada *inlet* terowong. Pada *inlet* terowong, diketahui titik koordinat sebesar X = 5159,06 dan Y = 9109346,9 dan elevasi + 138,00 m.
- Pada proses menuju titik B1, dilakukan penembakan dari titik *inlet* terowong , dibelokkan sebesar 1,42

derajat. Sehingga di dapat koordinat titik B sebesar $X = 515893,61$ dan $Y = 9109337,5$ dan elevasi titik B adalah 137,60 m.

5. Pada penembakan *segment* berikutnya dilakukan metode yang sama dengan tahap sebelumnya

4.2.2.2 Pekerjaan Galian Tanah Terbuka

a. Mobilisasi Demobilisasi

Pelaksanaan Mobilisasi Peralatan dilaksanakan secara bertahap berdasarkan urutan dalam penggunaan peralatan yang akan dipakai dalam proses pelaksanaan pekerjaan. Medan yang terjal serta tebing yang curam menjadi perhatian khusus. Dalam hal ini beberapa hal harus diperhatikan diantaranya adalah keselamatan pekerja.

Jumlah dan jenis alat yang akan dimobilisasi sesuai dengan kebutuhan saat pekerjaan dilapangan.

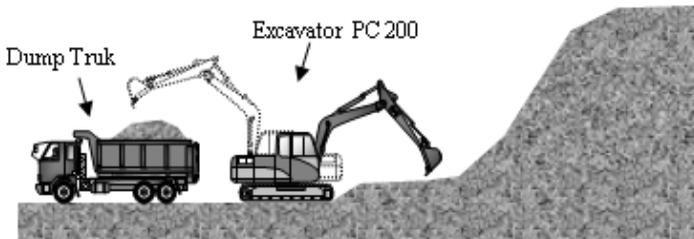
b. Metode Pelaksanaan

Pekerjaan Galian Tanah Terbuka dilakukan untuk mendapatkan elevasi tanah sesuai desain perencanaan terowong. Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan pembersihan lahan (*land clearing*). Pekerjaan Galian Terowong Pengelak dilakukan pada lokasi *inlet* terowong dan *outlet* terowong. Kriteria material galian tanah biasa sesuai spesifikasi teknis dapat diidentifikasi dengan cara penggalian tanah biasa tersebut yang masih bisa dilakukan menggunakan segala jenis peralatan mekanis tanpa memerlukan proses *ripping* atau *breaking*. Metode penggalian tanah biasa yaitu dilakukan penggalian dengan menggunakan *Bulldozer* 15 atau sejenisnya atau menggunakan *Excavator* kapasitas 0,9 m³ yang langsung dimuat ke atas *Dump Truck* kapasitas 20 ton. Material hasil galian tanah akan diangkut menggunakan *Dump Truck* ke *disposal area*

Setelah dilakukan *survey* dan pemasangan patok, tanah digali pada elevasi yang telah ditentukan sesuai dengan patok yang telah dibuat dengan menggunakan *Excavator*. Cara kerja excavator pada saat proses penggalian :

- a. *Boom* dan *bucket* bergerak maju.
- b. *Bucket* digerakkan menuju alat.
- c. *Bucket* melakukan penetrasi ke dalam tanah
- d. *Bucket* yang telah penuh diangkat.
- e. Struktur atas berputar.
- f. *Bucket* diayun sampai material di dalamnya keluar.

Kondisi inlet dan outlet terowong adalah teras bukit yang cukup terjal maka *excavator* pada saat posisi *swing* (memutar) harus di atur minimal 4 meter dan posisi excavator harus agak miring menempel pada bukit tersebut karena posisi tersebut lebih aman untuk menjaga keselamatan alat dari hal-hal yg tidak diinginkan. Pada saat *loading* (muat material ke dalam *Dump Truck*) maka yang harus diperhatikan adalah posisi alat harus lebih tinggi dari posisi truk sehingga kerja alat bisa jadi lebih mudah.



Gambar 4. 7 Ilustrasi Pekerjaan Galian Terbuka

Pada pekerjaan ini tiap *Excavator* diawasi oleh satu pengawas lapangan yang bertugas mengawasi dan mengarahkan jalannya pekerjaan sehingga hasilnya sesuai dengan perencanaan serta Rencana Kerja dan

Syarat-Syarat (RKS). Selain itu, pengawas lapangan juga mempunyai tugas untuk membuat laporan harian mengenai hal-hal yang telah dilakukan serta permasalahan-permasalahan yang terjadi selama pelaksanaan dilapangan.

Galian tanah terbuka pada *outlet* terowong lebih cepat pekerjaannya daripada galian tanah biasa di *inlet* terowong hal ini dikarenakan lokasi galian inlet terowong terdapat banyak material keras yang harus diledakkan. Pada saat proses peledakkan harus memperhatikan keselamatan pekerja diantaranya dengan memasang rambu-rambu dan menentukan zona aman yakni 500 meter dari lokasi peledakkan.



Gambar 4. 8 Lokasi Galian Inlet Terowong

(sumber : dokumentasi pribadi)

Pada lokasi galian *inlet* terowong terdapat satu unit *Excavator* sebagai penggali dan *loading* (muat material ke *Dump Truck*) dan tiga unit *Dump Truck* sebagai pengangkut hasil material hasil galian. Pada outlet terowong terdapat dua unit *Excavator*.

Pada saat penggalian tidak menutup kemungkinan terdapat material batuan keras. Kriteria material galian batu dapat diidentifikasi dengan cara penggalian

batu tersebut hanya bisa dilakukan dengan menggunakan alat *bulldozer* 21 ton dilengkapi dengan *single shank ripper* atau *excavator* yang dilengkapi dengan *breaker*.

Metode pelaksanaan pekerjaan galian batu yaitu penggalian menggunakan *bulldozer* 21 ton dilengkapi dengan *single shank ripper* atau sejenisnya dan di *loading* menggunakan *excavator* kapasitas 0,9 m³ ke atas *dump truck* dengan kapasitas 20 ton. Material hasil penggalian batu lapuk diangkut menggunakan *dump truck* ke *disposal area* atau ke lokasi *stock pile* atau digunakan timbunan jalan sementara.



Gambar 4. 9 Lokasi Galian Outlet Terowong

(sumber : dokumentasi pribadi)

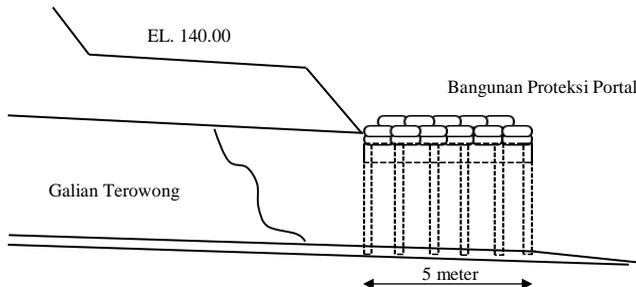
Setelah dilakukan penggalian, tim *surveyor* melakukan pengukuran ulang sehingga elevasi dan kemiringan tanah hasil galian telah sesuai dengan desain perencanaan.

4.3 Pekerjaan Proteksi Portal Terowong

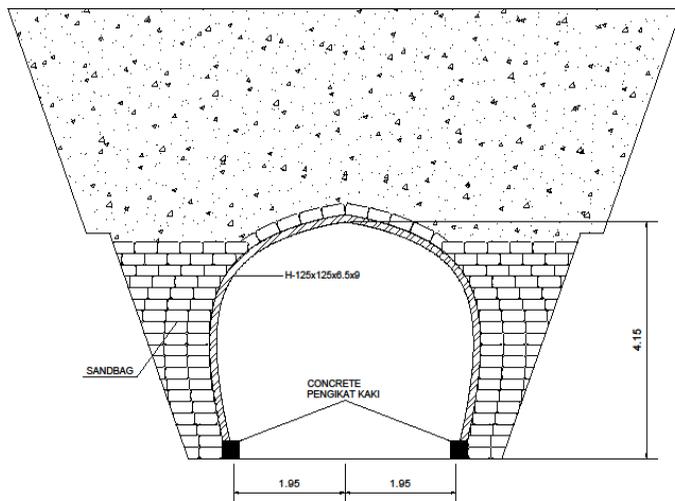
4.3.1 Definisi Pekerjaan

Pekerjaan proteksi portal dilaksanakan setelah pekerjaan galian tanah terbuka. Proteksi portal berfungsi untuk menjaga stabilitas tanah, mencegah *slope* dari kerusakan iklim, serta untuk keamanan pekerja yang keluar masuk

terowongan. Pekerjaan proteksi portal menggunakan *lattice arch* atau *steel support* dan *sandbag*. Portal dibuat dengan panjang 5 meter.



Gambar 4. 10 Bangunan Proteksi Portal



Gambar 4. 11 Potongan Melintang Bangunan Proteksi Portal Terowongan

4.3.2 Jenis Pekerjaan

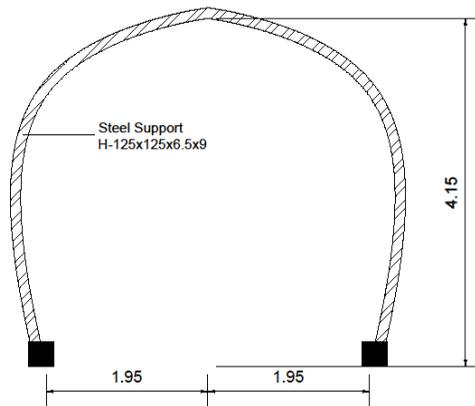
Pada Pekerjaan Proteksi Portal terdapat beberapa item pekerjaan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Pemasangan *Steel Support*

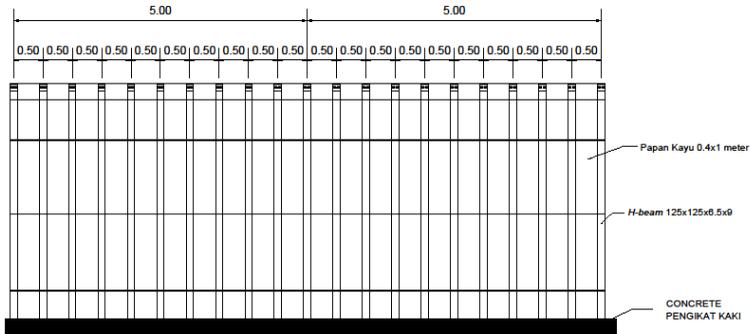
2. Pekerjaan Pengecoran Kaki Penyangga
3. Pekerjaan Pemasangan *Sandbag*

4.3.2.1 Pekerjaan Pemasangan *Steel Support*

Pada pekerjaan ini konstruksi yang digunakan menggunakan baja dengan profil *H-beam* 125 x 125 x 6,5 x 9 dengan jarak 0,5 meter setiap baja. Ruang antara *steel support* dipasang papan kayu dengan ukuran 0,4 x 1 meter secara keseluruhan sehingga tidak ada rongga *diantara steel support*.



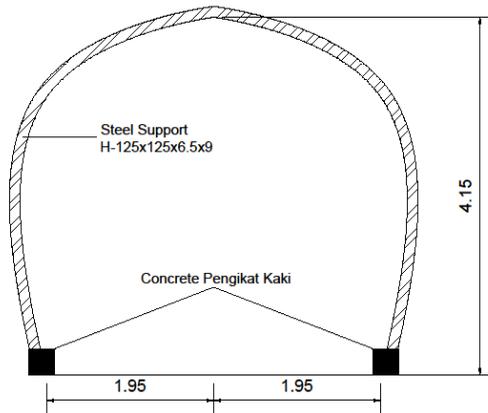
Gambar 4. 12 Potongan Melintang *Steel Support* Portal Terowong
(sumber : dokumen metode pelaksanaan pembangunan bendungan tukul)



Gambar 4. 13 Potongan Melintang *Steel Support* Pada Portal Terowong
(sumber : dokumen metode pelaksanaan pembangunan bendungan tukul)

4.3.2.2 Pekerjaan Pengecoran Kaki Penyangga (*Steel Support*)

Setelah pekerjaan pemasangan *steel support* dilakukan pekerjaan pengecoran kaki penyangga (*steel support*) dengan dimensi 0,30 x 0.30 meter. Pekerjaan ini berfungsi untuk mengikat kaki *steel support* agar tidak bergerak . Pada kaki *steel support* dilakukan pengecoran secara menerus agar mengikat antar *steel support* sehingga menghindari pergerakan dikaki-kaki *steel support*.

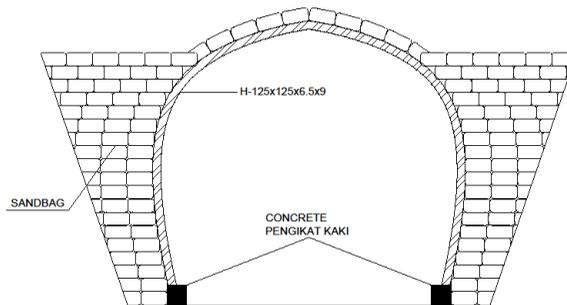


Gambar 4. 14 Concrete Pengikat Kaki Pada *Steel Support*

4.3.2.3 Pekerjaan Pemasangan *Sandbag*

Sandbag adalah kantung pasir yang terbuat dari *non woven geotextile* berbahan *polyester* (pet) atau *polypropyhlen* (pp). berbentuk karung yang dijahit dengan menggunakan benang khusus berbahan *polyester* yang tahan terhadap *uv* dan memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi. Di jahit dengan dua lapis jahitan sehingga *geobag* ini memiliki daya tahan robek pada jahitan sangat tinggi.

Pemasangan *sandbag* dilakukan disekeliling portal dan diatas portal dipasang satu lapis dengan asumsi agar ketika terjadi longsor dari atas sandbag dapat menahan beban longsor sehingga tidak langsung mengenai struktur utama portal yaitu *steel support*.



Gambar 4. 15 *Sandbag* Pada Bangunan Portal Terowong

4.4 Pekerjaan *Drilling*

4.4.1 Definisi Pekerjaan

Pekerjaan pemboran (*drilling*) adalah pekerjaan pembuatan lubang untuk pengisian bahan peledak pada proses pekerjaan peledakkan (*blasting*).

4.4.2 Metode Pelaksanaan

4.4.2.1 Menandai Titik Bor (*Marking*)

Pekerjaan *marking* dilakukan sebelum pekerjaan *drilling* dilaksanakan. Titik lubang bor umumnya ditandai menggunakan cat semprot atau yang sejenis dan tidak

mudah luntur oleh air karena pada bukaan bawah tanah selalu terdapat air. Tidak jarang Juru Ledak harus berkoordinasi langsung dengan Juru Bor apabila sulit memberi tanda terhadap titik-titik lubang bor. Yang perlu diperhatikan adalah spesifikasi lubang bor yang meliputi bentuk *cut*, spasi, diameter, kemiringan, dan kedalaman lubang harus diinformasikan kepada Juru Bor.

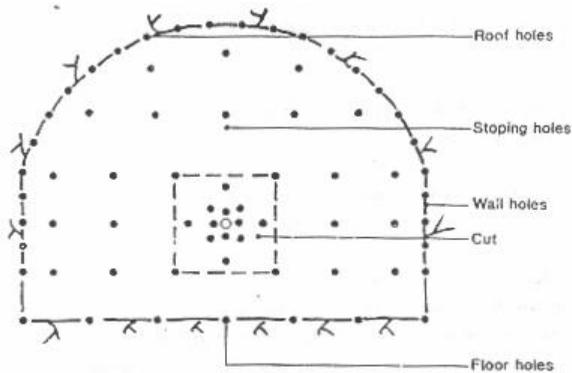
Pemberian tanda atau titik-titik lubang bor disertai spesifikasinya, yaitu diameter, kedalaman, dan kemiringan.

4.4.2.2 Pekerjaan *Drilling*

Sebelum dilakukan pengeboran (*drilling*), dilaksanakan terlebih dahulu *survey* dan *marking* oleh tim *surveyor* yang bertujuan untuk menentukan titik-titik pengeboran.

Kedalaman titik bor 1 meter tergantung dari jenis batuan yang ada di lapangan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pekerjaan *drilling* yaitu sifat batuan, durabilitas batuan (ketahanan batuan terhadap cuaca dan air), umur dan kondisi mesin bor, keterampilan operator, dan geometri pemboran. Pada saat pekerjaan *drilling* koordinasi antara Juru Bor dan Juru Ledak sangatlah penting dengan maksud untuk saling mengontrol demi keselamatan kerja secara menyeluruh.

Pada terowongan umumnya hanya terdapat satu bidang bebas, yaitu permukaan kerja atau "*face*". Untuk itu perlu dibuat tambahan bidang bebas yang dinamakan "*cut*". Beberapa tipe "*cut*" pada terowongan yaitu *burn cut*, *drag cut*, *v-cut*, *fan cut*, dan *pyramid cut*.



Gambar 4. 16 Pola Pengeboran Burn Cut

(sumber : <https://www.slideshare.net/army014/rancangan-peledakan-underground>)

Lubang lantai (*floor holes*)

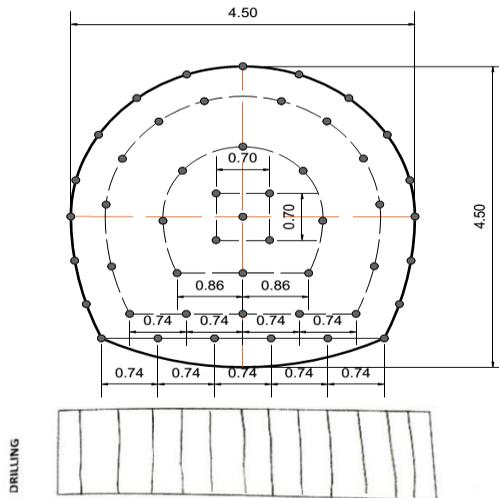
Lubang dinding (*wall holes*)

Lubang atap (*roof holes*)

Lubang *stoping* arah pemecahan keatas dan horisontal

Lubang *stoping* arah pemecahan kebawah

Pada terowong pengelak bendungan Tukul, digunakan pola *burn cut* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini (lihat gambar 4.13)



Gambar 4. 17 Pola Lubang Pengeboran Burn Cut Pada Bendungan Tukul Pacitan

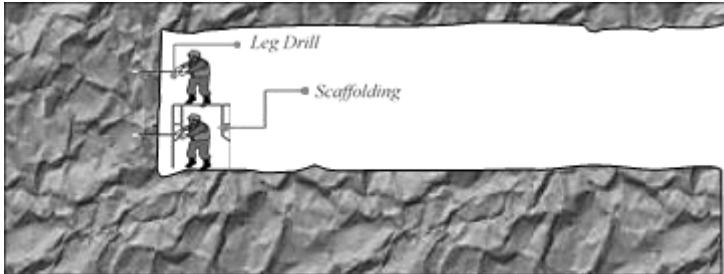
(sumber : dokumen metode pelaksanaan pembangunan bendungan tukul)

Dari gambar diatas (lihat gambar 4.13) yaitu hasil trial peledakkan didapatkan pola pengeboran yang tidak selalu lurus. Penentuan pola pengeboran ini dapat berubah-ubah sesuai kondisi batuan, sebelum menentukan pola pengeboran (*drilling pattern*), dilakukan trial terlebih dahulu sehingga didapatkan hasil galian yang maksimal dan dapat meminimalisir terjadinya *overbreak* pada hasil galian. *Overbreak* merupakan kondisi dimana hasil dari peledakkan (*blasting*) melebihi dari desain rencana.

Pelaksanaan menggunakan *Leg Drill* dilakukan pada awal-awal gailan dengan asumsi jenis batuan yang ada pada awal terowong merupakan batuan lepas sehingga jika menggunakan alat CRD (*Crawler Rock Drill*) dapat berakibat lubang-lubang hasil pegeboran menjadi runtuh sehingga hasil peledakkan tidak akan maksimal.

Penggunaan alat CRD (*Crawler Rock Drill*) dilakukan apabila kondisi struktur batuan keras terus menerus.

Pada saat pelaksanaan pengeboran dibutuhkan *scaffolding* yang berfungsi untuk mencapai titik bor yang sulit dijangkau (lihat gambar 4.14).



Gambar 4. 18 Ilustrasi Pekerjaan *Drilling*

4.5 Pekerjaan *Charging* dan *Blasting*

4.5.1 Definisi Pekerjaan

Charging adalah pekerjaan pengisian bahan peledak. *Blasting* adalah pekerjaan peledakkan terowong atau pekerjaan menghancurkan tebing terowong dengan menggunakan bahan peledak.

4.5.2 Metode Pelaksanaan

4.5.2.1 Pekerjaan Pengisian Bahan Peledak (*Charging*)

Sebelum dilakukan pengisian bahan peledak (*charging*) ke dalam lubang-lubang yang telah di bor, beberapa hal harus diperhatikan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Memeriksa Kedalaman Lubang Bor
2. Memeriksa adanya penghambat
3. Memeriksa Air
4. Memeriksa Rongga dan Retakan
5. Menutup Rongga Dalam Lubang ledak

Metode pelaksanaan pada saat pengisian bahan peledak adalah sebagai berikut :

1. Pengisian Primer

Yang perlu diperhatikan di dalam mengisi lubang ledak adalah letak primernya. Terdapat tiga cara meletakkan primer, yaitu *bottom priming*, *center* atau *middle priming*, dan *collar* atau *top priming*, yang diuraikan sebagai berikut:

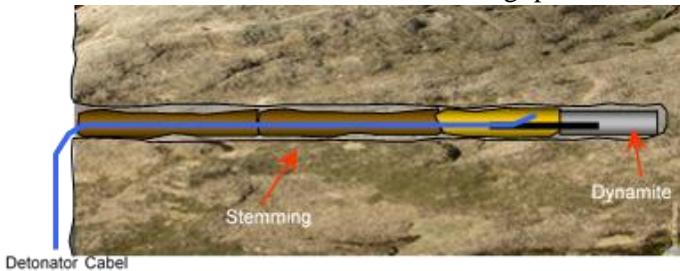
- *Bottom priming*: Adalah meletakkan primer di bagian bawah lubang ledak yang jaraknya dari dasar lubang tergantung pada ukuran *subdrilling*, yaitu antara 50 – 100 cm. Urutan pengisian dimulai dari memasukkan bahan peledak sepanjang sekitar 50 cm, dilanjutkan dengan primer, kemudian “isian utama”, dan diakhir dengan penyumbat (*stemming*).
- *Center priming*: Adalah meletakkan primer dibagian tengah “isian utama” bahan peledak. Pertama kali dimasukkan bahan peledak utama, setelah sekitar setengah tinggi kolom isian utama, dimuatkan primer, dilanjutkan dengan bahan peledak utama kembali, dan diakhiri dengan penyumbat.
- *Collar* atau *top priming*: Adalah meletakkan primer dibagian atas isian bahan peledak (*collar*). Diawali dengan memasukkan bahan peledak utama sampai sekitar 30 – 50 cm dari batas isian utama. Setelah itu masukkan primer, dilanjutkan isian utama sampai batas yang direncanakan, kemudian diakhiri dengan memuat penyumbat.

2. Pengisian “Isian Utama”

Menuangkan bahan peledak ke dalam lubang ledak yang berdiameter “kecil”, “sedang”, atau “besar” dapat dilakukan secara manual atau mekanis. Dengan cara manual, bahan peledak (biasanya ANFO) dituang langsung ke dalam lubang ledak menggunakan tempat sederhana, misalnya ember plastik, yang telah ditetapkan volumenya.

3. Pengisian Penyumbat (*Stemming*)

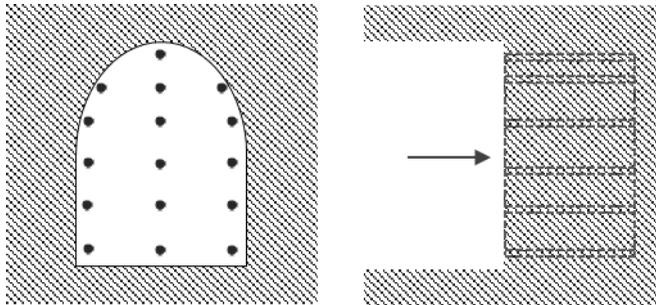
Penyumbat sebaiknya adalah material 0,5 – 1,0 cm atau batu split karena setelah dipadatkan akan terjadi ikatan kuat antar butir dan saling mengunci. Maksud penguncian antar butir adalah agar cukup kuat menahan energi peledakan, sehingga tidak terjadi *stemming ejection* dan sebagian besar energi didistribusikan kearah *horizontal*. Apabila tidak tersedia, baik juga digunakan *cutting* hasil pengeboran. Sebaiknya tidak menggunakan tanah liat, pasir halus, kertas karton atau karung bekas kemasan bahan peledak untuk *stemming* karena tidak akan kuat menahan energi peledakan.



Gambar 4. 19 Ilustrasi Pengisian Bahan Peledak (*Charging*)

4.5.2.2 Pekerjaan Peledakkan (*Blasting*)

Pekerjaan peledakkan (*blasting*) terowong ini menggunakan metode sistem *fullface with blasting* dikarenakan dimensi terowongan yang tidak terlalu besar. Pada metode ini terowongan digali secara sekaligus untuk seluruh luasan penampang terowongan (lihat gambar 4.15)



Gambar 4. 20 Full Face Method

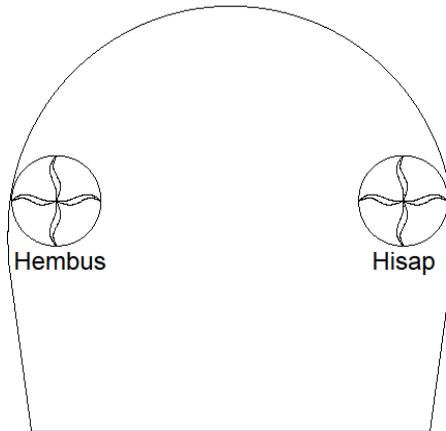
1. Persiapan Peledakkan

Sebelum pelaksanaan pekerjaan peledakkan (*blasting*) dilakukan metode pelaksanaan sebagai berikut :

1. Memastikan area bebas dari kegiatan
2. Memastikan telah menggunakan APD (Alat Peindung Diri) bagi tim *blasting* dan pekerja lainnya yang terlibat langsung dalam pekerjaan peledakkan
3. Memasang rambu-rambu peringatan
4. Menentukan zona bahaya dan zona aman
5. Memasang tanda peringatan sebelum peledakkan dapat erupa sirine, pluit, megaphone dan sebagainya
6. Memasang ventilasi (*ventilating*)
7. Sebelum peledakkan (*blasting*) pertama-tama dimulai dengan cek *survey* oleh tim *surveyor* dan *marking* (menandai lubang ledak) terlebih dahulu untuk menentukan batas-batas terowong dan titik-titik untuk diisi bahan peledak (*charging*)
8. Selanjutnya mulai pengisian bahan peledak yaitu *dynamite*, *dayagel* diameter 30mm L=190mm, dan detonator elektrik LW=3m
9. Setelah itu peledakkan dapat dimulai dengan persiapan yang telah dijelaskan pada poin sebelumnya

- 10.Selanjutnya pembersihan hasil peledakkan dengan menggunakan *wheel loader* ke *disposal area*. Untuk permukaan hasil peledakkan yang tidak rata perlu dilakukan perapihan galian (*chipping*)

Pemasangan ventilasi bertujuan untuk menyuplai udara dan mengeluarkan udara atau gas beracun dari hasil peledakkan. Pemasangan ventilasi yang digunakan adalah sistem hisap hembus (*overlap system*)



Gambar 4. 21 Sistem Ventilasi

(sumber : dokumen metode pelaksanaan pembangunan bendungan tukul)

Sistem ini merupakan gabungan dari sistem hisap (*exhausting*) dan hembus (*forcing*). Sistem ini menggunakan 2 *fan* yang memiliki tugas berbeda satu sama lain. Ada *fan* yang bertugas menyuplai udara ke dalam (*intake fan*), ada *fan* yang bertugas untuk menghisap udara dari dalam (*exhausting fan*). *Exhaust fan* dipasang lebih mundur (lebih jauh) dari dalam penggalian atau peledakkan. Sedangkan *intake fan* dipasang lebih dekat dengan penggalian

atau peledakkan. Hal ini untuk mencegah udara yang disuplai langsung dihisap oleh *exhaust fan* sehingga udara akan memiliki waktu untuk bersirkulasi pada area penggalian peledakkan.

2. Teknik Peledakkan

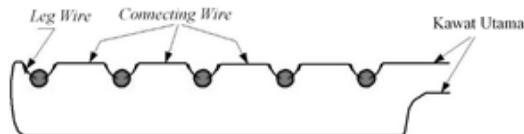
1. Persiapan bahan peledak

Pada terowong pengelak Bendungan Tukul menggunakan bahan peledak jenis *detonator* dengan $L = 3\text{m}$ serta *dayagel* dengan diameter = 30 mm, $L = 190\text{ mm}$

2. Penetapan Rangkaian dan Perakitan Bahan Peledak

Ada 3 macam rangkaian bahan peledak yaitu rangkaian seri, paralel-seri dan rangkaian paralel.

- Rangkaian Seri adalah rangkaian yang sangat sederhana dengan arus minimum yang disuplai *blasting machine* pada setiap detonator sekitar 1,5 Amper untuk menjamin tiap detonator tersebut meledak sempurna.



Gambar 4. 22 Rangkaian Seri

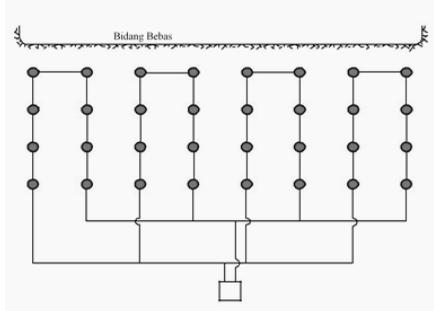
(sumber : <http://digilib.mercubuana.ac.id/>)

Legwire adalah dua kawat yang menjadi satu dengan detonator listrik yang salah satu ujung dihubungkan dengan *bridge wire* yang terdapat didalam detonator.

Connecting wire adalah kawat yang mempunyai isolasi dipakai untuk menghubungkan *legwire* dengan *firing line*.

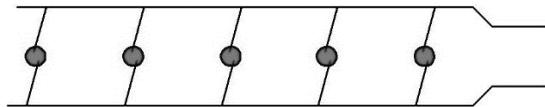
- Rangkaian Paralel-Seri terdiri dari sejumlah rangkaian seri yang dihubungkan paralel.

Umumnya rangkaian ini diterapkan apabila peledakan memerlukan lebih dari 40 *detonator* dengan *leg wire* setiap *detonator* lebih dari 7 m serta dipertimbangan bahwa apabila seluruh lubang ledak dihubungkan secara seri memerlukan power yang besar.



Gambar 4. 23 Rangkaian Paralel-Seri
(sumber : <http://digilib.mercubuana.ac.id/>)

- Rangkaian Paralel adalah suatu rangkaian di mana setiap detonator mempunyai alur alternatif dalam rangkaian tersebut, sehingga apabila salah satu atau beberapa detonator mati, detonator yang lainnya masih dapat meledak.

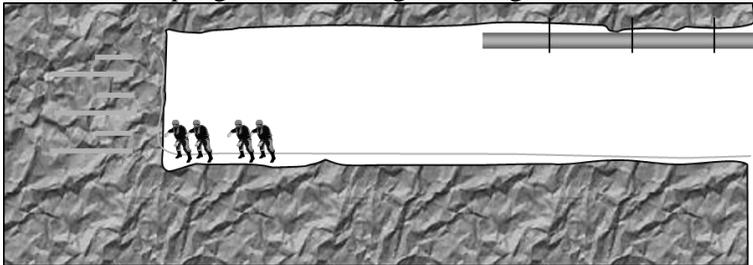


Gambar 4. 24 Rangkaian Paralel
(sumber : <http://digilib.mercubuana.ac.id/>)

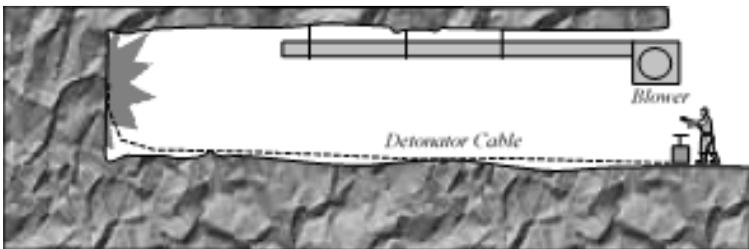
3. Pemeriksaan Setelah Peledakan

1. Pemeriksaan gas beracun setelah peledakan
2. Memastikan bahan peledakan telah aman
3. Setelah peledakan dilaksanakan pelaksana memeriksa lubang ledak, apabila ada lubang yang

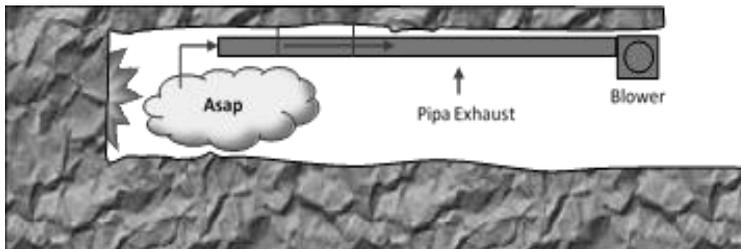
gagal ledak pelaksana harus melaporkan kepada pengawas untuk segera ditangani.



Gambar 4. 25 Ilustrasi Pekerjaan *Charging*



Gambar 4. 26 Ilustrasi Proses Peledakan



Gambar 4. 27 Asap Peledakan Dikeluarkan Melalui *Pipa Exhaust*

4.6 Pekerjaan *Mucking, Scaling* dan *Chipping*

4.6.1 Definisi Pekerjaan

Mucking adalah pekerjaan pembuangan material hasil peledakan (*blasting*). *Scaling* adalah pekerjaan membongkar batu-batu yang masih tersedia pada permukaan galian setelah peledakan (*blasting*), yang dapat

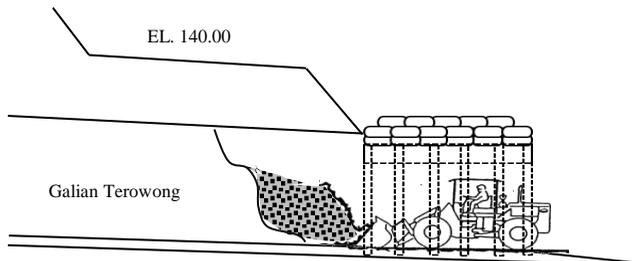
membahayakan. *Chipping* adalah pekerjaan meratakan bagian-bagian yang terowong yang tidak hancur setelah peledakkan (*blasting*).

4.6.2 *Mucking*

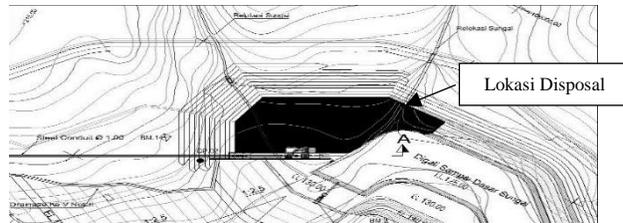
Pada proses pembersihan hasil peledakkan merupakan kegiatan yang sangat vital untuk menentukan kecepatan produksi dalam pelaksanaan pekerjaan galian terowong pengelak. Maka dari itu komposisi dan metode kerja untuk pelaksanaan pembersihan ini harus diperhitungkan secara detail.

Rencana pelaksanaan pembangunan terowong pengelak Bendungan Tukul akan menggunakan 2 alat berat *wheeloader* dari masing-masing sisi galian yaitu *inlet* dan *outlet* terowong sehingga dapat memaksimalkan waktu produksi galian terowong.

Pada pelaksanaan galian terowong pengelak Bendungan Tukul akan menggunakan *wheeloader komatsu 150* (WA.150) atau merek lain dengan kapasitas yang sama.



Gambar 4. 28 Ilustrasi Pekerjaan *Mucking*



Gambar 4. 29 Lokasi Disposal Pada Outlet Terowong

Dimensi terowong pengelak Bendungan Tukulnyang hanya berukuran 4 (empat) meter, maka metode pelaksanaan pembersihan material hasil peledakkan (*mucking*) adalah sebagai berikut :

1. *Wheel loader* masuk ke dalam terowongan kemudian menurunkan *bucket* diatas permukaan tanah,
2. Kemudian *bucket* mendorong ke depan untuk mengambil material hasil peledakkan sampai kapasitas *bucket* penuh.
3. Setelah itu *wheel loader* berjalan mundur untuk membuang material hasil peledakkan ke *disposal area* yang berada disisi luar terowongan
4. Kemudian *wheel loader* kembali masuk terowongan untuk mengambil material hasil peledakkan



Gambar 4. 30 Proses Pekerjaan Mucking

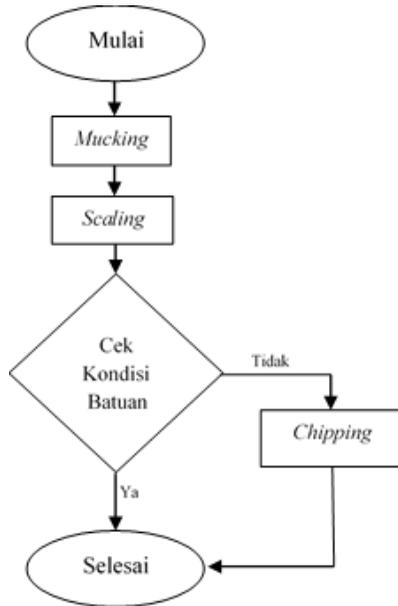
4.6.3 *Scaling*

Proses pekerjaan *scaling* dilakukan setelah proses pekerjaan *mucking* selesai. Tujuan pekerjaan *scaling* adalah untuk membongkar batuan-batuan yang masih menggantung yang berpotensi menimbulkan bahaya. Pekerjaan ini menggunakan *excavator* dengan *hydraulic breaker*.

4.6.4 *Chipping*

Proses pekerjaan *chipping* dilakukan setelah pekerjaan *scaling*, tujuan pekerjaan ini adalah untuk meratakan bagian-bagian terowong yang tidak hancur (*under break*) saat proses peledakkan sehingga pemasangan penyangga terowong atau *steel support* tidak bisa dilakukan. Pekerjaan *chipping* tidak terus menerus dilakukan karena jika hasil dari peledakkan tidak mengalami *underbreak* maka pekerjaan ini tidak perlu dilakukan.

4.6.5 Bagan Alir Pekerjaan *Mucking*, *Scaling*, dan *Chipping*



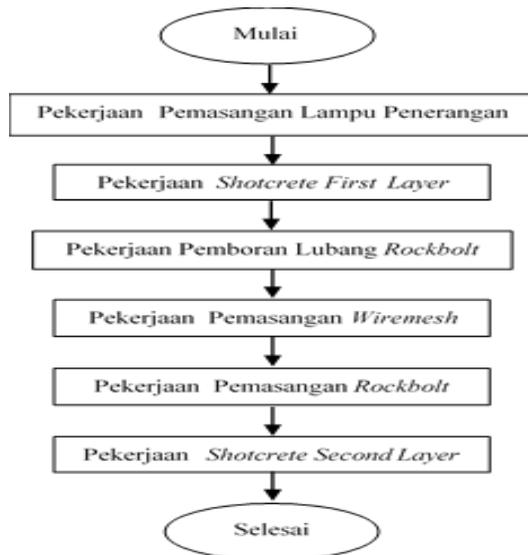
4.7 Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowong

4.7.1 Definisi Pekerjaan

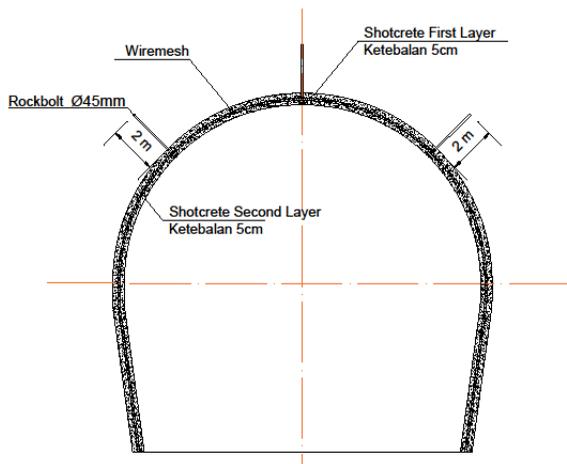
Segera sesudah penggalian terowongan, perlu dipasang penyangga awal untuk mencegah terjadinya keruntuhan didalam terowongan, karena sekali saja batuan mengalami keruntuhan maka keruntuhan akan sulit untuk dicegah lagi.

Oleh karena itu perlu dipasang penyangga awal untuk mencegah terjadinya keruntuhan didalam terowongan. Penyangga awal didalam terowongan ini menggunakan *shotcrete* yang diperkuat dengan *wire mesh* atau bisa juga diperkuat dengan *rockbolt* dan *steelsupport* berupa baja *H-Beam* (H 125x125x6,5x9) sebelum selanjutnya dikerjakan penyangga permanen yaitu *lining concrete*. Pekerjaan Penyangga Awal Terowongan dimulai setelah peledakkan

dengan jarak minimum 30 meter dari hulu ledak setelah pekerjaan *mucking*, *scaling* dan *chipping*.



Gambar 4. 31 Tahapan Pekerjaan Pemasangan Penyangga Awal Terowong



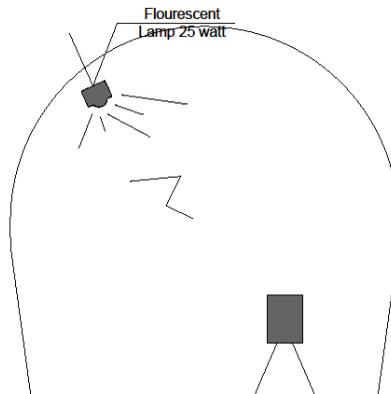
Gambar 4. 32 Peyangga Awal Terowong

4.7.2 Penanganan *Overbreak*

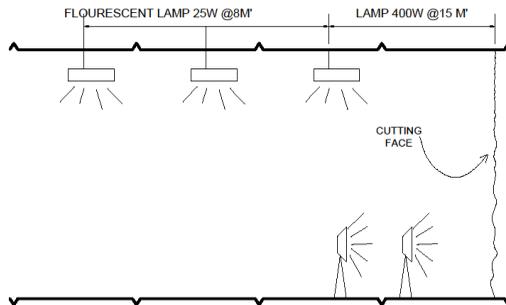
Overbreak merupakan kondisi dimana hasil dari blasting melebihi dari desain rencana, untuk menangani kondisi tersebut maka dipasang karung yang berisi sekam selama pelaksanaan pekerjaan terowong berlangsung sebelum dilakukan pekerjaan shotcrete. Pada saat pekerjaan shotcrete berlangsung maka karung sekam tersebut diambil dan langsung ditutup dengan *shotcrete*. Tujuan pemakaian karung sekam dengan asumsi bahwa fungsi sekam sebagai peredam ketika batuan kecil – kecil yang masih menggantung terjatuh, sehingga tidak langsung mengenai pekerja terowong.

4.7.3 Pekerjaan Pemasangan Lampu Penerangan

Pekerjaan lampu penerangan ini menggunakan lampu *Flourescent* kapasitas 25 watt dan lampu *Halogen* yang dapat dipindahkan di sekitar tempat yang akan digali



Gambar 4. 33 Ilustrasi Sistem Penerangan



Gambar 4. 34 Ptongan Memanjang Sistem Penerangan

4.7.4 Pekerjaan *Shotcrete First Layer dan Second Layer*

Shotcrete yaitu campuran semen dan air yang cara pemasangannya dilaksanakan dengan cara menyemprotkan ke permukaan batuan batuan yang akan disangga/dipikul. Lapisan *shotcrete* ini diperkuat dengan *wiremesh* tipe C4, yaitu dengan diameter 4 mm, dan jarak mesh 100 x 100 mm.

Pekerjaan *shotcrete* dilakukan secara bersamaan dengan pekerjaan galian (*blasting*) dengan jarak aman dari muka peledakan 30 meter, dengan asumsi jarak tersebut merupakan jarak aman sehingga lapisan *shotcrete* tidak rusak terkena hentakan dari *blasting*.

Tipe *shotcrete* yang digunakan yaitu campuran kering (*Dry Mix*), yaitu material dicampur dalam keadaan kering (belum dicampur air), kemudian dialirkan melalui pipa alat penyampur air. Perbandingan antara bahan dan air diatur sedemikian rupa dengan perbandingan tertentu. Cara ini dipakai pada pekerjaan *shotcrete* didalam terowongan yang relative lembab.

- ✓ Tipe *shotcrete* untuk terowong adalah campuran kering (*Dry Mix*).
- ✓ Gradasi dari agregat harus sesuai dengan spesifikasi, dengan campuran semen $> 400 \text{ kg/m}^3$

- ✓ Menggunakan mesin *pneumatic high velocity* untuk pekerjaan *shotcrete* yang mampu menyemprotkan campuran agregat hingga ketebalan s/d 5 cm
- ✓ Ketebalan *shotcrete* adalah 5 cm/layer, dan dikerjakan dua kali layer sehingga tebal *shotcrete* pada terowongan 10 cm. Layer pertama yaitu lapisan *shotcrete* tanpa tulangan dan dikerjakan setelah proses *mucking* selesai. Layer kedua yaitu lapisan *shotcrete* dengan tulangan / *wiremesh*.

Alasan utama penggunaan jenis ini pada terowongan adalah :

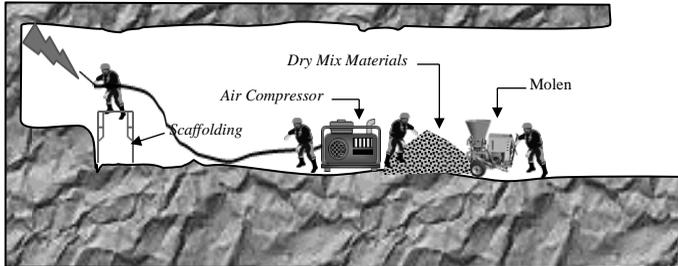
- Dinding terowongan mengeluarkan air/lembab, sehingga diharapkan tidak terjadi kelebihan kadar air dalam campuran.
- Dari segi pelaksanaan, karena gerak dalam terowongan yang terbatas (relatif sempit), maka insitu *mixing* tidak mungkin dilakukan.

Pekerjaan *shotcrete* ini dilakukan setelah pekerjaan *blasting* (peledakan), kemudian dilanjut pemasangan *wiremesh* dan material – material selain material tersebut telah dibersihkan.

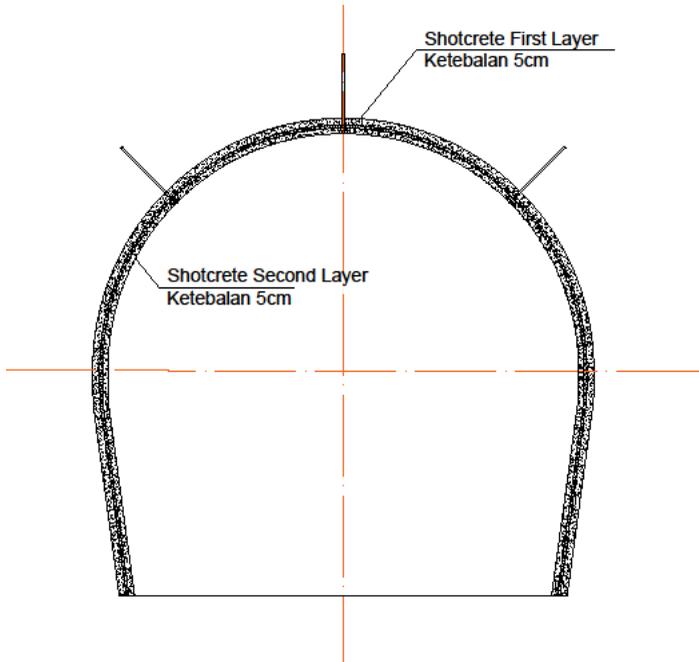
Metode Pelaksanaan Pekerjaan *shotcrete* :

1. Persiapan material pada lokasi pencampuran. Peletakan material diletakkan disekitar mesin *shotcrete* untuk mempermudah pencampuran pada *mixer* / molen. Material secara teratur didekatkan pada mesin *shotcrete*.
2. Material selanjutnya dicampurkan sesuai takaran pencampuran yang direncanakan dengan menggunakan *mixer* / molen tanpa menggunakan air.
3. Dari hasil pencampuran tersebut, material dimasukkan kedalam mesin *shotcrete* yang telah terhubung dengan kompresor sebagai penekan material.

4. Material yang ditekan melalui selang *hose* yang ujungnya terdapat kepala selang yang memiliki kran yang sudah dihubungkan dengan pompa yang sudah terhubung dengan drum air yang sudah dicampurkan dengan bahan tambahan (adiktif).
5. Material ditambahkan ke arah yang ingin dikerjakan dengan ketebalan 5 cm (layer 1) tanpa tulangan. Pada kondisi batuan dengan nilai *standup* yang kecil maka pelaksanaan *shotcrete* tanpa tulangan setebal 5 cm perlu dilakukan setelah proses *mucking* selesai. Hal ini bertujuan agar celah pada batuan tersebut tidak termasuk oleh udara yang cukup lama sehingga dapat mengurangi resiko keruntuhan pada terowong.
6. *Shotcrete* Layer ke 2 dilakukan setelah *rockbolt* dan *wiremesh* terpasang. *Shotcrete* Layer ke 2 berfungsi untuk melapisi terowongan sebelum di *concrete lining* dengan ketebalan 5 cm.



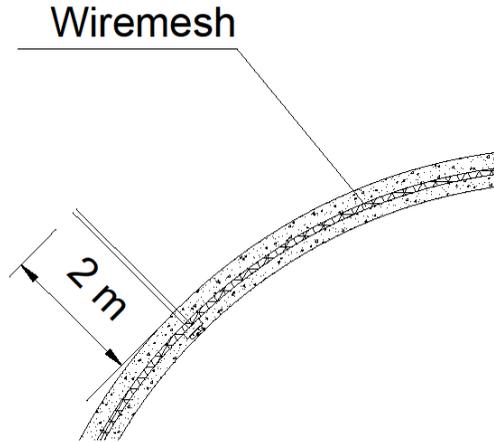
Gambar 4. 35 Ilustrasi Pekerjaan *Shotcrete*



Gambar 4. 36 Shotcrete First Layer and Second Layer

4.7.5 Pekerjaan Pemasangan Wiremesh

Pekerjaan pemasangan *wiremesh* dilakukan setelah proses *mucking* dan *scaling* selesai, pemasangan ini dilakukan dengan cara manual menggunakan tenaga manusia. Pemasangan *wiremesh* ditempelkan pada permukaan dinding terowong dengan pin yang dipakukan (*rockbolt*) ke permukaan terowongan.

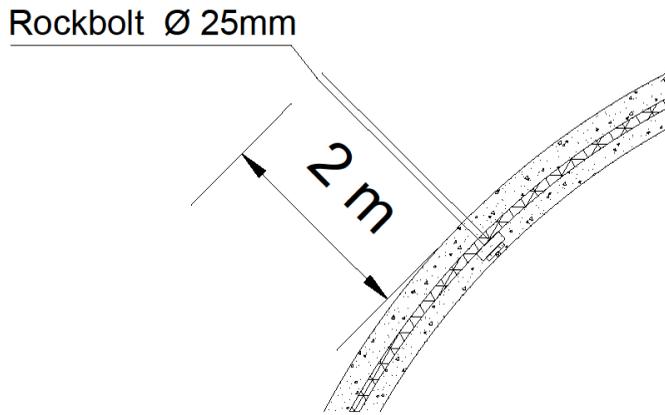


Gambar 4. 37 Wiremesh Setelah Terpasang

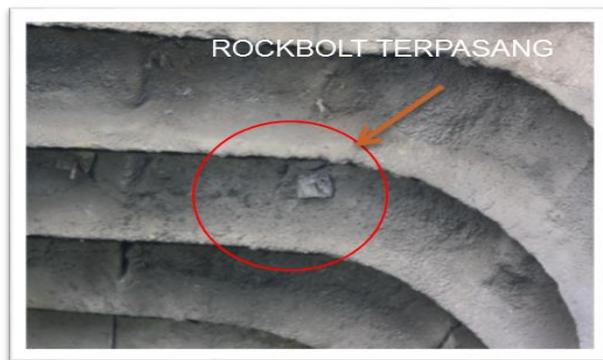
4.7.6 Pekerjaan Pemasangan *Rockbolt*

Metode Pelaksanaan pekerjaan pemasangan *rockbolt* adalah sebagai berikut :

- ✓ Pengeboran lubang menggunakan *leg drill* atau CRD (*Crawler Rock Drill*) dengan diameter 40 mm.
- ✓ Lubang Bor harus dibor dengan tepat sesuai lokasi dan interval yang telah ditentukan.
- ✓ *Rockbolt* material untuk pembesian dibuat dengan nut & *washer* diameter 25 mm, $L = 2,00$ m
- ✓ Perbaikan *bolt/nut* dengan alat pengunci.
- ✓ Kekuatan tarik *rockbolt* sesudah terpasang dalam jangka waktu maksimum 2 jam, tidak boleh kurang dari 30 KN



Gambar 4. 38 Potongan Melintang Rockbolt



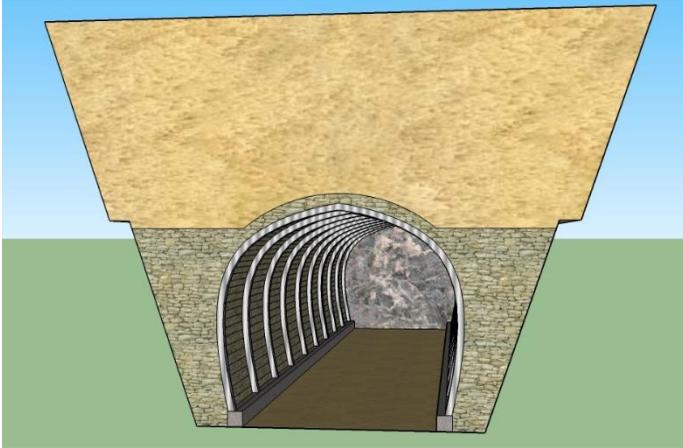
Gambar 4. 39 Rockbolt yang Telah Terpasang

(sumber : dokumentasi pelaksanaan pembangunan bendungan Jatigede)

4.8 Pekerjaan Pemasangan Steel Support

4.8.1 Definisi Pekerjaan

Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan penyangga awal terowong selesai dengan jarak 30 meter dari hulu ledak



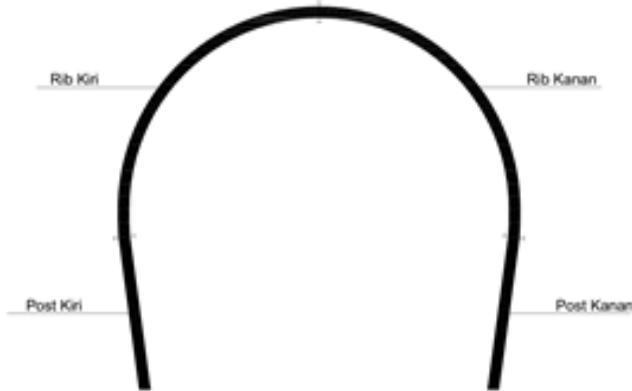
Gambar 4. 40 Steel Support Yang Telah Terpasang

Material *steelsupport* terbuat dari besi *H-Beam* ukuran 125x125x6,5x9 mm dengan jarak antar *steelsupport* 1 (satu) meter, disepanjang area terowongan, sedangkan jarak *steel support* 0,50 meter dipasang pada area portal *inlet* maupun *outlet* terowongan. Peralatan yang digunakan untuk memasang *steel support* dengan tenaga manual. Penyambungan pada setiap potongan *steelsupport* menggunakan mur dan baut. Untuk menahan terjadinya pergeseran *steelsupport* yang diakibatkan oleh hentakan *blasting* maka antar *support* diberi kayu dolken sebagai penguat sehingga jarak antar *support* tidak berubah.

Sebelum pekerjaan galian dimulai, *steel support* perlu didesain dan difabrikasi terlebih dulu. Bentuk *steel support* biasanya mengikuti *lining tunnel*. Hubungan antara *steel support* dibuat dua macam untuk tekan dengan balok kayu, untuk tarik dengan batang besi dibaut.

Sistem penyangga besi yang digunakan yaitu jenis *Rib and Post*, jenis ini biasanya untuk terowongan ukuran besar, yaitu terdiri dari empat bagian yang ditemukan. Untuk jenis ini fabrikasinya terdiri dari empat potong untuk setiap

support, yaitu dua *rib* kiri dan kanan dan dua *post* kiri dan kanan. *post* dan *rib* masing – masing dihubungkan dengan baut pada saat pemasangan. Kemudian *rib* kiri dan kanan juga dihubungkan dengan baut.



Gambar 4. 41 *Steel Support Rib dan Post*

4.8.2 Jarak Antar *Steel Support*

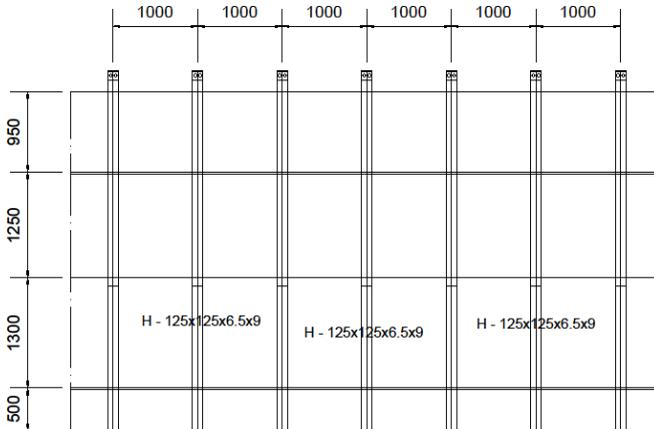
Kadang – kadang suatu terowongan melalui berbagai jenis tanah yang tidak sama. Untuk tanah yang stabil, diperlukan penyangga yang lebih sedikit/kecil, dibanding untuk tanah yang kurang stabil, karena perbedaan beban yang harus dipikul oleh penyangga tersebut.

Untuk mengatasi hal tersebut, dapat dipilih 2 (dua) cara, yaitu :

- **Perbedaan jarak penyangga**, tetapi dengan menggunakan dimensi yang sama (*spacing steel support*).
- **Perbedaan dimensi penyangga**, tetapi dengan jarak yang sama (*weight of steel rib*).

Dari dua cara diatas, pada kontruksi terowongan pengelak Bendungan Tukul digunakan cara yang pertama,

yaitu perbedaan jarak penyangga, tetapi dengan menggunakan dimensi yang sama (*spacing steel support*), dengan pertimbangan bahwa lapisan tanah pada area terowong memang terdapat jenis batuan, sehingga diambil dimensi yang sama untuk memikul beban yang sama pula.



Gambar 4. 42 Potongan Memanjang *Steel Support*

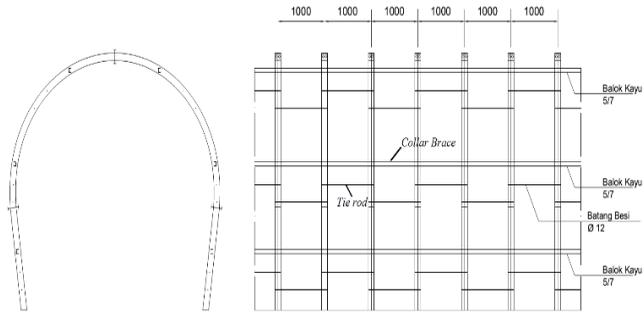
4.8.3 Pengaku (*Bracing*)

Antar penyangga yang satu dengan yang lain harus disatukan dengan pengaku, agar menjadi satu kesatuan yang kaku, sehingga tidak mengalami perubahan posisi/pergerakan, terutama selama proses peledakan untuk penggalian terowongan.

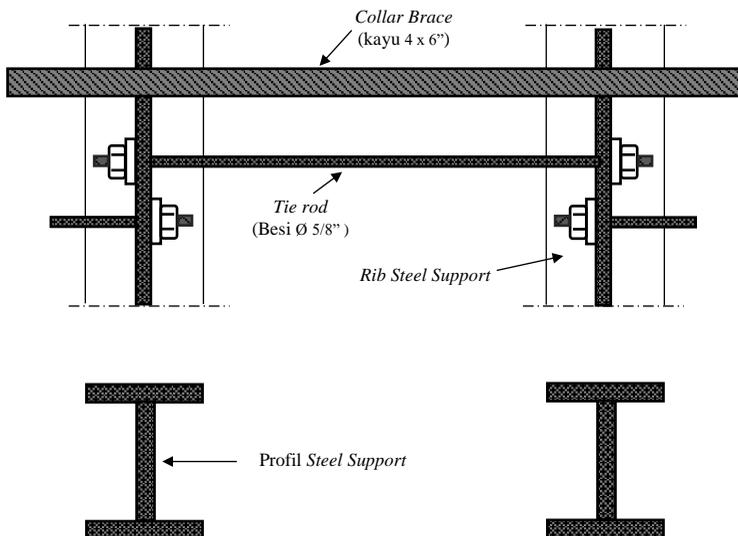
Ada dua jenis pengaku yang dikenal dengan nama “*Tie rods* dan *Collar*”. *Collar brace* berfungsi menahan gaya tekan, dan *Tie rods* berfungsi menahan gaya Tarik. Dengan demikian struktur *steel support* menjadi kaku (*collar brace* diambil sebelum pengecoran *lining* terowongan).

Collar brace yang dilepas dapat digunakan kembali pada segmen berikutnya, hal ini diperlukan untuk penghematan saja. Secara struktur bila beton sudah dicor memang tidak

diperlukan perkuatan tekan, oleh karena itu dapat dilepas *collar brace*-nya.



Gambar 4. 43 Struktur Pengaku Steel Support



Gambar 4. 44 Detail Struktur Pengaku Steel Support

4.9 Pekerjaan *Lining Concrete*

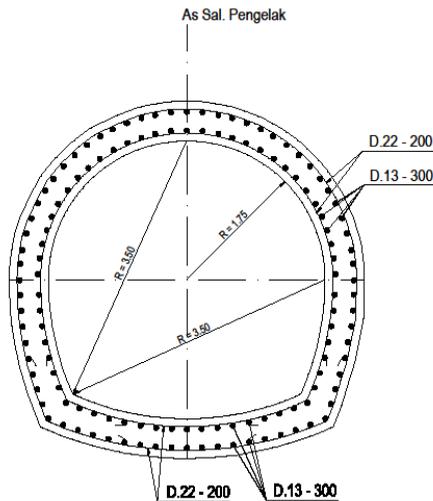
4.9.1 Definisi Pekerjaan

Pekerjaan *lining concrete* adalah pekerjaan pengecoran dinding terowong. Untuk keperluan efisiensi biaya, ketebalan beton *lining tunnel* diusahakan setipis mungkin dengan desain. Ketebalan beton lining ini ditentukan oleh kondisi tanah sekeliling *tunnel*, ukuran penampang *tunnel*, dan ketelitian penggalian. Penggalian yang kurang teliti (terlalu besar), menyebabkan bertambahnya volume beton, karena itu *waste volume* beton disini memang harus betul-betul diperkirakan.

Untuk jenis tanah keras, biasanya *waste* beton semakin kecil, hal ini disebabkan karena volume penggalian tanahnya dapat lebih dikendalikan *waste*-nya.

- **Penulangan**

Sebelum pemasangan *form work*, penulangan besi beton dipasang lebih dahulu. Bila pengecoran bertahap, penulangan dapat dilakukan secara bertahap juga dengan cara pemasangan besi starter.



Gambar 4. 45 Detail Penulangan

- **Metode Pengecoran**

Bila terowongan melalui *solid rock*, atau *steel support* cukup kuat untuk menjaga stabilitas bentuk terowongan sampai dengan seluruh penggalian selesai, maka lebih baik pengecoran lining terowongan menunggu setelah seluruh galian selesai. Bila sebaliknya, maka *lining* terowongan harus secepatnya dilaksanakan *overlapping* dengan penggalian.

Pengecoran lining terowongan dapat dilakukan secara sekaligus atau secara bertahap, tergantung bermacam-macam faktor, untuk terowongan pengelak bendungan tukul, yaitu bagian lantai dicor dahulu untuk menyediakan dasar yang kuat untuk menyangga *formwork* dinding dan atap yang akan berdiri diatas lantai kerja dengan tambahan fasilitas rel.

- **Formwork Terowongan**

Banyak jenis bangunan yang lokasi pembangunannya terletak didalam tanah (*under ground construction*), seperti terowongan, *basement* rumah, bangunan untuk keperluan pertahanan.

Terowongan memang tidak semuanya memerlukan pekerjaan *formwork*, bila memang strukturnya tidak menggunakan beton, seperti terowongan yang tanpa *lining*, atau terowongan yang menggunakan *lining* dengan metal. Namun demikian sebagian besar terowongan memerlukan *lining* dari beton dalam rangka meningkatkan fungsinya, khususnya untuk terowongan pengelak Bendungan Tukul.

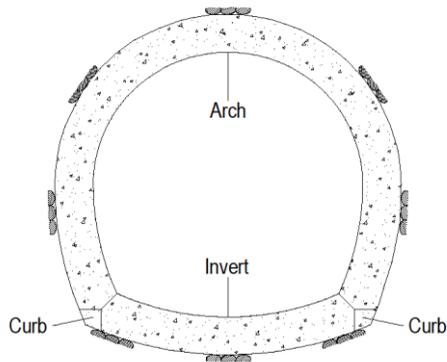
Langkah pertama setelah pekerjaan galian terowongan, sebelum pekerjaan *formwork* adalah adalah pekerjaan penyangga sementara (*shotcrete*), kemudian disusul pekerjaan pemasangan *steel support* menggunakan baja *H-Beam* 125x125x6,5x9, dalam rangka menjaga stabilitas galian agar tidak terjadi keruntuhan tanah.

Setiap jenis bangunan mempunyai persyaratan *formwork* yang berbeda, tetapi dalam proses konstruksinya memiliki

kondisi yang sama, yaitu kondisi yang kurang menguntungkan, seperti gangguan suara, penerangan, jalan masuk yang sulit, serta ruang kerja yang terbatas. Jalan masuk yang sulit serta ruang kerja yang terbatas tersebut merupakan faktor yang berpengaruh dalam mendesain *formwork*. Sebagian besar *multi-use formwork* telah dikembangkan selama bertahun-tahun oleh perusahaan spesialis *formwork* untuk terowongan. Kecepatan pelaksanaan terowongan sangat dipengaruhi oleh pekerjaan pengecoran, dimana *formwork* memegang peran sangat penting. bentuk tampang terowongan pada umumnya adalah lingkaran (*circular*) atau seperti sepatu kuda (*horse shoe*), tergantung dari fungsi terowongan dan jenis tanah yang dilalui terowongan yang bersangkutan. Bentuk tampang terowongan ini sangat menentukan dalam mendesain *formwork*.

Berkaitan dengan tampang terowongan, maka dalam proses pengecoran beton, biasanya dibagi dalam dua bagian yaitu bagian *invert* dan bagian *arch*. Karena terowongan pengelak Bendungan Tukul ini memiliki dimensi penampang yang tidak terlalu besar maka bagian arch tidak perlu dibagi lagi pekerjaannya. Sedangkan untuk bagian *invert* pengecorannya didahului dengan *curbs*.

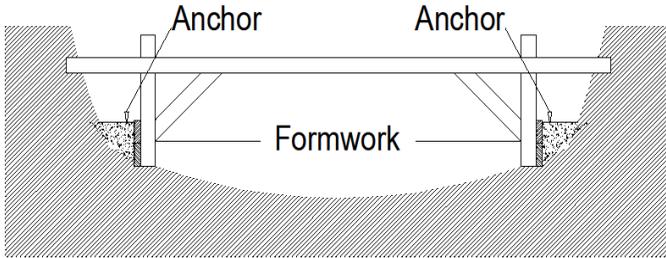
Curb digunakan bila kondisi pekerjaan memerlukannya. urutan pengecoran adalah sebagai berikut : (1) *Curb*, (2) *Invert*, dan terakhir *Arch*.



Gambar 4. 46 Bagian-Bagian *Linning Concrete*

4.9.2 Pemasangan *Formwork Curb* dan Pengecoran *Curb*

Seperti dijelaskan diatas, banyak dilakukan pengecoran *curb* sebagai awal dari kegiatan pengecoran terowongan, disepanjang kedua sisinya, baik untuk terowongan dengan tampang berbentuk lingkaran maupun berbentuk sepatu kuda. *Curb* yang telah dicor dapat difungsikan sebagai landasan untuk menyetel *formwork invert*, bahkan dapat digunakan sebagai landasan untuk meluncurkan traveling *formwork* untuk *invert*. Untuk keperluan tersebut maka pada saat pengecoran *curb*, dipasang angker-angker yang diperlukan dalam tiap jarak tertentu. *Formwork* untuk *curb* dapat menggunakan kayu dan metal. Pada Bendungan Tukul digunakan *formwork curb* dengan bahan kayu. Pekerjaan pengecoran bagian *curb* ini dilakukan secara bertahap.



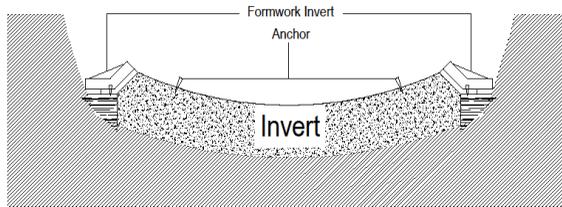
Gambar 4. 47 *Formwork Curb Kayu*



Gambar 4. 48 Bagian *Curb* yang telah dicor

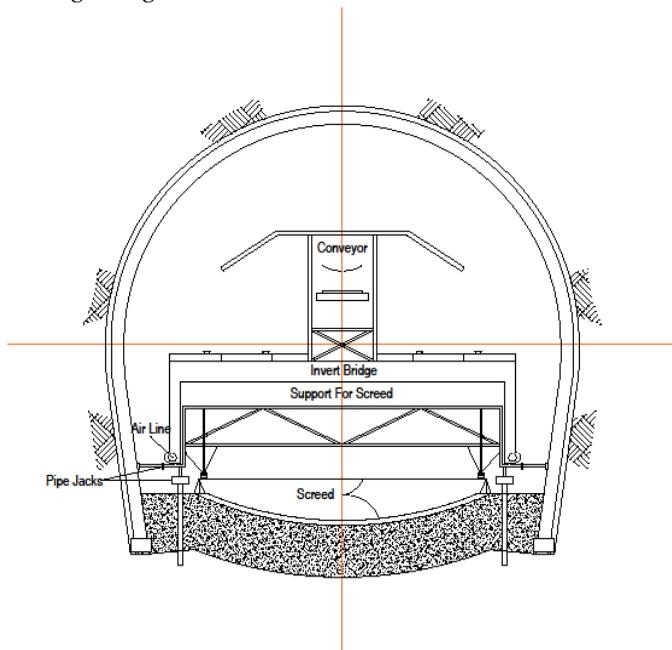
4.9.3 Pemasangan *Formwork Invert* dan Pengecoran *Invert*

Formwork untuk bagian *invert* adalah merupakan *formwork* yang simple seperti *formwork curb*, yang dapat dilakukan dengan berbagai cara yang berbeda, tergantung kondisi setempat. *Formwork invert* dapat dipasang baik dengan atau tanpa curb. Pada Bendungan Tukul dipasang dengan *curb*.



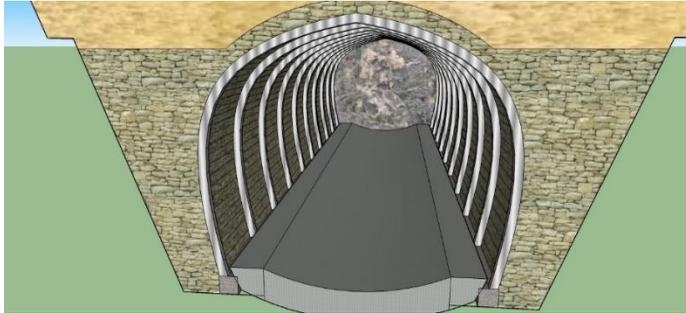
Gambar 4. 49 Formwork Invert Dengan Curb

Pada saat pengecoran bagian *invert*, dipasang angker, untuk pegangan *formwork* bagian *arch* atau bagian *sidewall*. Pengecoran bagian *invert* untuk terowongan yang berukuran besar, maka *formwork invert* dan pengecoran dilakukan secara terus menerus (*continuous*) dengan menggunakan *traveling bridge*



Gambar 4. 50 Travelling Bridge Untuk Invert

Pada gambar diatas (lihat gambar 4.50) disebutkan kondisi terowongan menggunakan *steel support*. Dengan menggerak-gerakkan *screed*, maka terbentuklah bagian *invert* dari terowongan.



Gambar 4. 51 Bagian *Invert* Yang Telah Dikor

4.9.4 Pemasangan *Formwork Arch* dan Pengecoran *Arch*

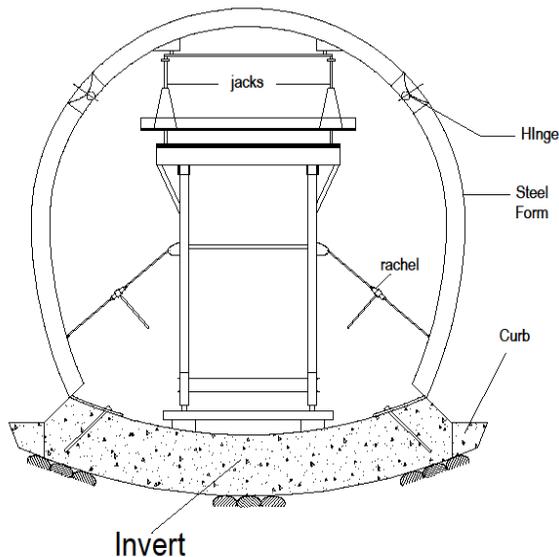
Pengecoran bagian *arch* adalah tahapan terakhir dari pekerjaan *lining concrete*. Untuk *formwork sidewall*, sama dengan *formwork arch* tetapi bagian yang ditutup hanya bagian sampingnya saja, sedangkan bagian atap ditutup belakangan pada saat pengecoran bagian arch. Biasanya *formwork* bagian *sidewall* dan bagian *arch* dibuat secara menyatu. Pengecorannya dapat secara bertahap, didahului *sidewall* kemudian *arch*, atau dicor secara sekaligus. Pada Bendungan Tukul tidak menggunakan tahapan pengecoran bagian *sidewall*. Tahapan pengecoran bagian *sidewall* dilakukan secara bersamaan dengan pengecoran bagian *arch*.

Rangka utama dari struktur *formwork* terdiri dari *rib* bagian luar yang berbentuk melengkung sesuai dengan tampang terowongan, dan diperkuat dengan balok-balok memanjang, sepanjang panel *formwork*. *Rib* bagian luarnya ditutup dengan kayu *plywood* atau dengan plat baja. Sedangkan intinya berupa struktur seperti kereta yang dapat digerakkan

mendatar diatas rel. Bantalan rel diletakkan diatas bagian invert yang telah selesai dicor sebelumnya.

Rib terdiri dari tiga bagian dua bagian untuk dinding dan satu bagian lagi untuk atap masing-masing dihubungkan dengan engsel, agar dapat dilipat sewaktu melepas formwork. Ujung-ujung *rib* diikat dengan angker yang sesudah dipasang pada bagian *invert*. Oleh karena itu pemasangan angker pada *invert* harus memiliki akurasi yang tinggi.

Kemudian diatas *invert* diletakkan balok-balok bantalan untuk memasang rel. kereta *formwork* diletakkan diatas rel, kemudian *rib-rib* nya disetel membentuk tampang terowongan dengan bantuan *Hydraulic Push-Pull Ram*.

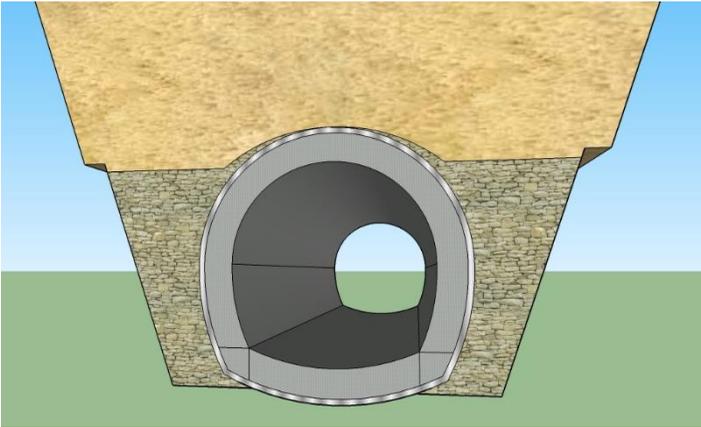


Gambar 4. 52 Formwork Arch

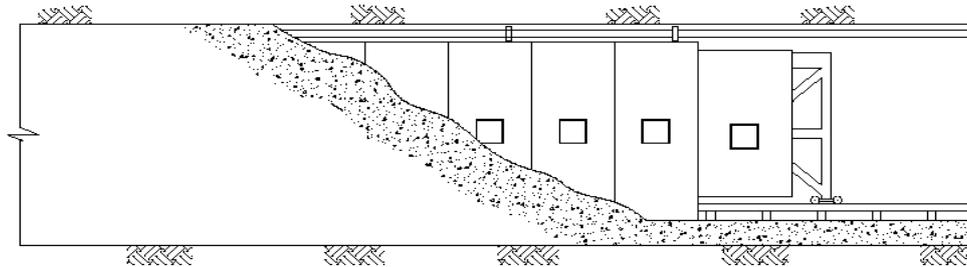
Pada umumnya *formwork arch* mengalami kerusakan pada saat pelepasan dan pemasangannya kembali, sehingga memerlukan waktu tambahan. Oleh karena itu *formwork*

dibuat teleskopik. Sehingga pada saat akan melepas *formwork*, *bout rib* pada *invert* dilepas terlebih dulu, kemudian *steel form* dilipat ke dalam (dikuncupkan). Setelah traveller digeser ke segmen berikutnya yang akan dicor, *steel form* dikembangkan lagi, begitu seterusnya.

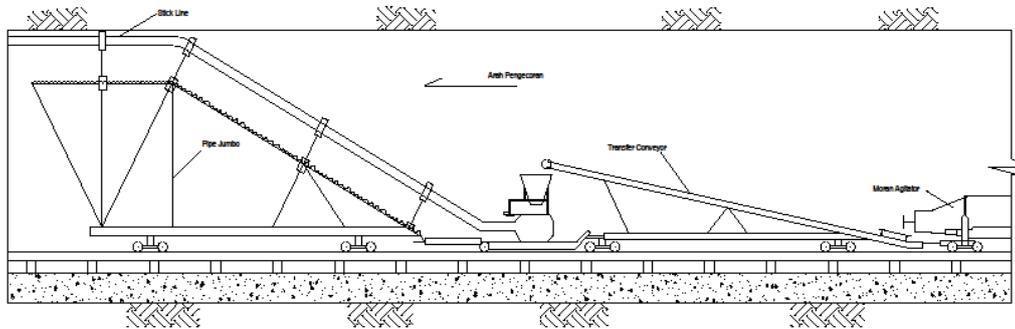
Bila pengecoran dilakukan sekaligus, maka cara pengecorannya beton dituangkan melalui puncaknya, membentuk *slope*.



Gambar 4. 53 Bagian Arch Yang Telah Dicor



Gambar 4. 54 Tampak Melintang *Formwork Arch*



Gambar 4. 55 Proses Pengaliran Bagian Arch

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

Dari uraian dan pembahasan Tugas Akhir Terapan ini maka dapat diberi kesimpulan antara lain :

1. Metode Pelaksanaan Pembangunan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan Jawa Timur menggunakan metode NATM (*New Austrian Tunneling Method*)
2. Terdapat 11 (sebelas) item pekerjaan yaitu pekerjaan galian tanah terbuka, pekerjaan pemasangan bangunan proteksi portal terowong, pekerjaan *drilling*, pekerjaan *charging* dan *blasting*, pekerjaan *mucking*, *scaling* dan *chipping*, pekerjaan pemasangan penyangga awal terowong, pekerjaan pemasangan *steel support* dan pekerjaan *lining concrete*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

PT BRANTAS ABIPRAYA Kontraktor “*Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Terowongan Pengelak Waduk Tukul*”.

Ir. Asiyanto, MBA., IPU. 2012. “*Metode Konstruksi Terowongan*”. Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)

Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Konstruksi. 2008. “*Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008*”

Sosrodarsono, Suyono., dalam Rochmanhadi. 1992. *ALAT-ALAT BERAT DAN PENGGUNAANYA*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Perkerjaan Umum.

Ricky. 2011 . “*Jenis-Jenis Excavator dan Cara Kerja Excavator*”. Diambil dari <http://excavator-excavator.blogspot.co.id/2011/07/jenis-jenis-excavator-dan-cara-kerja.html>

Rahmawati. 2015. *Pengertian Bulldozer dan Fungsi Bagian-Bagiannya*. Diambil dari <http://alat-berat07.blogspot.co.id/2015/10/pengertian-bulldozer-dan-fungsi-bagian.html>

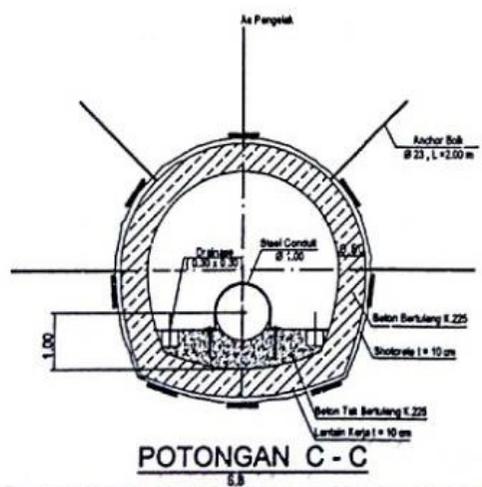
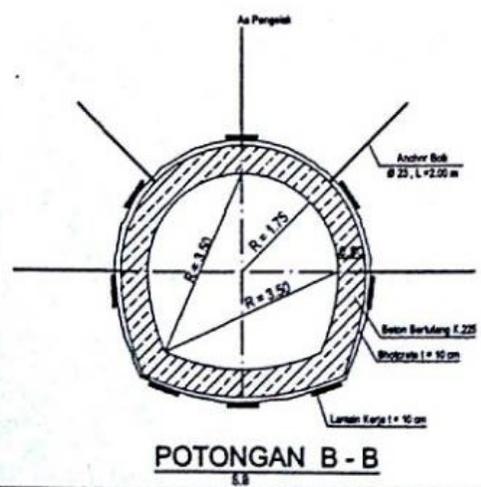
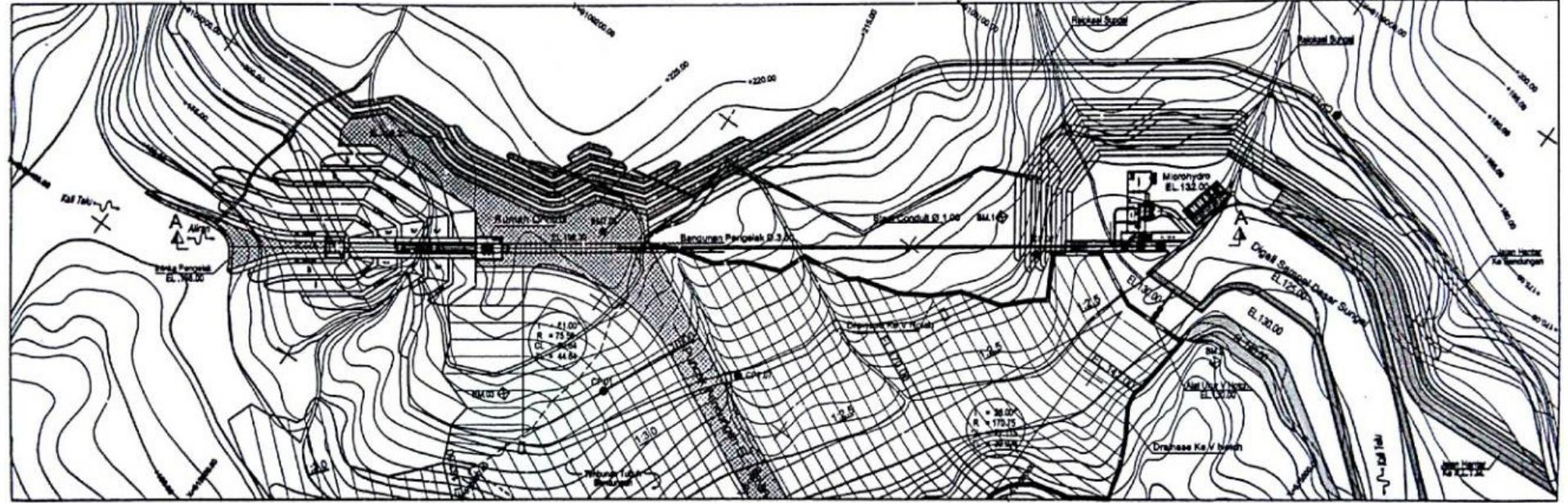
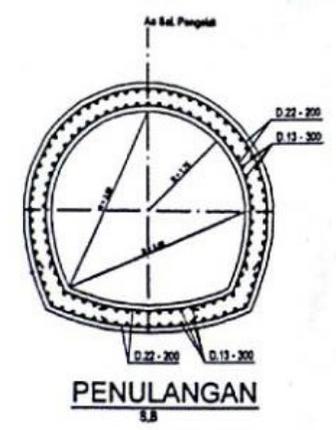
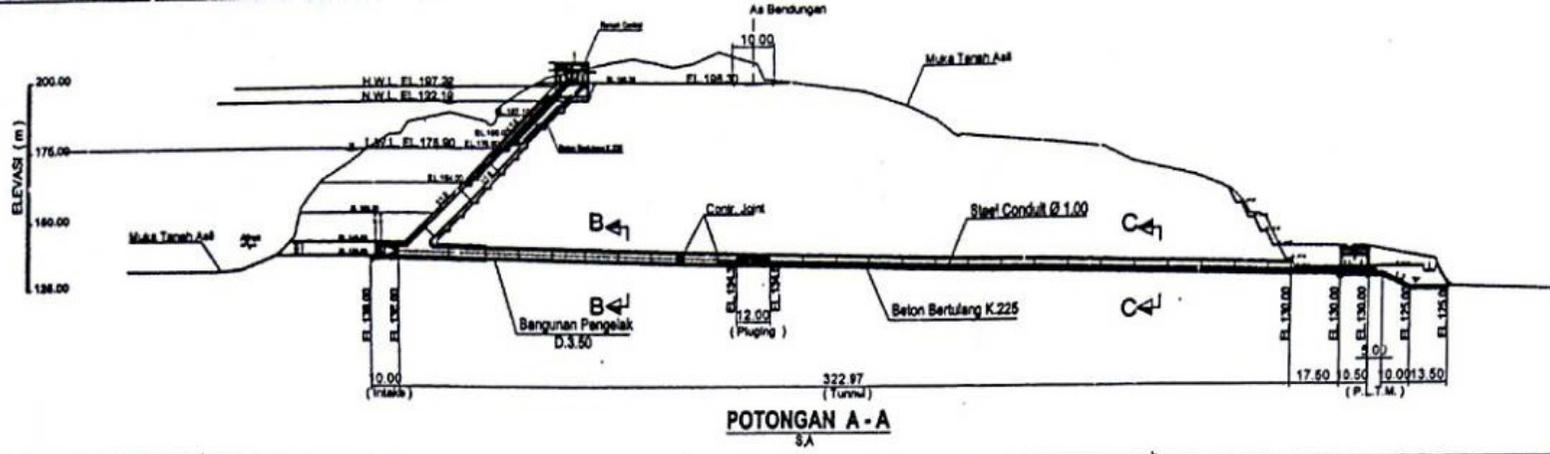
Karyanto. 2012. *Perencanaan Terowongan di Proyek Induk Pembangkit Listrik & Jaringan di Takengon-Aceh Dengan Metode Peledakkan* . Diambil dari http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/n!@file_skripsi/Isi2267898745134.pdf

PT. WIJAYA KARYA Kontraktor “*“Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Terowongan Pengelak Bendungan Jatigede*”.

PT. WIJAYA KARYA Kontraktor “*“Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Terowongan Pengelak Bendungan Bendo*”.

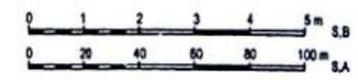
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

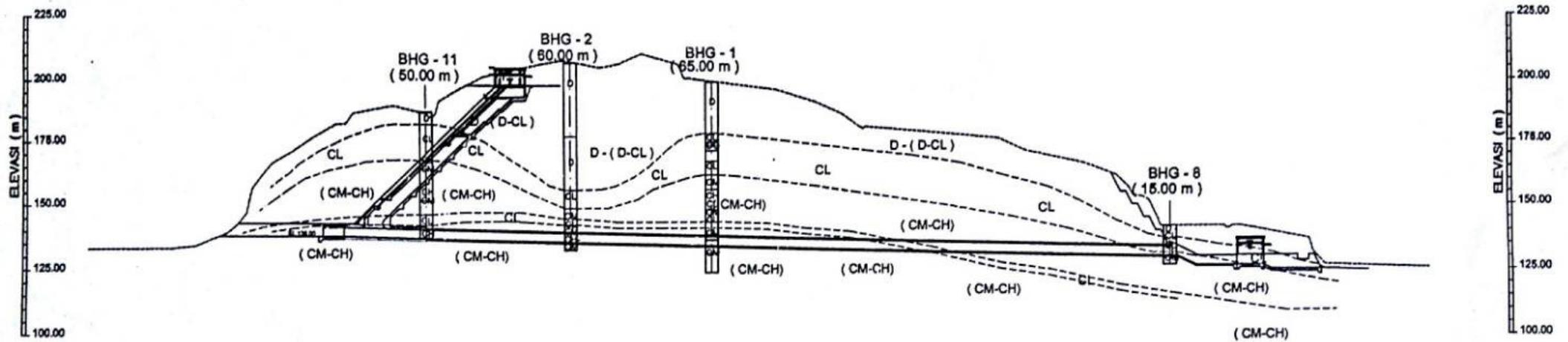


KETERANGAN :

- I. INTAKE PENGELAK
 - ⊗ A : Tastrack Pengelak 1 (5.00 x 4.46)
 - ⊗ B : Pintu Plugging 1 (3.50 x 3.50)
- II. INTAKE PENGAMBILAN
 - ⊗ A.1 : Tastrack Pengambilan 2 Unit (4.00 x 6.20)
 - ⊗ B.1 : Pintu Pengambilan 2 Unit (2.00 x 2.00)



	KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR SATKER BALAI BESAR WILAYAH BANGUNAN BENDUNG SOLO PELAKSANAAN KEGIATAN PEMERIKSAAN DAN PERENCANAAN ALIRAN AIR		PROVINSI JAWA TIMUR		
	DO. PEMBANGUNAN WADUK TUKUL		KABUPATEN PACITAN		
BANG. INTAKE PENGELAK & PENGAMBILAN DENAH, POT. MEMAUIKANG DAN DETAIL		NO. DESKTER 11-01-05-01	NO. GAMBAR 40	NO. KONTAK 11 April 2012	NO. KONTAK 11-01-05-01
PPK PERENCANAAN DAN PROGRAM PT. GLOBAL PARASRDO JAYA Jl. T. Satrio No. 10, T. Satrio, S. B. Solo		NO. KONTAK 11 April 2012			



PROFILE BANGUNAN PENGELAK

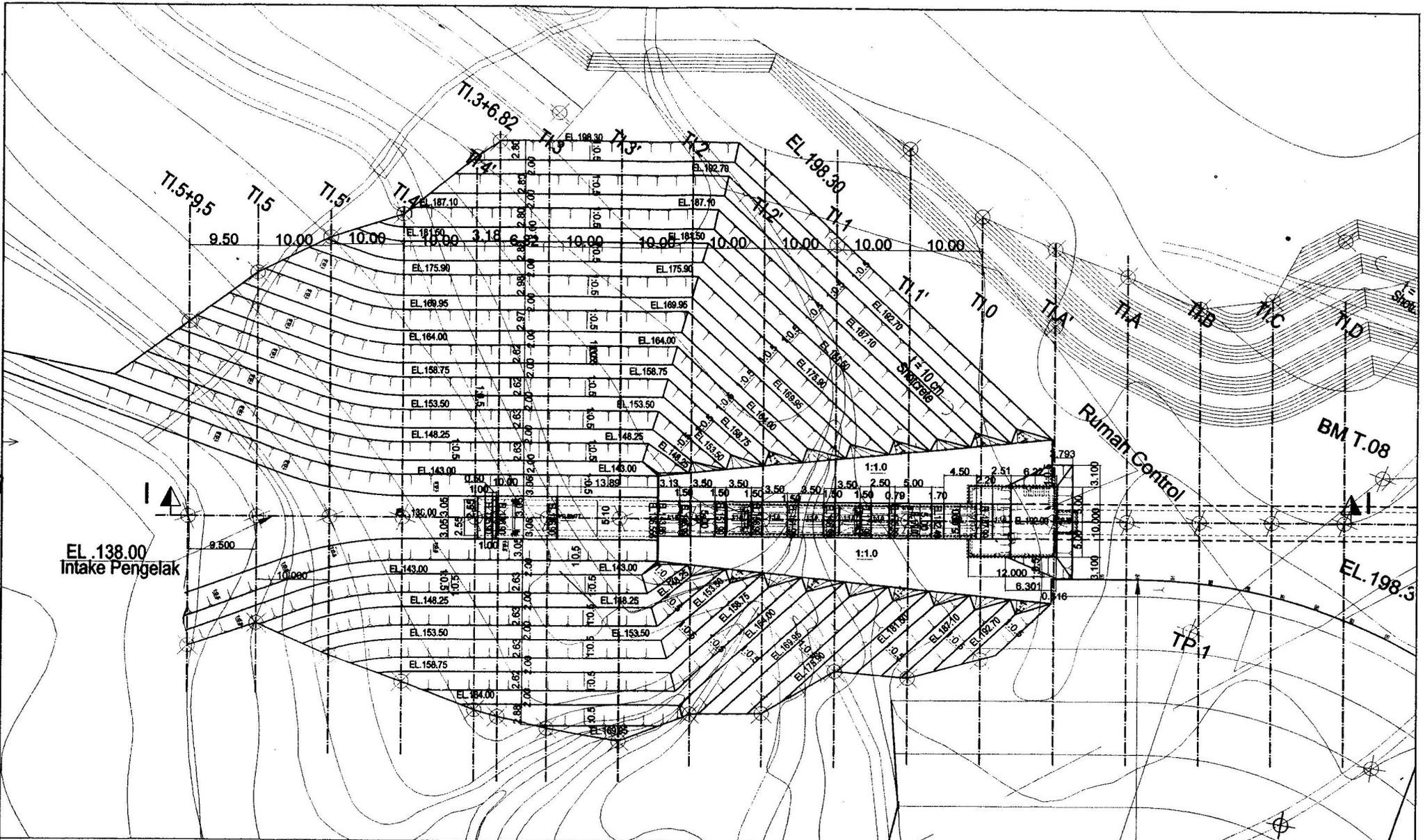
KELAS BATUAN	KOHESI c (kgf / cm)	sudut geser dalam (Derajat)	modulus elastisitas En (Kgf / cm)	kecepatan rambat gelombang Vp (Km / se)
CH	18.48	42°09'	24.000	3 - 3.7
CM	13.44 - 13.50	35°45'38"07'	10.927 - 11.037	15 - 3
CL	5.87 - 7.74	38°07'39"49'	3.968 - 4.231	< 1.5
D (*)	0.24 - 6	15 - 37.5		

Catatan :

(*) Estimasi Berdasarkan CRIEPI (Central Research Institute of Electric Power Industry)



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BANGUNAN BINA BANGUNAN WILAYAH SUMBAH BENDAHARA BOLD PELAKSANA PEMBATAS KONTRAK PERENCANAAN DAN PROGRAM (KONTRAK PERENCANAAN - K/P)		PROVINSI JAWA TIMUR
DO. PEMBANGUNAN WADUK TUKUL		KABUPATEN PACITAN
Nama Proyek PROFILE GEOLOGI PELIMPAN DAN PENGELAK KELAS BATUAN DAN DAYA DUKUNG	NO. REGISTRASI 1-01-02-00	NO. GAMBAR 19
PPK PERENCANAAN DAN PROGRAM DESAIN MENYETELAJ	PT. GLOBAL PARASINDO JAYA Jl. T. Suroyo, No. 100, Lt. 10, Surabaya 60155 SURABAYA	TGL. KONTRAK 11 April 2012
No. Per. 10 Yang Dibina Dan Dibina	No. 100 No. 100 No. 100	No. KONTRAK K/S-B-001/2012



EL. 138.00
Intake Pengelak

Rumah Control

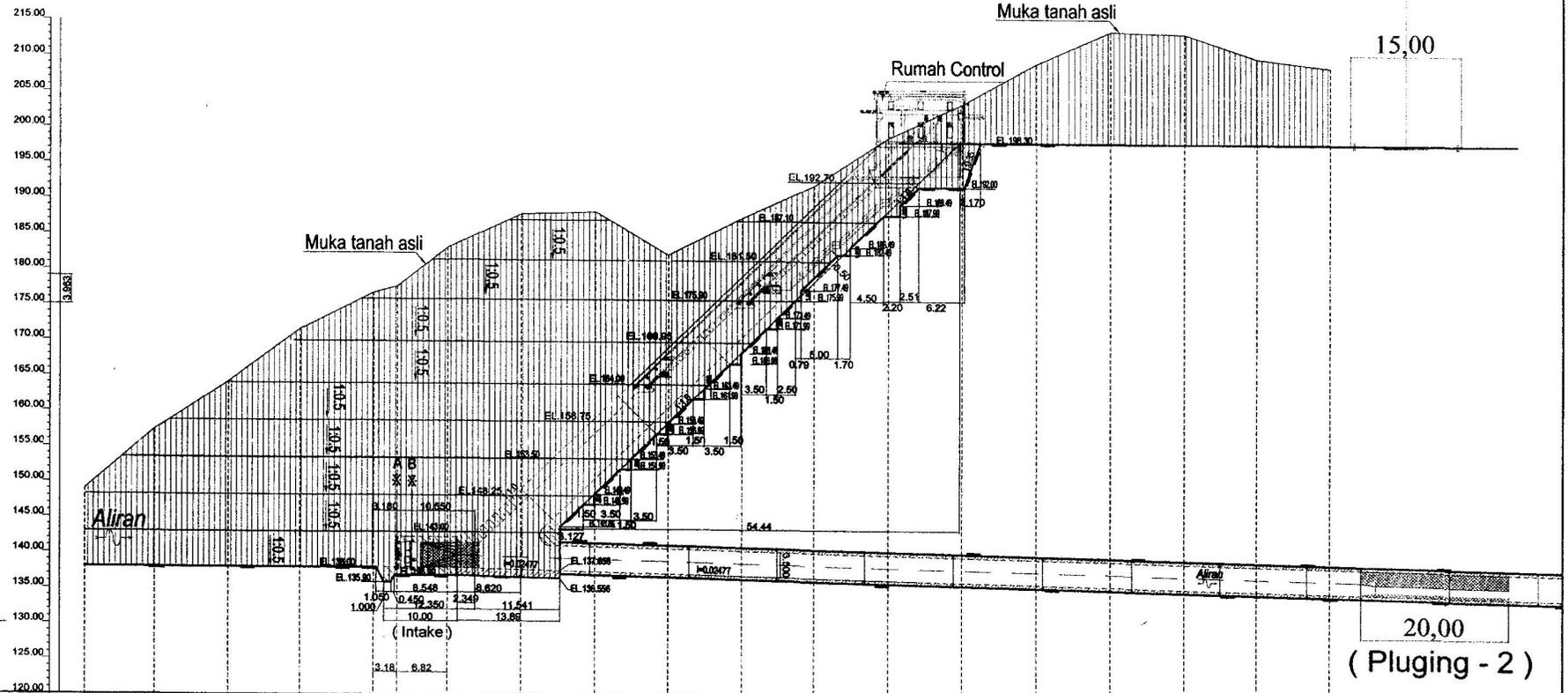
BM T.08

EL. 198.3

SKALA: 0 5 10 15 20 25 m

REF DWG/JC 1-01-05-01

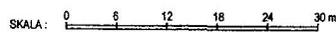
 KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH BENGAWAN SOLO SINYI PEMBANGUNAN BENDUNGAN BWS BENGAWAN SOLO PPKK PEJELANGKUN BENDUNGAN BWS BENGAWAN SOLO Jl. Medun - Madiun No. 14 Telp./Fax 0271-333333 Medun 63101		PROVINSI JAWA TIMUR
Pekerjaan: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL		KABUPATEN PACITAN
Judul Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN DENAH		NO. REGISTRER: 121 NO. GAMBAR: 121
DISETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PENJAWAB TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
MENGETAHUI PT. METTANA E (JC) - PT. ANUGERAH K	MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)	DIGAMBAR PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)
J. Wahyu Purwati Team Leader	I. Agus Hilmi Supervisor Konstruksi	A. Sidiqul Huda, ST Project Manager
J. Agus Hilmi No. 1900004 190002 1 001	I. Agus Hilmi No. 1900004 190002 1 001	J. Agus Hilmi No. 1900004 190002 1 001
18 MARET 2018		KES-ABIPRAYA



ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	146.042	157.414	164.100	171.696	176.745	177.990	183.200	187.622	189.259	182.311	187.502	192.113	198.972	203.717	209.477	214.073	219.789	210.386	206.158
JARAK (m) DISTANCE (m)		9.50	10.00	10.00	10.00	3.18	6.82	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
STA POINT	TL5-9.5	TL2	TL3	TL4	TL4'	TL3-6.82	TL3	TL3'	TL2	TL2'	TL1	TL1'	TL0	TL1A'	TL1A	TL1B	TL1C	TL1D	TL1E

POTONGAN I - I

REF. DWG NO. TRL-101-05-01-1



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PTK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BEWIS KAWAN SOLO
PTK PEMBANGUNAN BENDUNGAN

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN
POTONGAN MEMANJANG (I-1)

PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

NO. REGISTER: TRL-101-05-01-2
 NO. GAMBAR: 200

TANGGAL: 15 MARET 2016
 NO. KONTRAK: KEB-100/2016

DISERETUKSI: PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
 DIPERIKSA: PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
 DIPERIKSA: PENGAWAS TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
 MENGETAHUI: PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K
 DIKOREKSI: [Signature]
 MENGETAHUI: PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)
 DIGAMBAR: [Signature]

Andi Ansh ST, MSc
No. 1700028 200504 1 021

Santosa EST, MT
No. 1980004 198002 1 001

Muliana ST
No. 1980008 200504 1 023

I. Wahyu Purwanto
Team Leader

I. Agus Hidayat
Supervisor Kontrolir F

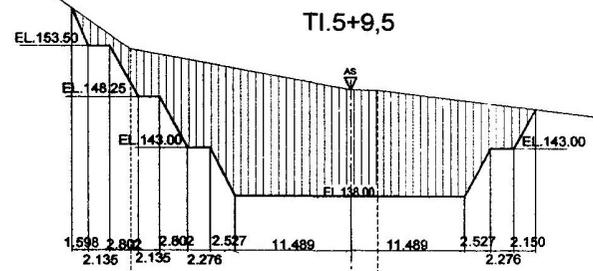
A. Ningsih ST, Dra. S.P.
Project Manager

Harold Muzli ST
Site Engineering Manager

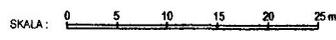
205.00
200.00
195.00
190.00
185.00
180.00
175.00
170.00
165.00
160.00
155.00
150.00
145.00
140.00
135.00
130.00
125.00
120.00

Bidang persamaan
Reference level

ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	189.811	189.227	169.993	163.102	149.042	148.992	
JARAK (m) DISTANCE (m)	8.85	30.53	14.55	21.99	2.72	85.76	

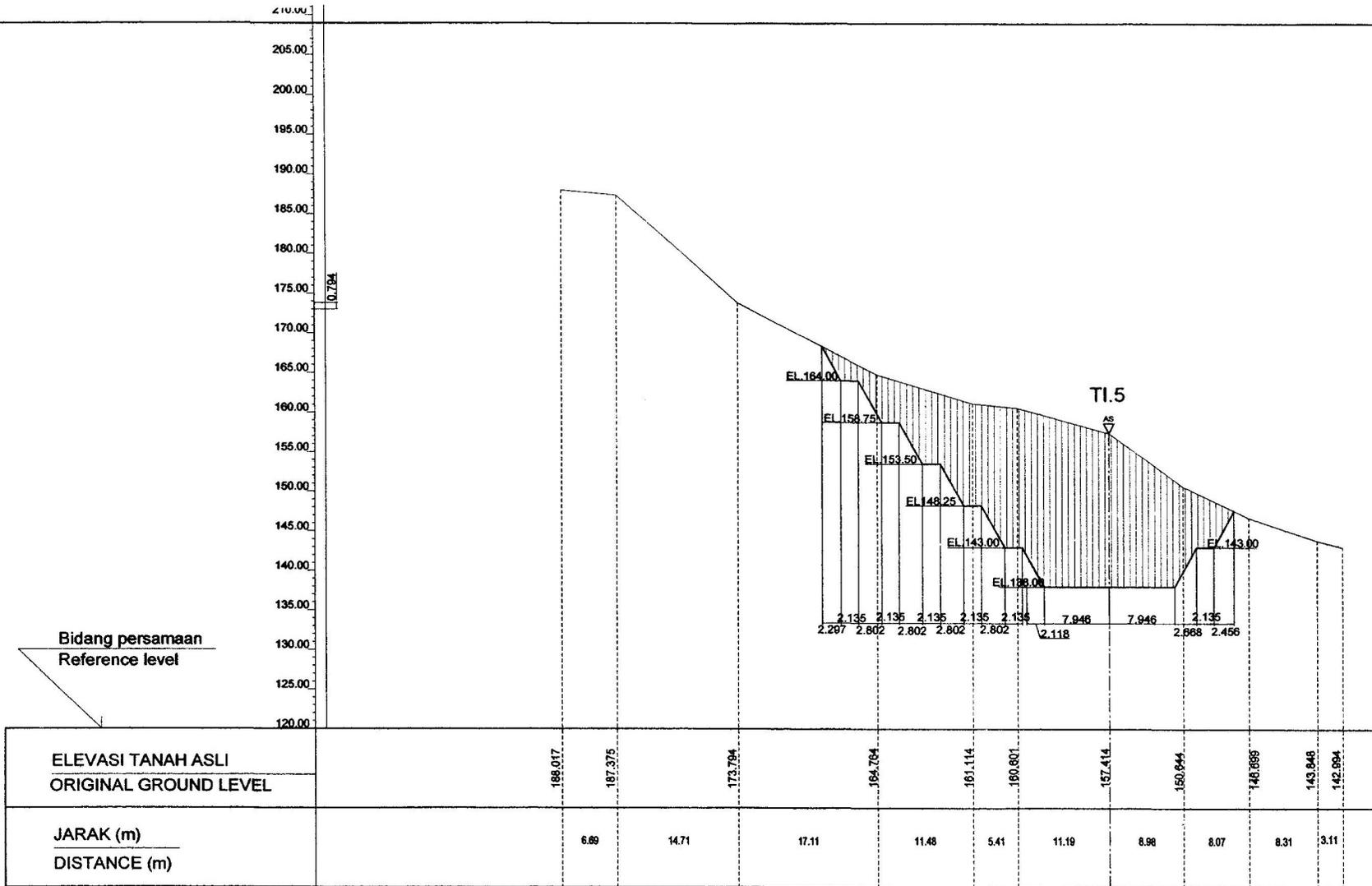


POTONGAN TI.5+9.5

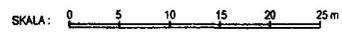


REF. DWG. NO. TRL-10105-01-1

			KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO UNIT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BENS BENGAWAN SOLO PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN			PROVINSI JAWA TIMUR	
Shop Drawing PEMBANGUNAN WADUK TUKUL			BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.5+9.5			KABUPATEN PACITAN	
Disetujui PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN			Diperiksa PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN			No. Register TRL-101-05-01-8	
Diperiksa PENJAJAG TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN			Mengetahui PT. METTAMA E (JO) - PT. ANUGERAH K			No. Gambar 300	
Andi Amal, ET, MSc. No. 18700720 200602 1 001			Setiyo, SST, MT No. 18900004 199902 1 001			Tanggal 15 MARET 2018	
Mulyono, ET No. 18900028 200804 1 003			N. Wahyu P. Pradono Team Leader			No. Kontrak KEM-18/PP/000/18	
I. Agus I. Hidayat Supervisor Kelembagaan			A. Rihmawati, S.T. Site Engineer			15 MARET 2018	



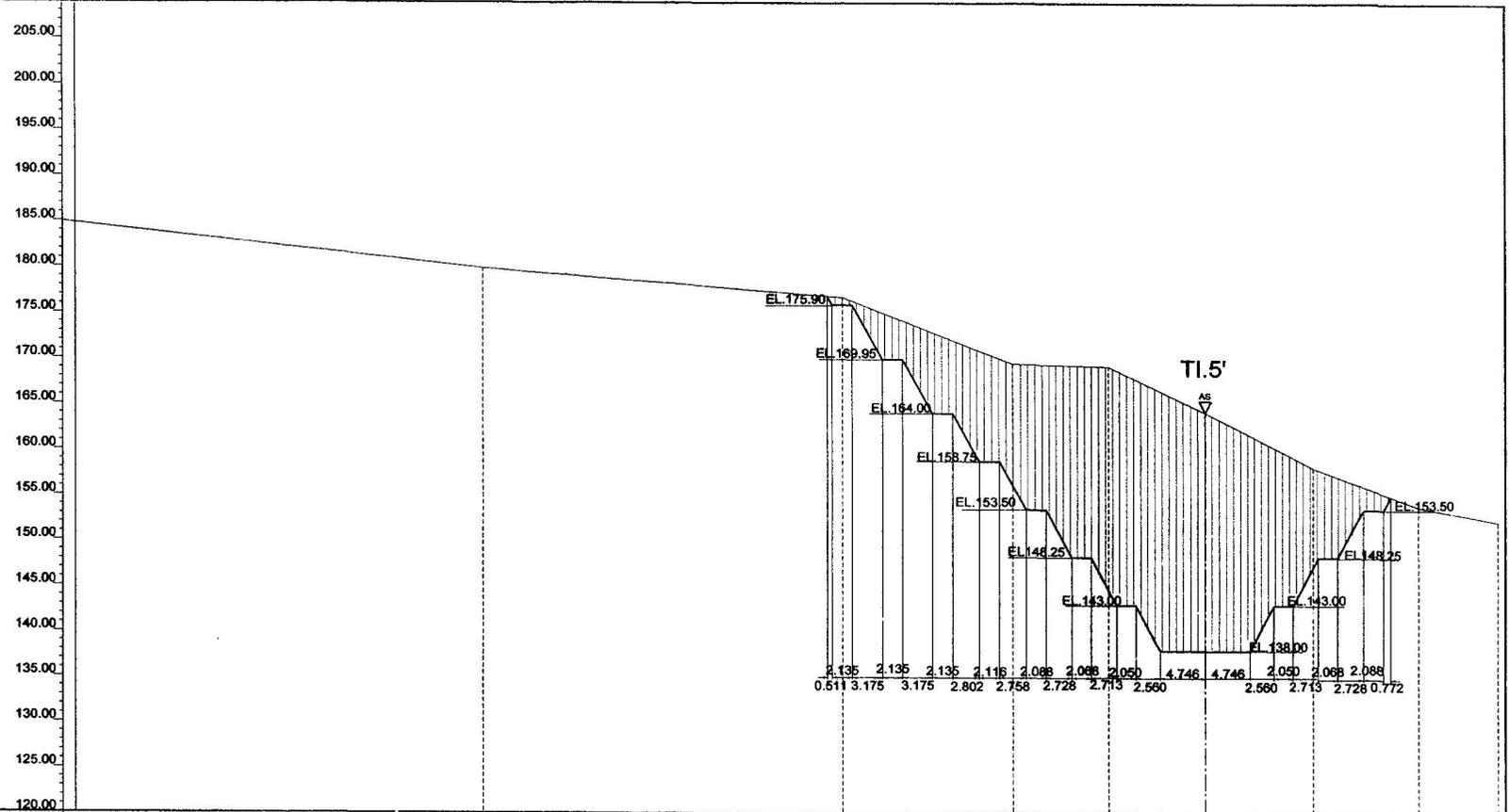
POTONGAN TI.5



REF. DWG. NO. TIL-10145-01-1

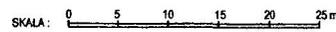
<p>KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO PUSAT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA SUNGAI BENGAWAN J. Magetan - Madiun, Jawa Timur No. 14 Telp. (0271) 320223 Madiun 52101</p>	PROVINSI JAWA TIMUR	
	KABUPATEN PACITAN	
<p>SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.5</p>		
NO. REGISTER	NO. GAMBAR	
TR-101-05-01-4	400	
TANGGAL	NO. KONTRAK	
15 MARET 2016	0000-0000000000	

DIBETULUI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI	DIKOREKSI	MENGETAHUI	DIGAMBAR
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELANGGAN TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PENGAWAS TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)	
<i>Andi Arifin, ST, MSc</i> No. 18000238 200002 1 001	<i>Rafsanah, EST, MT</i> No. 18000004 190002 1 001	<i>Mulliana, ST</i> No. 18000028 200004 1 000	<i>I. Wahyu Purandari</i> Team Leader	<i>I. Anisa Hidayat</i> Supervisor Kontrolir 8	<i>A. Brantas Ampraya, ST</i> Project Manager	<i>Harjanto Murno, ST</i> Site Engineer



ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	179.831	178.772	169.951	169.213	164.160	158.111	153.830	152.173
	58.28	38.23	17.91	10.11	10.21	11.55	11.14	8.43
JARAK (m) DISTANCE (m)								

POTONGAN TI.5'



REF. DWG. NO. TIL-1-01-05-01-1

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BAJAJ BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BEMBE BENGAWAN SOLO
PEMBANGUNAN BENDUNGAN BEMBE BENGAWAN SOLO
Jl. Medan, Kecamatan Jatin, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah 57111

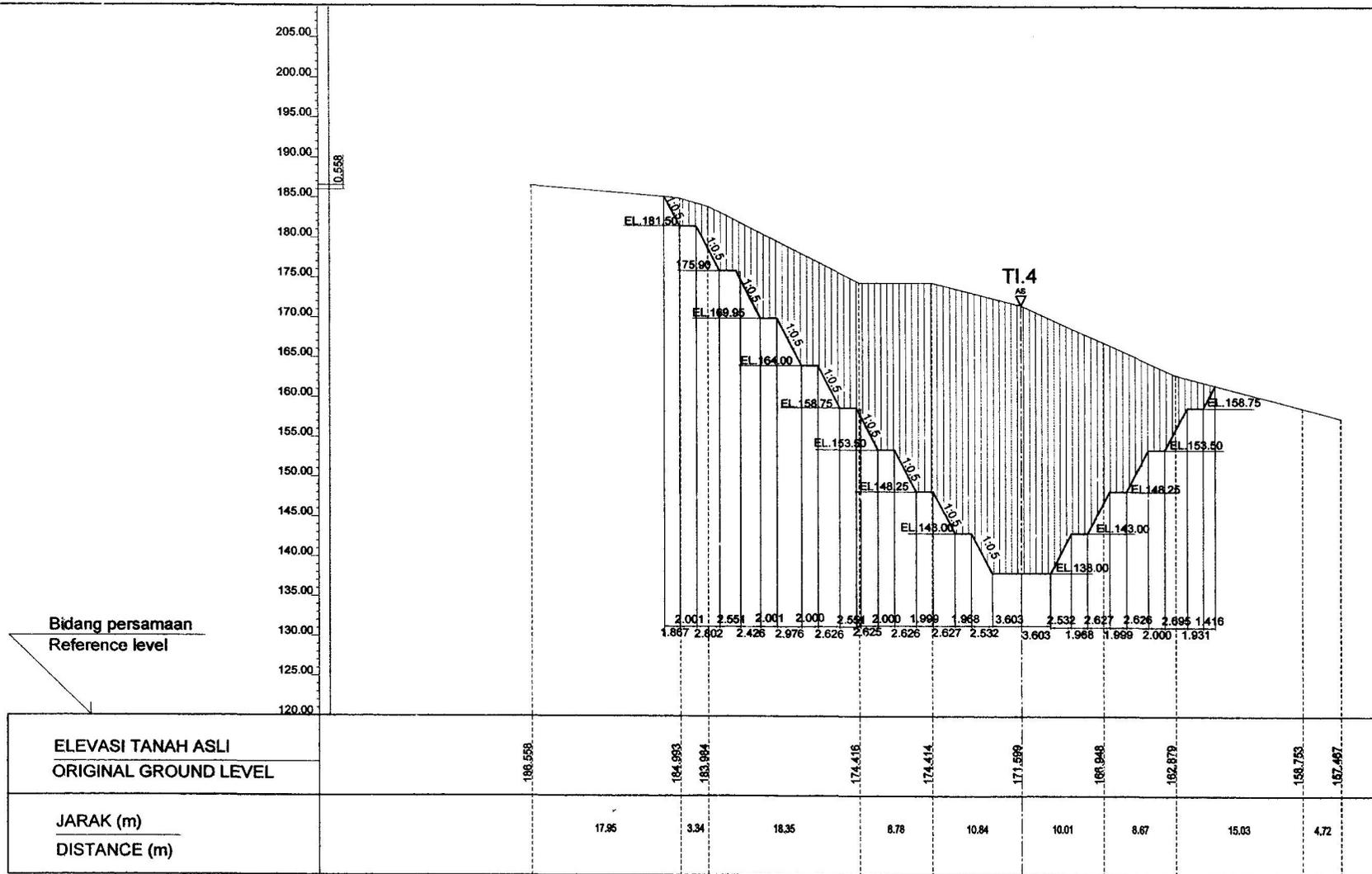
SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN
POTONGAN TI.5'

NO. REGISTER: TIL-1-01-05-01-520
 NO. GAMBAR: 520
 TANGGAL: 15 MARET 2016
 REVISI: 001/PTUR/16

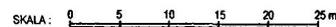
PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

DIBETULUI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI	DIKOREKSI	MENGETAHUI	DIGAMBAR
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PENGAWAS TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. METTANA E (JK) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)	
<i>Andi Ansh. ST, MT</i> No. 18900238 200902 1 001	<i>Sentosa, ST, MT</i> No. 18900004 189002 1 001	<i>Muliono, ST</i> No. 18900026 200904 1 003	<i>L. Hidayat Daryono</i> Taman Liris	<i>L. Agus Hidayat</i> Supervisor Konstruksi II	<i>[Signature]</i> A. Supriyo, ST Site Engineering Manager	<i>[Signature]</i> Imhotep Hidayat, ST Site Engineering Manager



POTONGAN TI.4



REF. DWG. NO. TIL-101-05-01-1

DIBETULUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PENYAWIS TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	MENGETAHUI PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERBERO)	DIKAMBAR
Andi Anas, ST, MT No. 1876272 20082 1 021	Sedono, ST, MT No. 1890204 19822 1 021	Mulyono, ST No. 1850238 20084 1 023	I. Wahyu Darmaga Team Leader	I. Agus Mulyono Supervisor Konstruksi	A. Rizki Eko Prasetya, ST Project Manager

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SVT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
Di Managemen - Managemen, Jember No. 11 1982, PPK (2001) (Pembina) Managemen (2011)

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL

Judul Gambar: **BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.4**

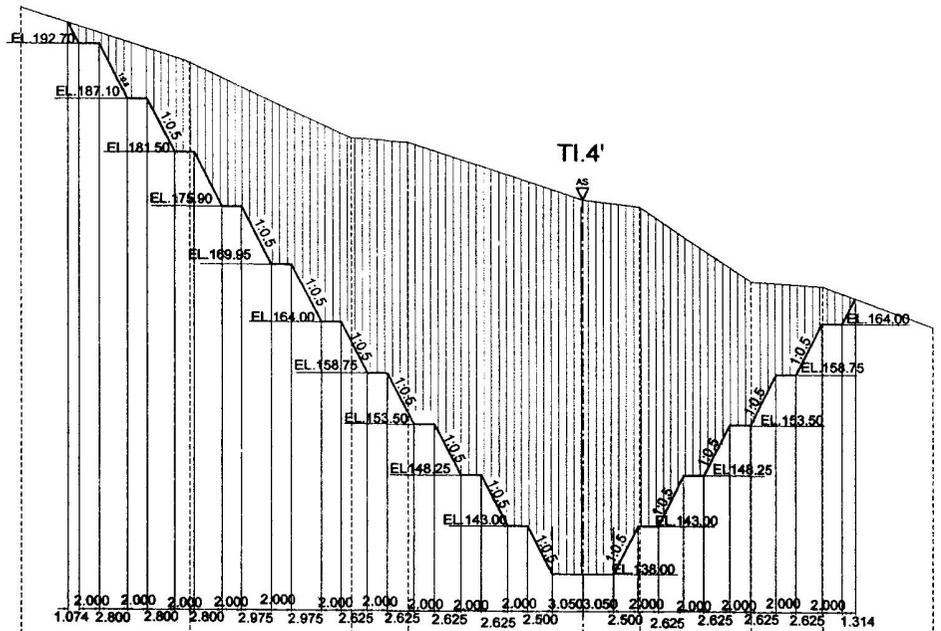
PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

NO REGISTER	NO GAMBAR
TL-101-05-01-4	020
TANGGAL	NO KONTRAK
15 MARET 2016	KESS-100000000

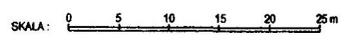
205.00
200.00
195.00
190.00
185.00
180.00
175.00
170.00
165.00
160.00
155.00
150.00
145.00
140.00
135.00
130.00
125.00
120.00

Bidang persamaan
Reference level



ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	196.389	190.788	182.889	182.651	178.745	178.001	168.962	167.647	163.710
JARAK (m) DISTANCE (m)	16.89	16.22	5.65	17.36	6.71	11.19	7.22	11.00	

POTONGAN TI.4'



REF. DWG. NO. TL-101-65-01-1

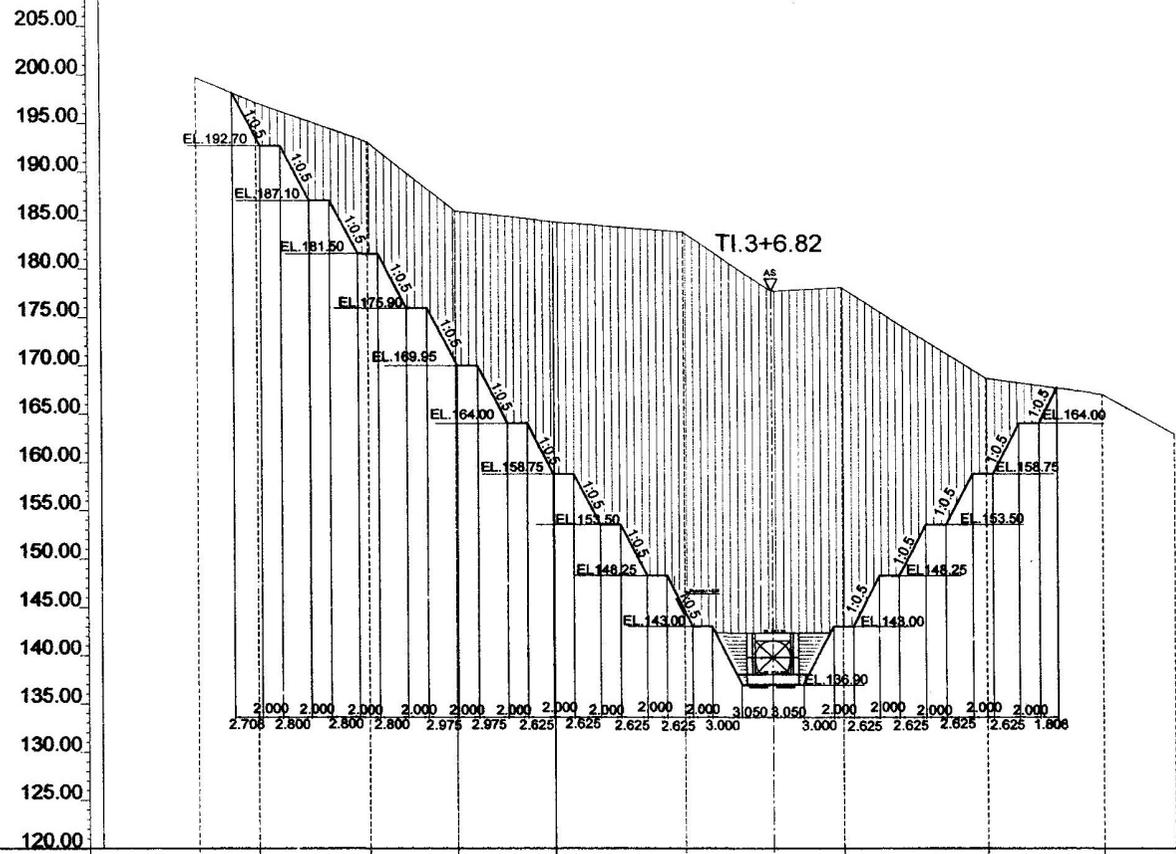
DISETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PENGAWAS TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	MENGETAHUI PT. METTANA E (UK) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI PT. BRIYANTAS ABIPRAYA (PERGERO)	DIGAMBAR	
Andi Ansh. ST. IIS No. 181702738 200902 1 001	Sekizoo SST. MT No. 19050004 190502 1 001	Muhoro. ST No. 19050028 200804 1 003	I. Widada Dharma Team Leader	I. Ansh. Idris Supervisor Konstruksi	A. Fakhri Fauzi Satrio, ST Project Manager	Hughes Muzali, ST Site Engineering Manager	
NO. REGISTER		NO. GAMBAR		NO. REGISTER		NO. GAMBAR	
TL-101-65-01-7		700		TL-101-65-01-7		700	
TANGGAL		NO. KONTRAK		TANGGAL		NO. KONTRAK	
15 MARET 2019		REVISI-AMPROBUBUS		15 MARET 2019		REVISI-AMPROBUBUS	

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SMT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
Alurwatu - Mandanell, Jawa Tengah, 51111, Telp. (0271) 8962633, Fax (0271) 8962631

Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

Project: **SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL**
 Detail Gambar: **BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.4'**

NO. REGISTER: TL-101-65-01-7
 NO. GAMBAR: 700
 TANGGAL: 15 MARET 2019
 NO. KONTRAK: REVISI-AMPROBUBUS

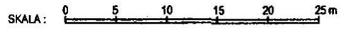


Bidang persamaan
Reference level

ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	198.890	187.110	183.100	185.900	184.860	183.730	177.890	178.041	168.901	168.990	162.850
JARAK (m) DISTANCE (m)	5.90	10.89	8.65	9.85	12.95	8.86	7.01	14.31	11.60	7.21	

POTONGAN TI.3+6.82

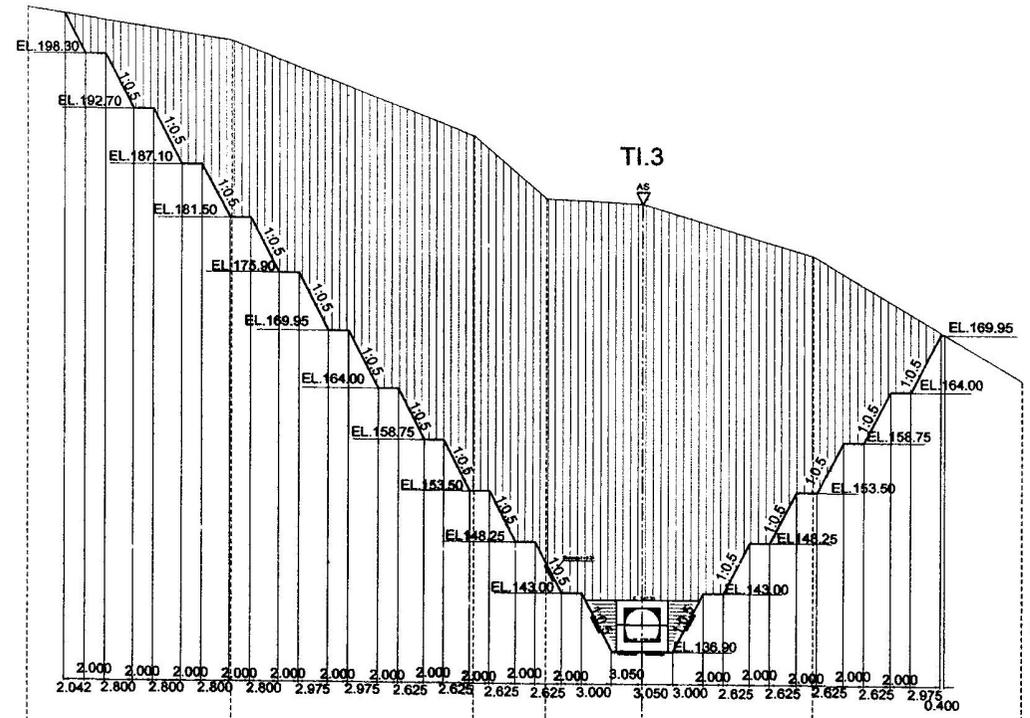
00 00 80 30 90 41



REF. DWG. NO. TR.1-01-05-01-1

						PROVINSI JAWA TIMUR	
Pekerjaan: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL						KABUPATEN PACITAN	
Judul Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.3+6.82						NO. REGISTER TR.1-01-05-01-1	NO. GAMBAR 820
DISETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PENJAWAB TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METYANA E (JO) - PT. ANUGERAH K	MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERBERO)
Anil Anis, PT. Nls. No. 18780728 200502 1 001		Setiyo, SST. ST. No. 19890004 199502 1 001		Mulyono, ST. No. 19800028 200604 1 003		Ir. H. H. H. H. Supervisor Konstruksi II	Ir. Agus H. H. H. Supervisor Konstruksi II
						15 MARET 2018	BMB-APP/PP/01/01

205.00
200.00
195.00
190.00
185.00
180.00
175.00
170.00
165.00
160.00
155.00
150.00
145.00
140.00
135.00
130.00
125.00
120.00

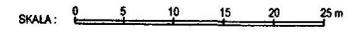


Bidang persamaan
Reference level

ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	203.035	198.782	190.135	183.786	183.200	177.980	195.217
JARAK (m) DISTANCE (m)	20.28	24.28	7.30	9.57	16.93	20.88	

POTONGAN TI.3

32



REF. DWG. NO. TRL-1-01-05-01-1

DIBETULUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PEMERIKSA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METTANA E (AO) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)	DIGAMBAR
Andi Anas, ST, MSc. No. 1978728 200802 1 001		Bismas, BEI, MT No. 1988024 198802 1 001		Muhammad, ST No. 1988028 200804 1 003		J. Wicaksono, Daryanto Team Leader	J. Agus Hidayat Supervisor Konstruksi II	A. Supriyanto, S.T. Project Manager	Harshul Mansori, ST B&E Engineering Manager

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PT. PEMBANGUNAN BENDUNGAN BEBEK BENGAWAN SOLO
J. Mardiana - Mardiana, Jalan No. 14 Tegal, Fax. 0291 746553 Medan 021 81

PROVINSI
JAWA TIMUR

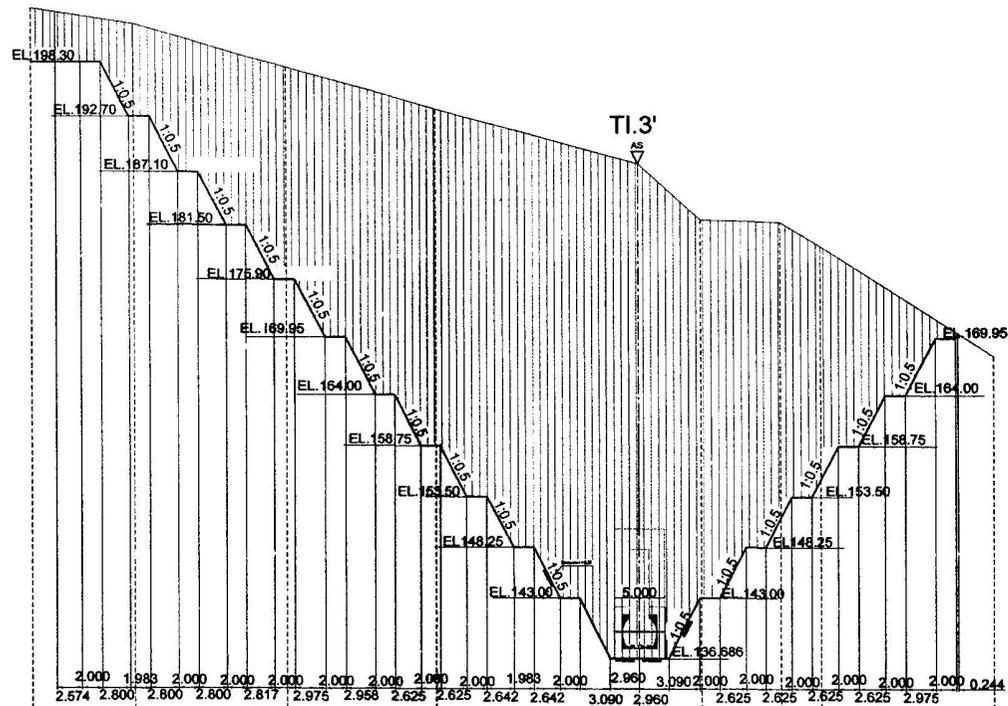
KABUPATEN
PACITAN

NO. REGISTER: TRL-1-01-05-01-9
NO. GAMBAR: 020

TANGGAL: 15 MAREP 2016
NO. KONTRAK: 1028-1007/2016/0

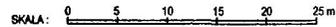
SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN
POTONGAN TI.3

205.00
200.00
195.00
190.00
185.00
180.00
175.00
170.00
165.00
160.00
155.00
150.00
145.00
140.00
135.00
130.00
125.00
120.00



ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	203.800	202.210	197.811	193.319	187.932	182.131	181.902	179.416	168.113
JARAK (m) DISTANCE (m)	10.32	15.13	14.94	20.36	6.26	7.96	4.00	17.05	

POTONGAN TI.3'



REF. DWG NO. TIL-1-01-05-01-1

DISETUJUI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI	DIKOREKSI	MENGETAHUI	DIGAMBAR
PKK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TEORIS PKK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PENGAJAR TEORIS PKK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. MIETANA E (JK) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS AMIRPRAJA (PERSERO)	
Andi Ansh. ST. MSi	Bismah SET. ST	Hilman. ST	K. Miftah Dwidari	K. Ansh. Iskandar	A. Satrio Ugo Pradipto. ST	Hengki Masnah. ST
No. 18780728 202202 1 001	No. 18888884 198202 1 001	No. 18602028 200804 1 003	Taman Lendah	Suparman Komendikus II	Alif Engineering Malang	Alif Engineering Malang

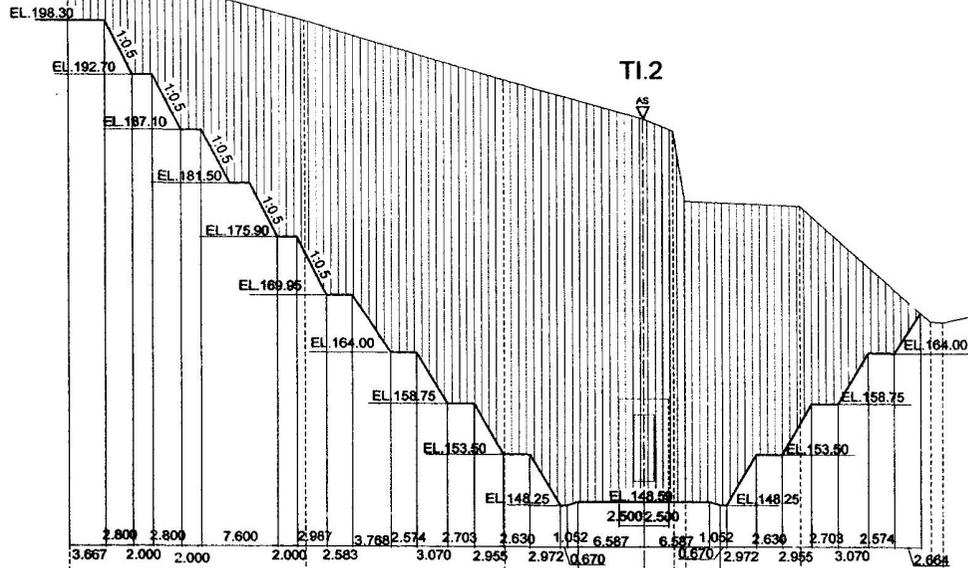
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SATYU PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
KAWILAYAH SUNGAI BAWA BENGAWAN SOLO
Jl. Mestika, Madiun, Jawa Timur No. 14 Telp. Fax. (0421) 501550 Faksimili 52121

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN
POTONGAN TI.3'

PROVINSI JAWA TIMUR	
KABUPATEN PACITAN	
NO. REGISTER	NO. GAMBAR
TL-1-01-05-01-10	1000
TANGGAL	NO. KONTRAK
15 MARET 2016	KEB-AMPRATA01

205.00
200.00
195.00
190.00
185.00
180.00
175.00
170.00
165.00
160.00
155.00
150.00
145.00
140.00
135.00
130.00
125.00
120.00

Bidang persamaan
Reference level



ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	204.704	199.290	192.215	188.289	188.988	179.709	179.202	187.218	187.218	173.229	172.257
JARAK (m) DISTANCE (m)		23.68	19.83	13.81	3.00	1.14	11.56	13.09	1.20	26.06	13.73

POTONGAN TI.2

REF. DWG. NO. TIL-1-01-05-01-1

SKALA: 0 5 10 15 20 25 m

DISETUIJI		DIPERIKSA		DIPERIKSA		MENGETAHUI		DIKOREKSI		MENGETAHUI		DIGAMBAR	
PELAKSANA TEKNIK		PELAKSANA TEKNIK		PENJAWAB TEKNIS		PT. METTANA E (UD) - PT. ANUGERAH K		PT. BRINTAS ASIPRAYA (PERSERO)		PT. BRINTAS ASIPRAYA (PERSERO)		PT. BRINTAS ASIPRAYA (PERSERO)	
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PT. METTANA E (UD) - PT. ANUGERAH K		PT. BRINTAS ASIPRAYA (PERSERO)		PT. BRINTAS ASIPRAYA (PERSERO)		PT. BRINTAS ASIPRAYA (PERSERO)	
Andi Ansh, ST, MSc No. 19780729 203022 1 001		Benny ST, ST No. 1992004 199202 1 001		Mulyono, ST No. 1990028 200604 1 003		M. Widiyanto Team Leader		A. Agus J. H. H. H. Supervisor Konstruksi II		A. Agus J. H. H. H. Supervisor Konstruksi II		A. Agus J. H. H. H. Supervisor Konstruksi II	
NO. REGISTER		NO. GAMBAR		TANGGAL		NO. KONTRAK		15 MARET 2016		KORUPSI		KORUPSI	
TIK-1-01-05-01-1		1/20											

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
BPTK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
PEMBANGUNAN BENDUNGAN
Jl. Medun - Mangrove, Desa No. 11, 2627, Pacitan, (0261) 262000 Medun, 35171

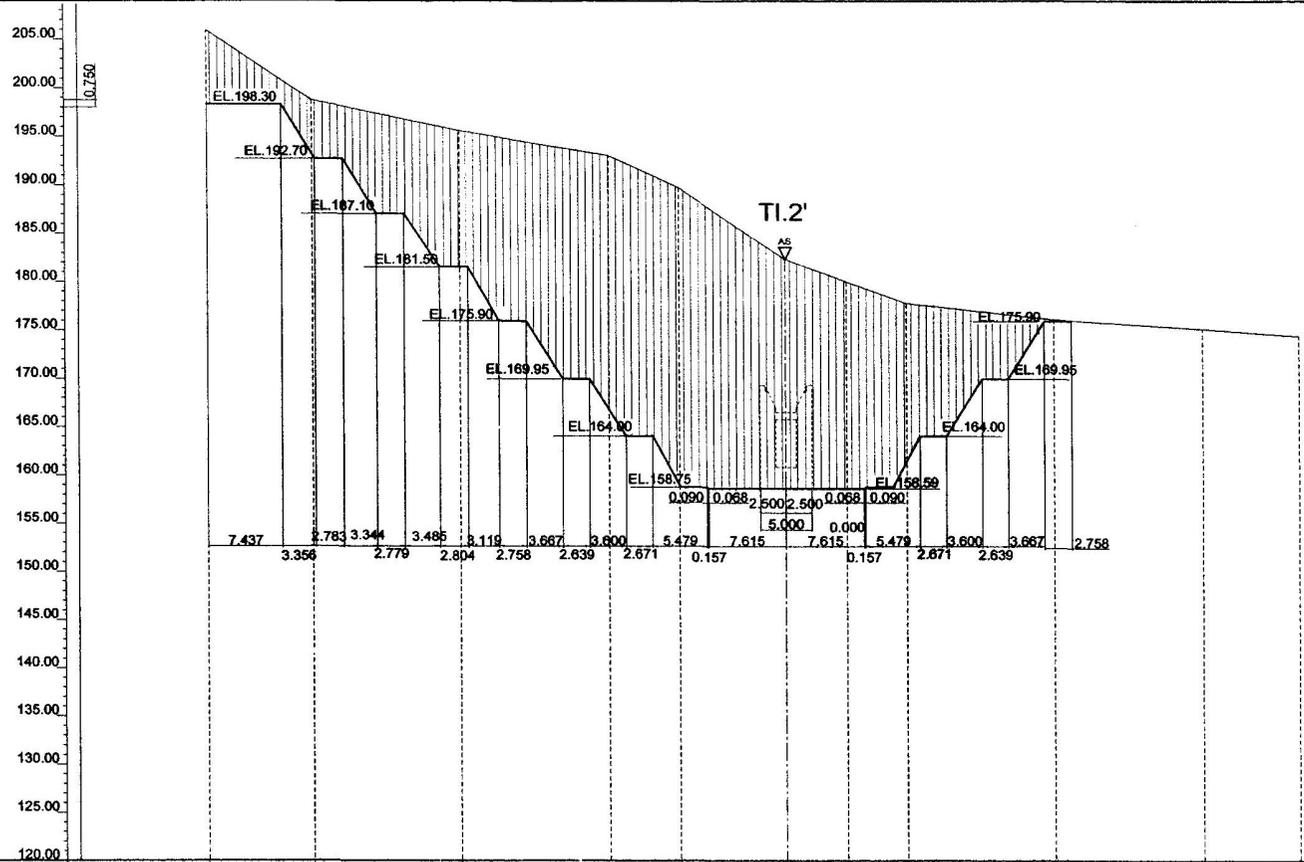
PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL

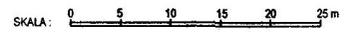
BANGUNAN PENGLAK DAN PENGAMBILAN
POTONGAN TI.2

NO. REGISTER: TIK-1-01-05-01-1
NO. GAMBAR: 1/20
TANGGAL: 15 MARET 2016
NO. KONTRAK: KORUPSI



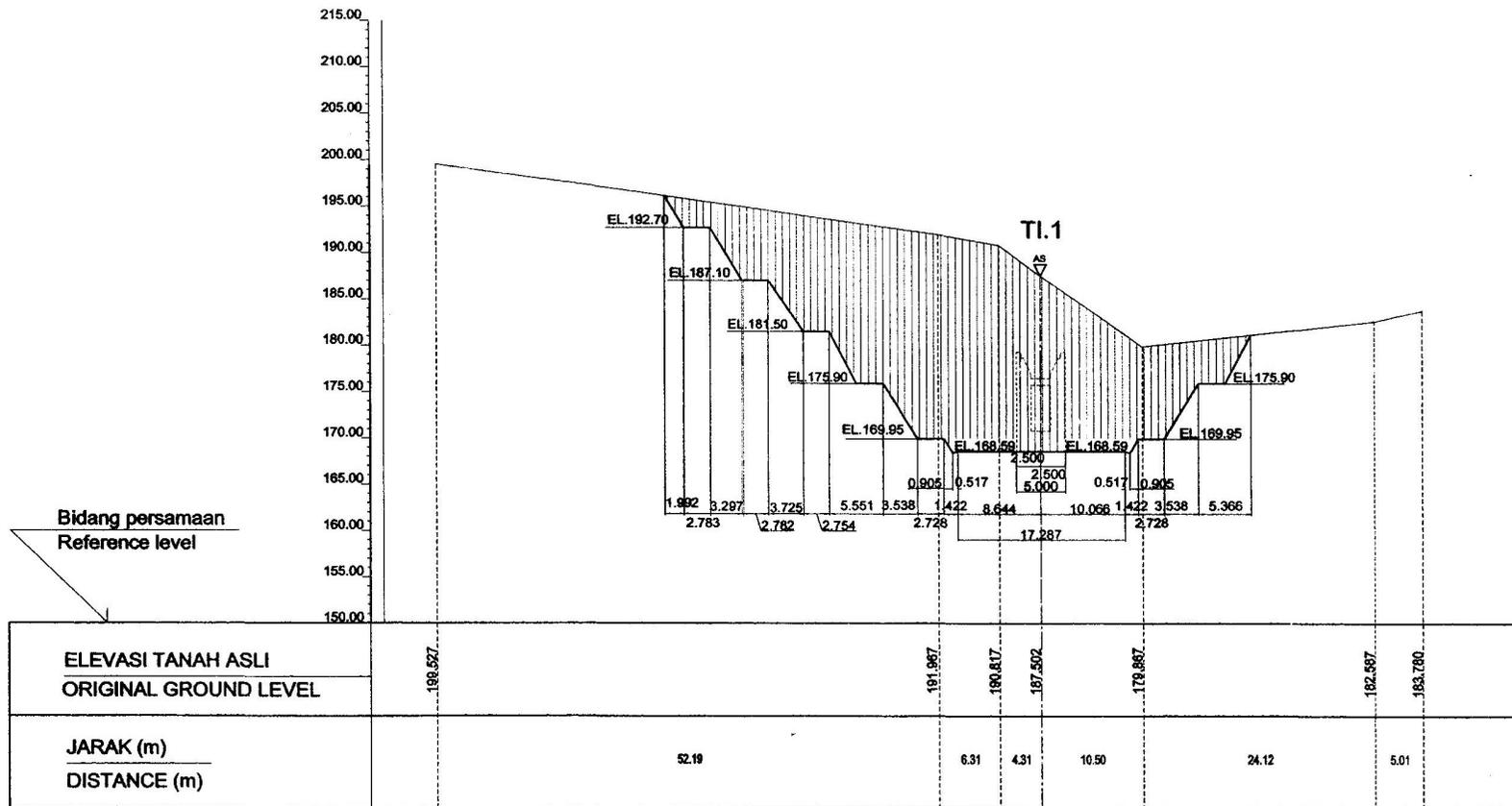
ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	205.898	198.760	195.580	193.071	198.700	182.311	179.991	177.761	178.081	175.102	174.367
JARAK (m) DISTANCE (m)	10.51	14.71	14.87	7.05	10.55	5.91	6.00	14.90	14.84	9.58	

POTONGAN TI.2'

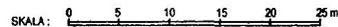


REF. DWG. NO. TIL-141-05-01-1

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO BINTA PEMBANGUNAN BENDUNGAN BEBAS BENGAWAN SOLO PPK. PELEMBUTAN SUNGAI BENDUNGAN 3, Medan - Medipati, Jember No. 14 Telp. Fax: (0381) 666580 Medan 62161			PROVINSI JAWA TIMUR
Shop Drawing BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.2'			KABUPATEN PACITAN
NO. REGISTER	NO. GAMBAR	TANGGAL	NO. KONTRAK
TR-141-05-01-12	1220	15 JANET 2016	KEB-141/14/16/01
DIBETULUJI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K
<i>Andi Ardi, ET, NRC</i> No. 19780728 202002 1 021	<i>Setiawan, EST, MT</i> No. 14880304 199502 1 001	<i>Muhoro, ST</i> No. 19800208 200904 1 000	<i>I. Wahyu Purwono</i> Team Leader
			<i>I. Anas Hidarik</i> Supervisor Konstruksi I
			<i>A. Pratiwi, ET</i> Project Manager
			<i>Hidayat Mulyadi, ET</i> Site Engineering Manager



POTONGAN TI.1



REF. DWG. NO. TIL-1-01-05-01-1

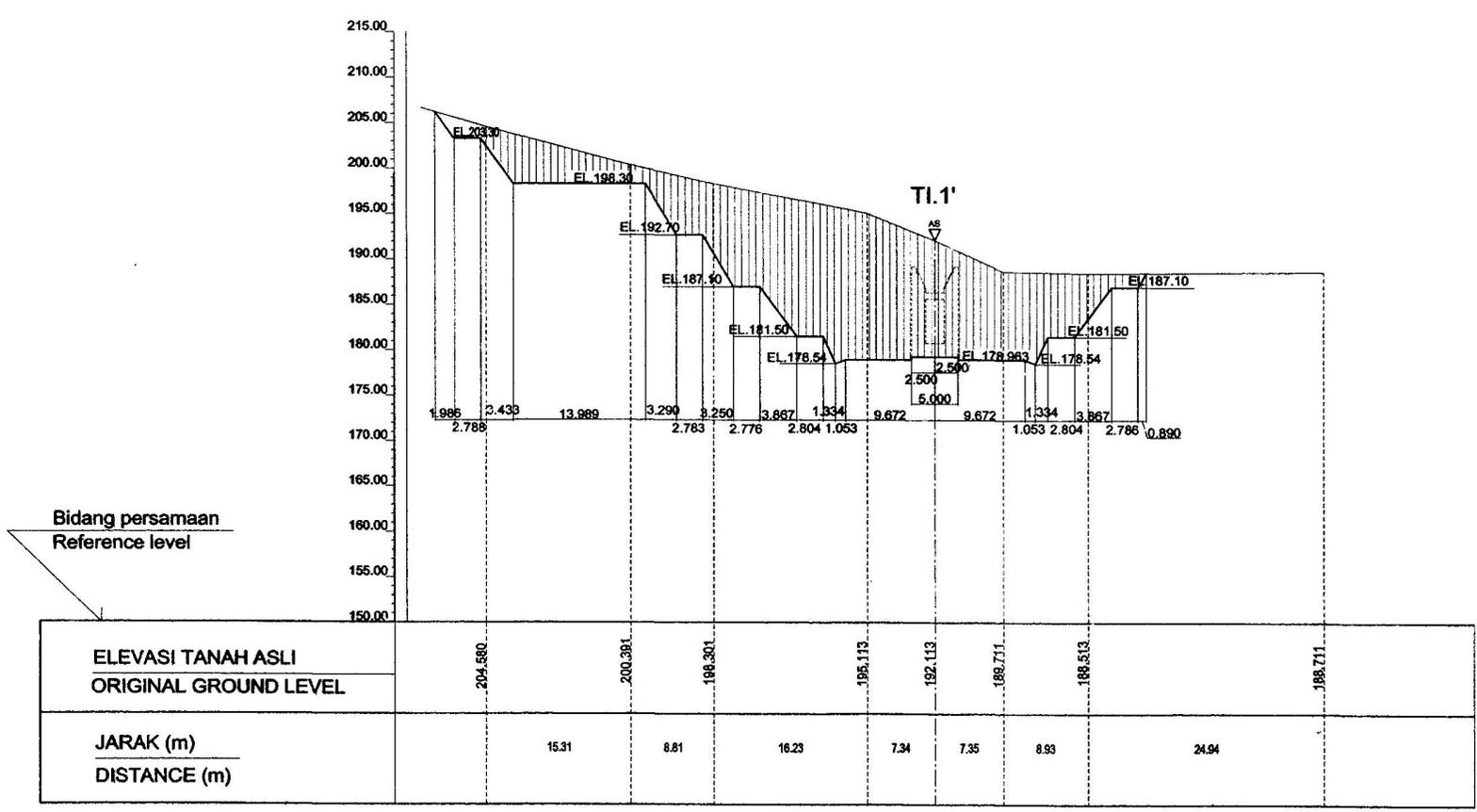
DIBETULUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PENGAWAS TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PEMBERI)	DIGAMBAR
Andi Ardi, ST, MSc. No. 19180728 200902 1 001		Berkas, ST, MT No. 19900204 199002 1 001		Mulyo, ST No. 19800208 200904 1 003		I. Wahyu Purwono Team Leader	I. Agus Mulyo Super-Team Koordinator II	A. Sidiq Fauzan, ST Project Manager	Hidayat Muzaki, ST Site Engineering Manager

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SISTEM PEMBANGUNAN BENDUNGAN DASAR BENGAWAN SOLO
SIKIP PEMBANGUNAN BENDUNGAN
Jl. Ir. H. Djuanda - Karangayu, Candi No. 34, Telp. (0271) 252250, Fax (0271) 252251

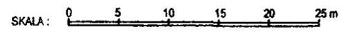
Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

Judul Gambar: **SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.1**

NO. REKORDER: TR-1-01-05-01-03
 NO. GAMBAR: 1320
 TANGGAL: 15 MARET 2016
 KEES: MPPURUM

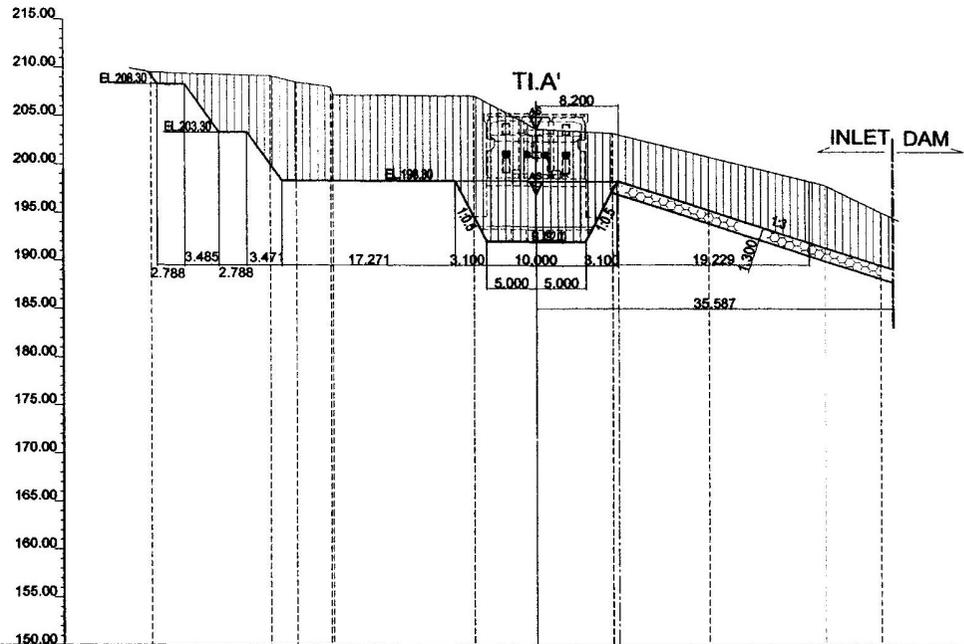


POTONGAN TI.1'



REF. DWG. NO. 376.141-45-41-1

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO SATYU PEMBANGUNAN BENDUNGAN BOWO BENGAWAN SOLO PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN				PROVINSI JAWA TIMUR		
Pekerjaan SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL				KABUPATEN PACITAN		
Judul Gambar : BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI.1'				NO. REGISTER TR.141-05-01-14	NO. GAMBAR 1428	
DISETJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN <i>[Signature]</i> No. 1960228 200904 1 001	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN <i>[Signature]</i> No. 1960228 196002 1 001	DIPERIKSA PENYANGKUT TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN <i>[Signature]</i> No. 1960228 200904 1 000	MENGETAHUI PT. METTAMA E (AO) - PT. ANUGERAH K <i>[Signature]</i> Team Leader	DIKOREKSI <i>[Signature]</i> Supervisor Kontrol II	MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO) <i>[Signature]</i> Project Manager	DIGAMBAR <i>[Signature]</i> Site Engineering Manager
				TANGGAL 15 MARET 2016	NO. KONTRAK KEB-ABIPRAYA	

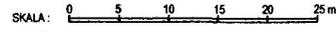


Bidang persamaan
Reference level

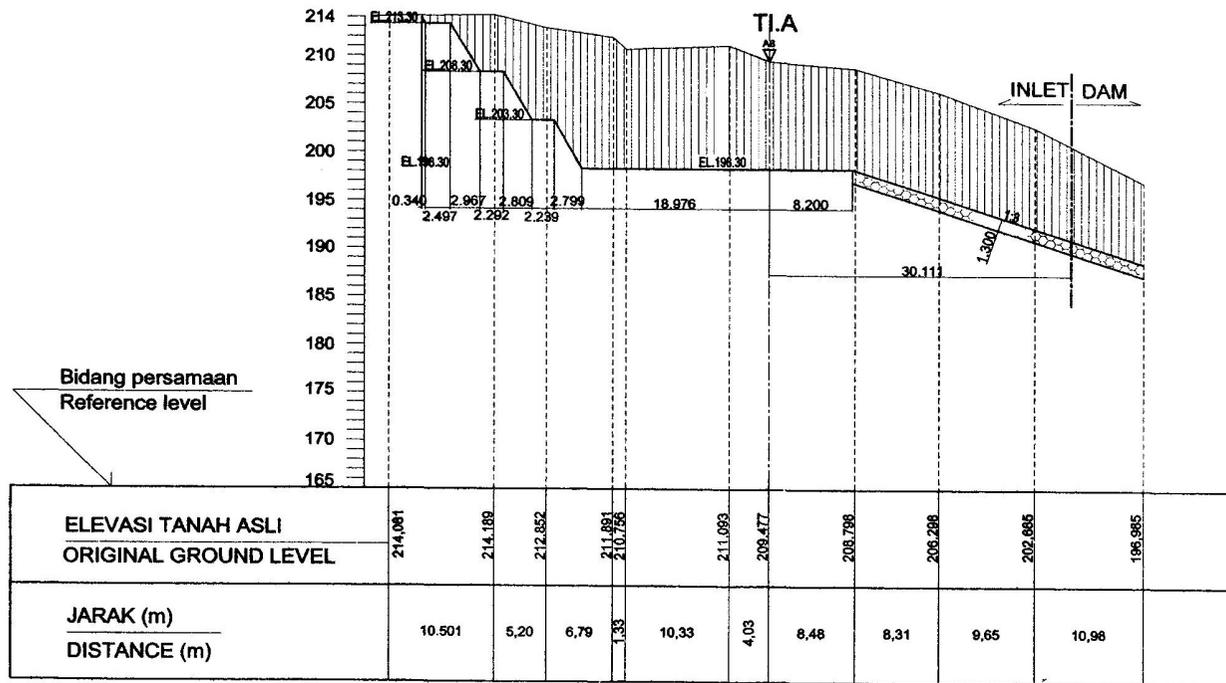
ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	209.508	208.163	208.492	208.029	207.253	207.103	203.717	203.275	200.801	197.911	195.074
JARAK (m) DISTANCE (m)		11.999	2.001	3.394	0.240	14.047	6.211	7.645	9.546	11.714	5.491

POTONGAN TI.A'

REF. DWG. NO. TIL-101-05-01-1



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO BAWA PEMBANGUNAN BENDUNGAN BESAR BENGAWAN SOLO PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BENGAWAN SOLO <small>Jl. Madhur - Madrasah, Jember No. 14 Telp./Fax (0381) 98833 Madhur 68161</small>				PROVINSI : JAWA TIMUR	
Shop Drawing PEMBANGUNAN WADUK TUKUL				KABUPATEN PACITAN	
Judul Gambar : BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN TI-A'				NO. REGISTER TIL-101-05-01-16	NO. GAMBAR 1920
DISETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN Andi Anas, ET, MSc. No. 18190728 20022 1 021	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN Bambang, SST, MT. No. 19890504 19902 1 001	DIPERIKSA PENYUSUN TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN Mulyono, ST. No. 19890508 200604 1 023	MENGETAHUI PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K J. Wahyu Duroso Team Leader	DIKOREKSI MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO) I. Agus Ihsant Supervisor Kemitraan II	DIGAMBAR H. Hidayat Muzali, ET 8th Engineering Manager
15 MARET 2016				NO. KONTRAK BERS-APP/000/16/03	

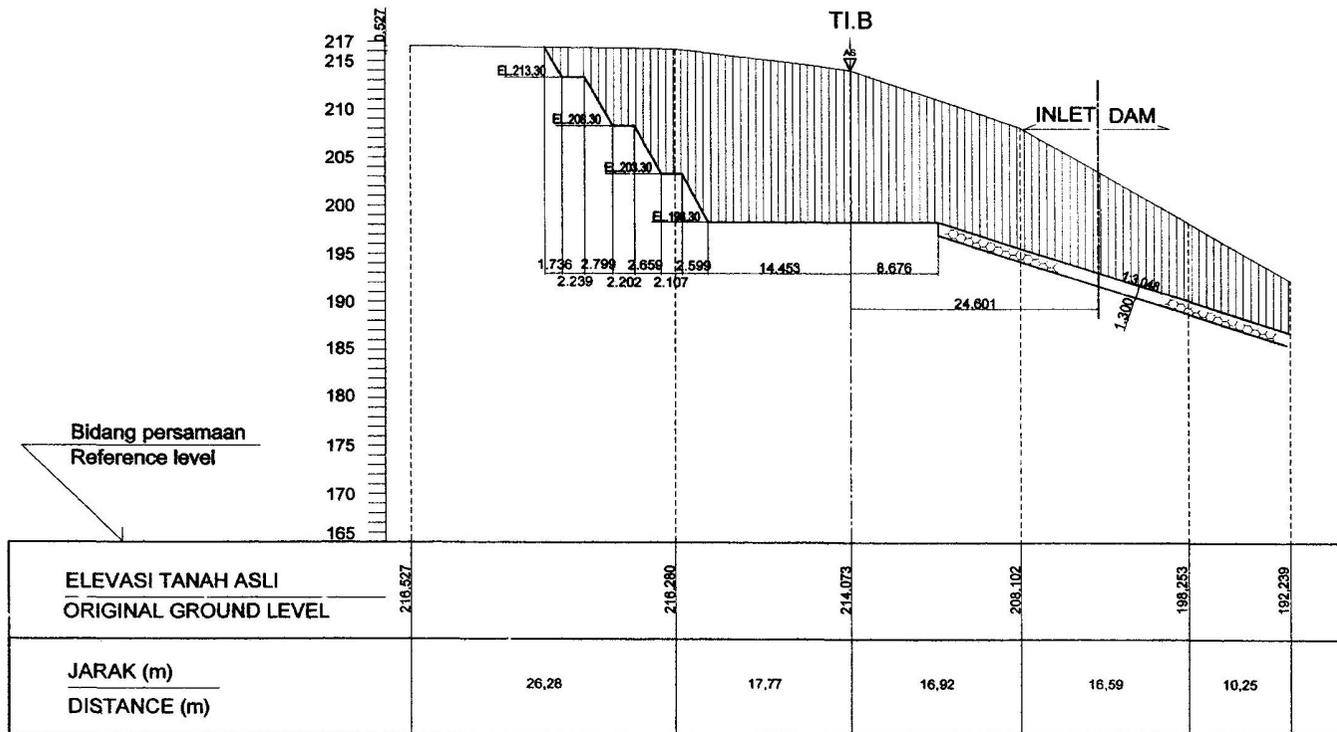


POTONGAN T.I.A

SKALA: 0 5 10 15 20 25 m

REF. DWG. NO. TIL-1-01-85-01-1

						KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO SMY PEMBANGUNAN BENDUNGAN BOWS BENGAWAN SOLO P.T.P.K. PESEBELAN SUNGAI BENGAWAN Jl. Medun, Medapati, Jember No. 14 Telp./Fax (0381) 248880 Medun 59101		PROVINSI JAWA TIMUR	
Shop Drawing PEMBANGUNAN WADUK TUKUL BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN T.I.A						KABUPATEN PACITAN		NO. REGISTER TR-1-01-85-01-17	
DISETUIJI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN						DIPERIKSA RELAKSASI TERIMA PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		NO. GAMBAR 1720	
DIPERIKSA PERUBAHAN TERIMA PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN						MENGETAHUI PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K		NO. KONTRAK 15 MARET 2016	
A.S. Ardi, I.T. N.S. No. 19780728 200502 1 001						S. Satrio, S.T., I.T. No. 18880004 188802 1 001		H. Yanto, D. Purandoro Team Leader	
M. Satrio, S.T. No. 18880028 200604 1 001						N. Aman, H. Hidayat Supervisor Konstruksi II		A. Firdaus, S.T., I.T. Project Manager	
H. M. Hidayat, S.T. Site Engineering Manager						PT. BRANTAS AMPRAYA (PERBERC)		15 MARET 2016	



POTONGAN T.I.B

SKALA: 0 5 10 15 20 25 m

REF. DWG NO. TEL-10145-91-1

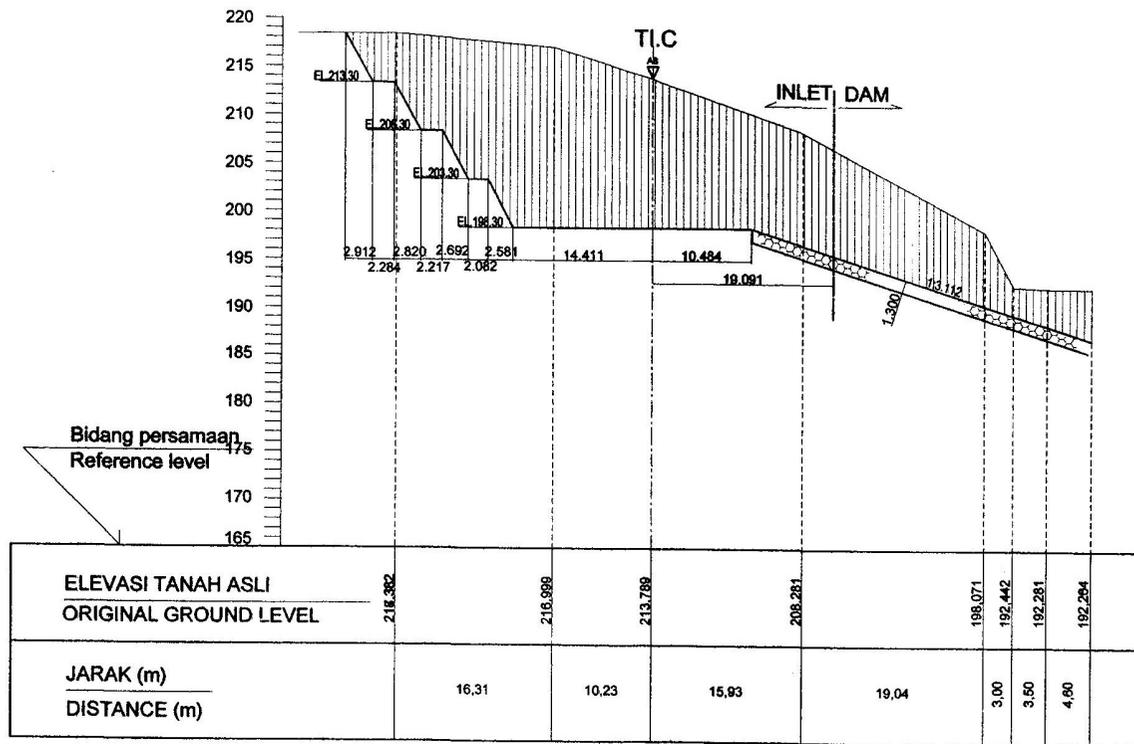
DISETJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PEMANGGAP TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	MENGETAHUI PT. METTANA E (AD) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI PT. BRIANTAS ABIPRAYA (PERBERG)	DIGAMBAR
<i>Andi Agus, ST, MSc.</i> No. 10190728 200002 1 001	<i>Bertha, SST, MT</i> No. 16060094 160002 1 001	<i>Muhoro, ST</i> No. 16060028 200004 1 003	<i>I. Wahyu Purwono,</i> Team Leader	<i>I. Agus Hidayat,</i> Super Vice Kontroler I	<i>A. Rendi Fauzan, ST</i> Project Manager	<i>Harjanto, Murni, ST</i> Site Engineering Manager

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
BANTU PEMBANGUNAN BENDUNGAN BIRUK BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
Jl. Merdeka - Madiun - Jawa Timur No. 14 1902, Fax 0365 7066363 Mediam 63116

Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

Judul Gambar: **SHOP DRAWING**
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN
POTONGAN T-I-B

NO REGISTER: TR. 10145-0118
 NO GAMBAR: 1876
 NO KONTRAK: TANOGAL
 13 MARET 2018
 NERB APPURVISUAL

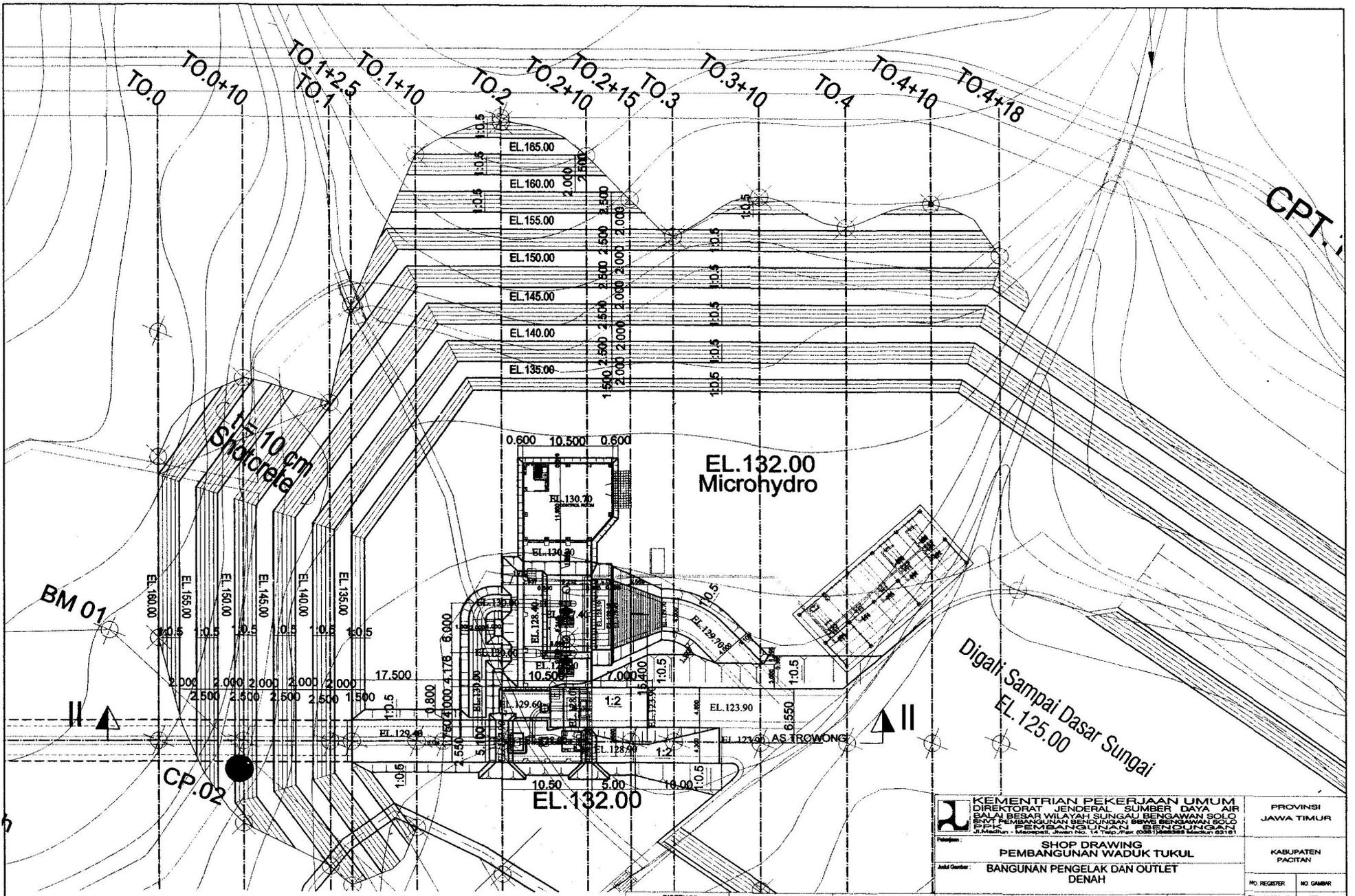


POTONGAN T.I.C

SKALA: 0 5 10 15 20 25 m

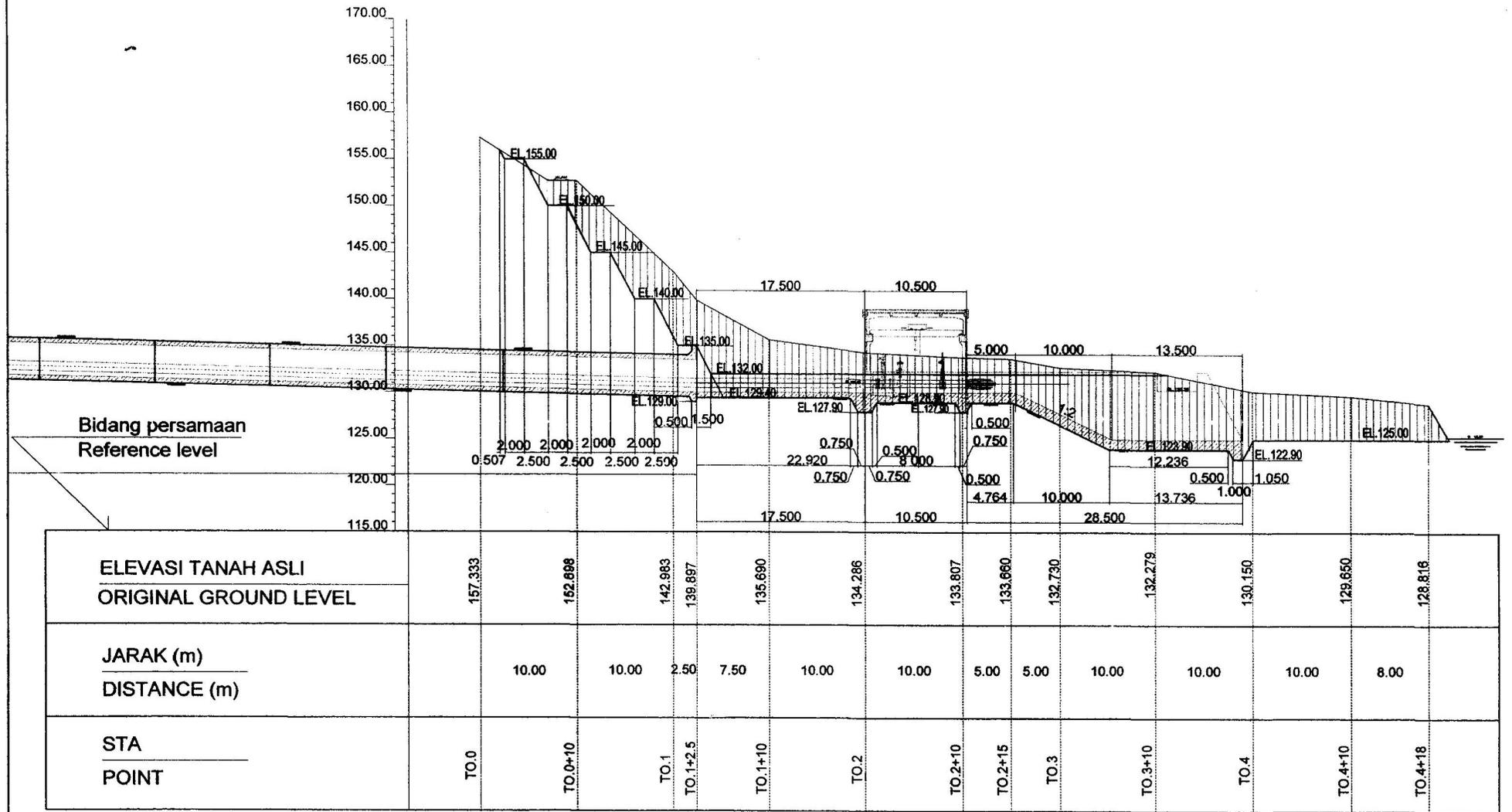
REF. DWG NO. TIL-141-05-01-1

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO DIVISI PEMBANGUNAN BENDUNGAN BERKAWAN SOLO DIVISI PEMBANGUNAN BENDUNGAN Jl. Merdeka, Jember No. 14 Telp. (0351) 822221-222222		PROVINSI JAWA TIMUR
Pekerjaan: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL BANGUNAN PENGELAK DAN PENGAMBILAN POTONGAN T.I.C		KABUPATEN PACITAN
Jarak/Gambar: NO. REGISTER TIL-141-05-01-10 NO. GAMBAR 1000		NO. KONTRAK 15 MARET 2015 NRES-14/PT/2015/01
DIBETULUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN Andi Ansh. ST, MSi No. 1878728 200902 1 001	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN Bambang SET, MT No. 1980004 188002 1 001	DIPERIKSA PENGANGKUT TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN Mulyono, ST No. 1980003 200904 1 003
MENGETAHUI PT. METTANA E (KC) - PT. ANJERARAH K	DIKOREKSI PT. METTANA E (KC) - PT. ANJERARAH K	MENGETAHUI PT. BIRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)
Dikoreksi L. Dasa, ST, MT Supervisor Konstruksi II	Mengetahui A. Rully, ST, MT, ET PPK Manager	Mengetahui H. Mulyono, ST PPK Manager



REF.DWG.NO:1-01-05-01 SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

				KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO BALAI PEMBANGUNAN BENDUNGAN BIRU BENGAWAN SOLO PEMBANGUNAN BENDUNGAN Jl. Mediana, Karangayu, Jember, Jawa Timur, 61255 (Telp. 0351)		PROVINSI JAWA TIMUR	
Nama: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL				KABUPATEN PACITAN		NO. REGISTER TRJ-141-05-01-17	
Judul Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET DENAH				NO. GAMBAR 015		TANGGAL NO. KONTRAK	
DIBETULUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TRUSMI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PENGAWAS TRUSMI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METTANA E (GO) - PT. ANJUNGERAH K.	
Apdi Anah, ST, MSc. No. 1976728.200902.1.001		Setiawan, SST, MT. No. 19860904.198502.1.001		Mulyono, ST. No. 19802028.200904.1.003		K. Mubandjoto, ST. Team Leader	
E. Anas, ST, MSc. Supervisor Konstruksi II		A. Supriyanto, ST. Project Manager		M. Hidayat, ST. 8th Engineering Manager		15 MARET 2016 015	



POTONGAN II - II

SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

REF. DWG. NO. TML-1-01-05-01-17

DIBETULUI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI	DIKOREKSI	MENGETAHUI
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PEMERIKSA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. METTANA E (AK) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS ABIPRIYA (PERSERO)
Andi Anas, ST, MSc. No. 18760728 200902 001	Sardono, SET, MT No. 18880254 198822 001	Muliono, ST No. 18800228 200904 002	K. Wahyu Darmas Team Leader	K. Agus Idris Supervisor Konstruksi II	A. Satrio Nugroho, ET Project Manager

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SINGAJI BENGAWAN SOLO
BENT. PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
PPK PEMERIKSA BENDUNGAN BENDUNGAN
J. Medun - Magelang, Jawa Tengah No. 14 Telp./Fax (0281) 964338 TMSJUN 02101

PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

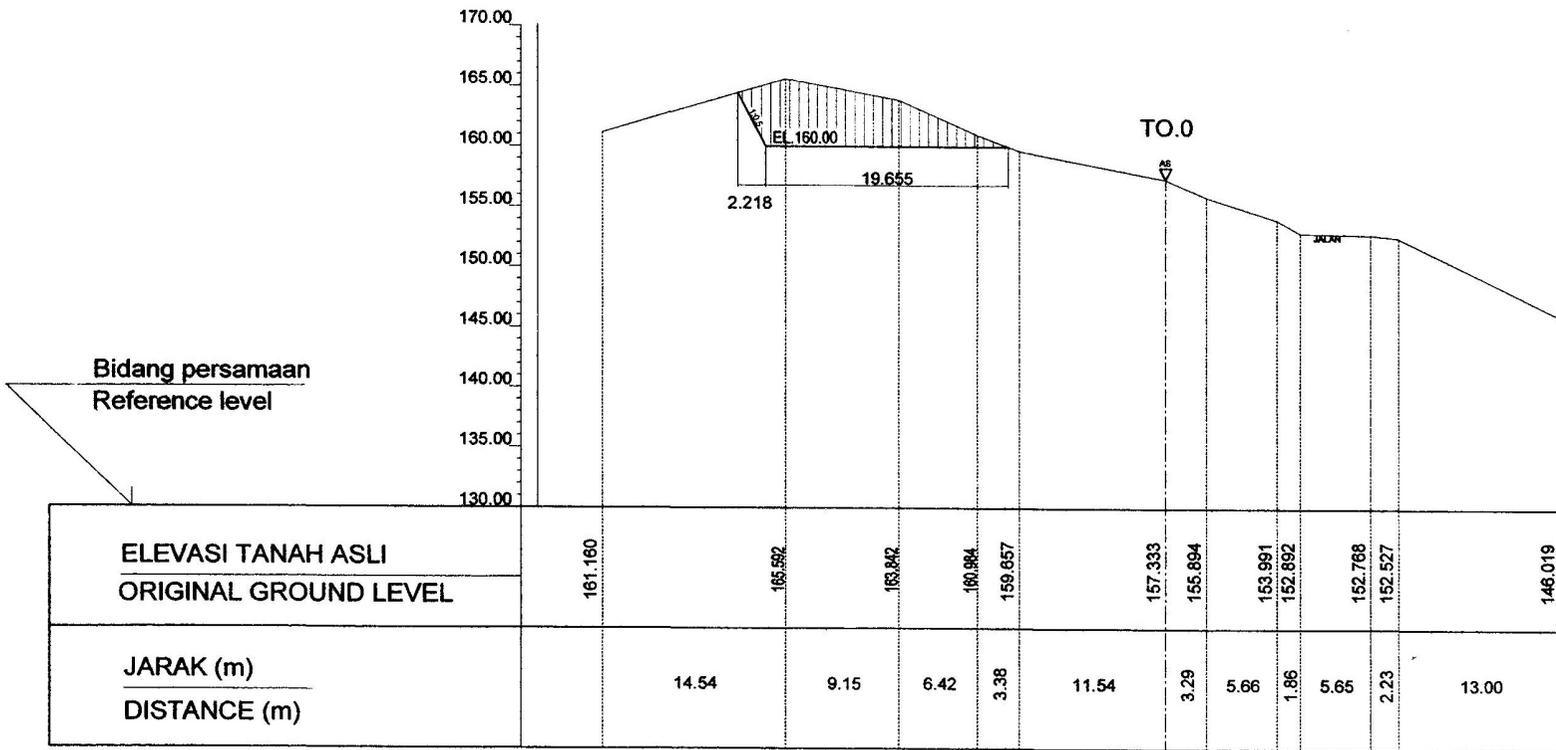
NO. REGISTRASI
TML-1-01-05-01-18

NO. GAMBAR
215

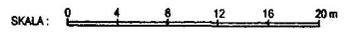
NO. KONTRAK
15 MARET 2016

REVISI
APRIL 2016

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN MEMANJANG



POTONGAN TO.0



REF. DWG. NO. TRJ.1-01-05-01-17

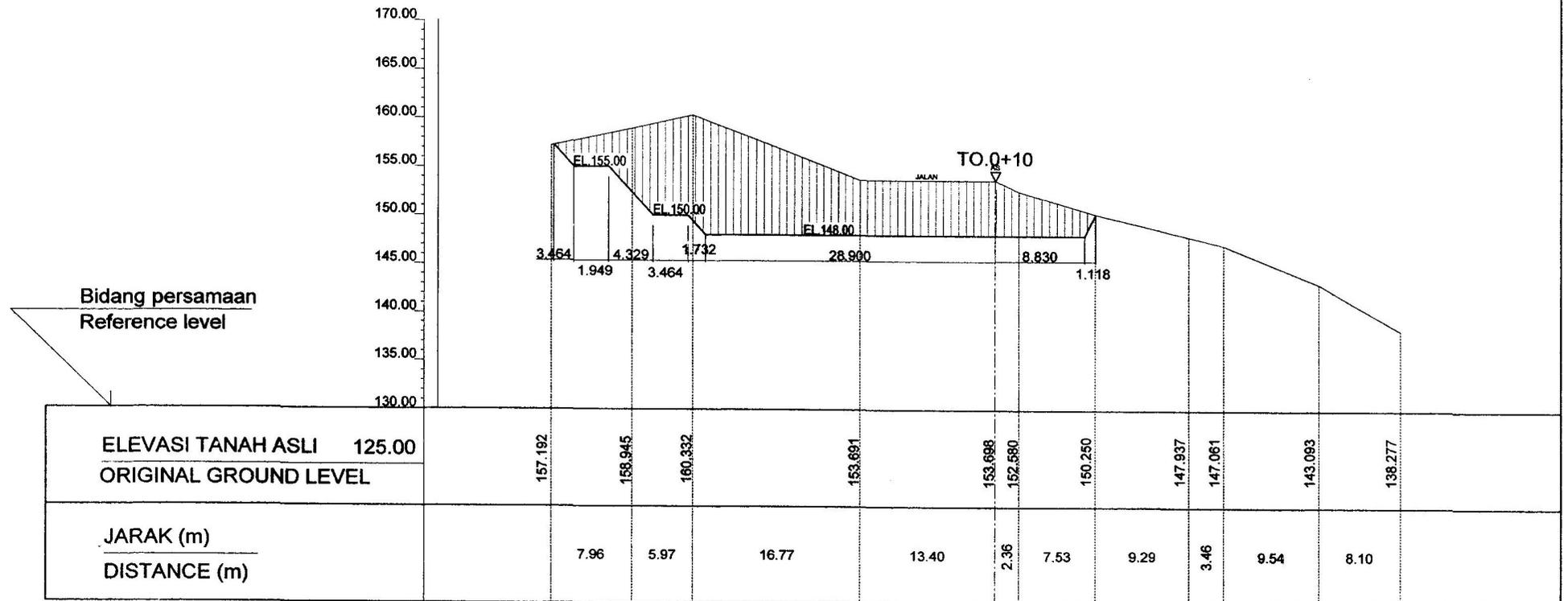
DISETJUI		DIPERIKSA		DIPERIKSA		MENGETAHUI		DIKOREKSI		MENGETAHUI		DIGAMBAR	
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PENYAWANG TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)		NO. REGISTER		NO. GAMBAR	
Andi Achdi, ST, MSc No. 18780728 200902 1 001		Santosa, ST, MT No. 18880804 189902 1 001		Muhlis, ST No. 18920028 200904 1 003		E. Murtanto Daryono Team Leader		E. Agus Hidayat Supervisor Konstruksi II		A. Supriyanto, ST Project Engineer		15 MARET 2016	
										TANGGAL		NO. KONTRAK	
												15 MARET 2016	
												NO. APPROVAL	

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 BENT. PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
 PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
 J. Magelan - Magelang, Jawa Tengah No. 14 TMD/Pak 6038/1998/383 Magelan 89181

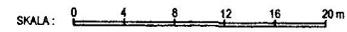
Provinsi: **JAWA TIMUR**

KABUPATEN: **PACITAN**

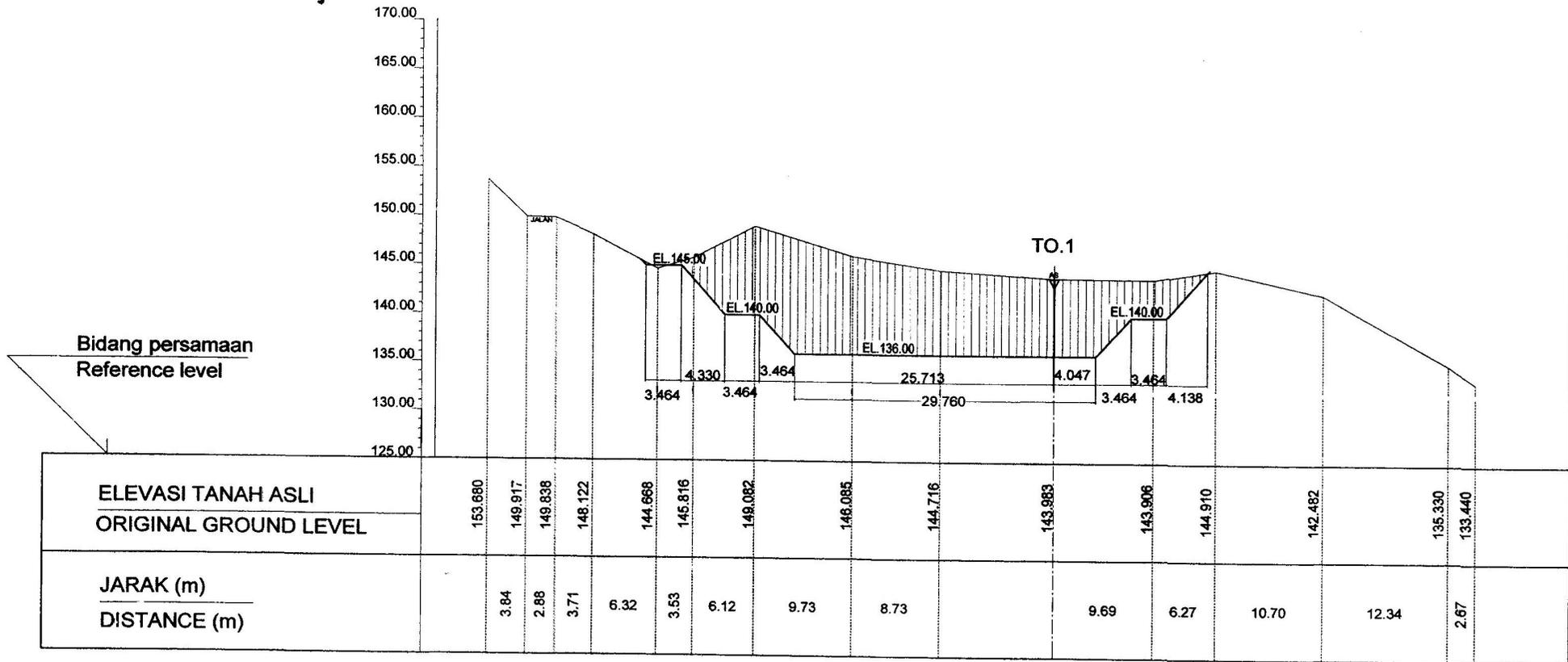
Project: **SHOP DRAWING**
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.+ 0



POTONGAN TO.0+10



		PROVINSI JAWA TIMUR
Pelengkap: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL		KABUPATEN PACITAN
Judul Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET POTONGAN TO+10		NO. REGISTER NO. GAMBAR
DISETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PENGELOLA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
MENGETAHUI PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)
Disetujui Oleh: No. 1876728.200502.1.001	Ditinjau Oleh: No. 1969204.196502.1.001	Ditinjau Oleh: No. 1862028.200504.1.003
K. Wahyu Darmasari Team Leader	K. Agus Mubandil Supervisor Konstruksi I	H. Hidayat Muzaki, ST. Site Engineering Manager
NO. REGISTER NO. GAMBAR 15 MARET 2016 KES-AN/PUR/16/03		NO. REGISTER NO. GAMBAR 4/15



POTONGAN TO.1

SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

REF. DWG. NO. TRL-1-01-05-01-17

DIBETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PENJAJAG TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METTAMA E. (K3) - PT. ANGGRAH K		DIKOREKSI		MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERBENI)		DIGAMBAR		NO. REGISTER TRL-101-05-01-01	NO. GAMBAR S/15
A. Ansh. ET. S/15 No. 18190728 200950 1 001		S. Satrio, SST. ST. No. 18880004 190250 1 001		M. Hidayat, ST. No. 18600028 200950 1 003		I. Wahyu Purwanto Team Leader		I. Ansa, S/15001 Supervisor Perencanaan		A. Satrio, SST. S/15001 Supervisor		M. Hidayat, ST. Site Engineering Manager		TANGGAL 15 MARET 2016	NO. KONTRAK S/15-18190728

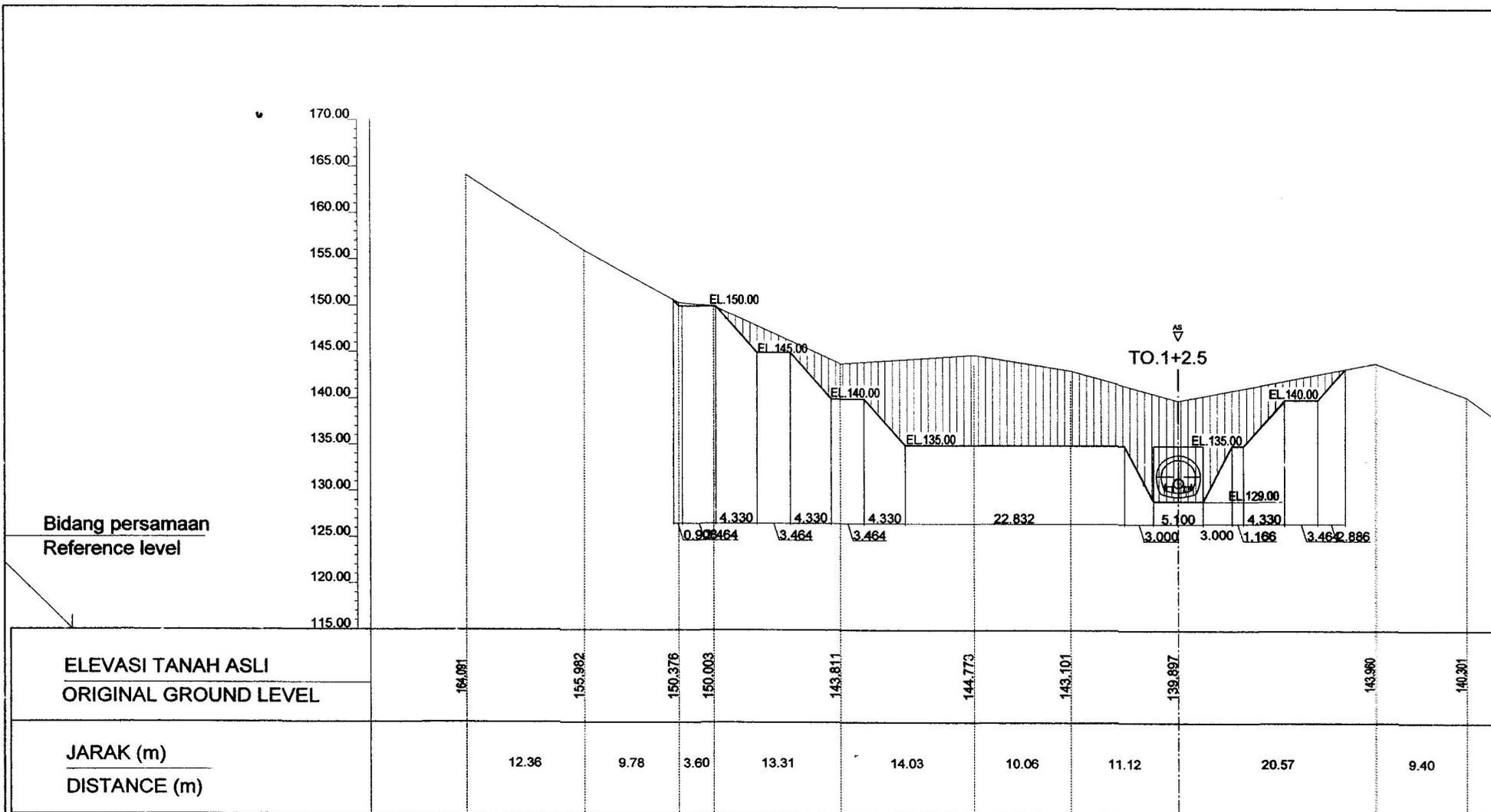
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
S/15 PEMBANGUNAN BENDUNGAN BOWI BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
A. Ansh. ET. S/15001 No. 18190728 200950 1 001

PROVINSI JAWA TIMUR

KABUPATEN PACITAN

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGLAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.1

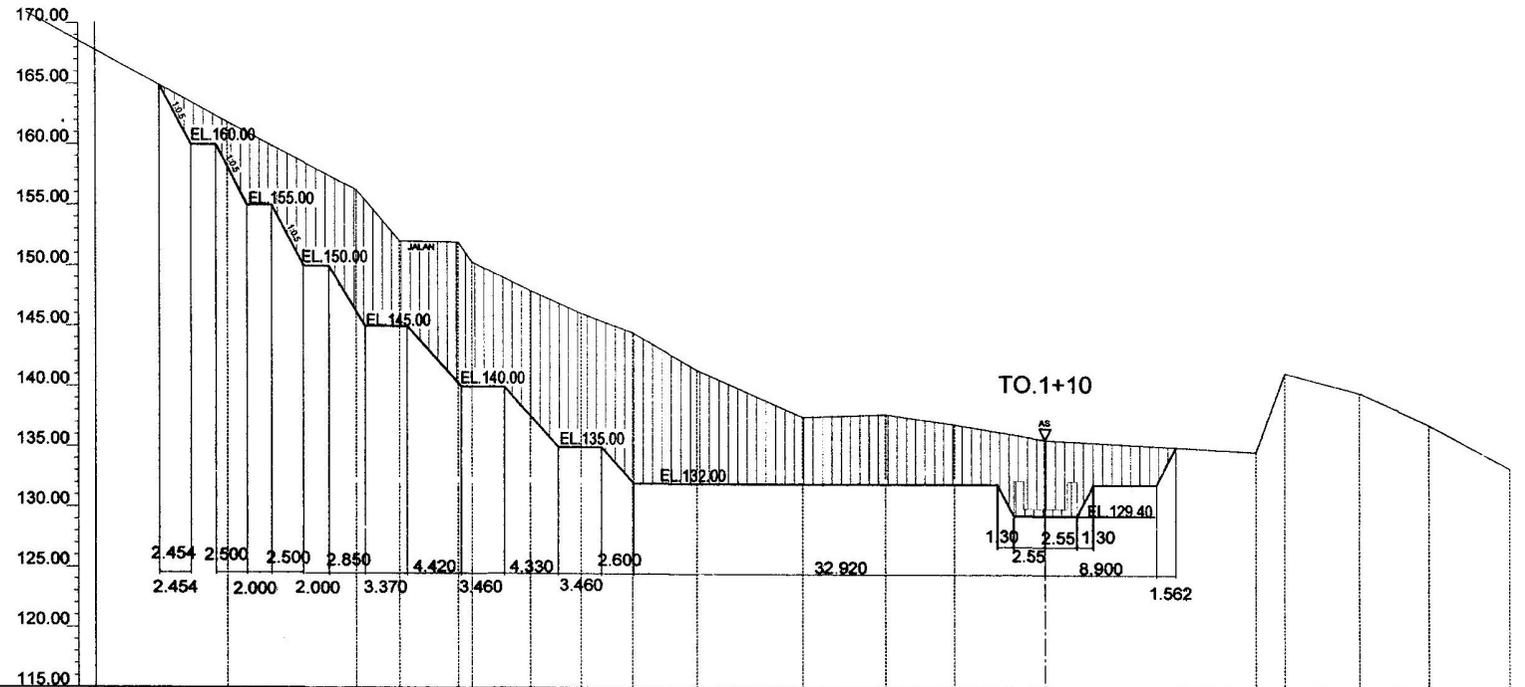
Jenis Gambar:



POTONGAN TO.1+2.5

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO BMT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BENGAWAN SOLO PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BENDUNGAN Jl. Madun - Medant, Jember No. 14 Telp. (031) 8533333 Medun 59161						PROVINSI JAWA TIMUR	
Pekerjaan: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL						KABUPATEN PACITAN	
Nama Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET POTONGAN TO.1+2.5						NO. REGISTER TXL-101-05-01-22	
REF. DWG. NO. TXL-101-05-01-17						NO. GAMBAR 015	
DISBETULKAN PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA BANGUNAN TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K	
Anil Anil, ET, MSc Np. 18763738 200022 1 001		Prastowo, SET, MT Np. 18880084 188802 1 001		Mulyono, ET Np. 18800028 200004 1 003		H. Wahyu Purwanto Team Leader	
				H. Agus Liliyanto Supervisor Konstruksi I		H. Agus Liliyanto Supervisor Konstruksi I	
						15 MARET 2016	
						NEEB-APP/PACITAN/16	





ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL		161.870		156.273	152.049	151.981	150.332	147.942	146.091	144.510	141.437	137.564	137.808	136.964	135.690		134.781	141.339	139.733	137.107	133.503
JARAK (m) DISTANCE (m)	15.90		10.26	3.45	4.78	1.10	4.69	4.07	4.13	5.11	8.40	6.66	5.57	7.29	16.83		2.25	5.92	5.57	6.50	

POTONGAN TO.1+10

SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

REF: DWG NO. TRL-1-41-05-01-17

DISETJUI		DIPERIKSA		DIPERINGA		MENGETAHUI		DIKOREKSI		MENGETAHUI		DIGAMBAR	
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PELAKSANA TERESA PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PENYANGGUNG TERESA PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PT. METTANA E (AK) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERBRO)		PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERBRO)		TANGGAL	
No. 1576738 200802 1 001		No. 1988204 180502 1 001		No. 1988208 200804 1 003		No. 1988208 200804 1 003		No. 1988208 200804 1 003		No. 1988208 200804 1 003		15 MARET 2016	
A. Agus Satrio, ET, MSi		S. Agus Satrio, ET, MSi		S. Agus Satrio, ET, MSi		S. Agus Satrio, ET, MSi		S. Agus Satrio, ET, MSi		S. Agus Satrio, ET, MSi		S. Agus Satrio, ET, MSi	

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
UNIT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BOWE BENGAWAN SOLO
PT. PEMBANGUNAN BENDUNGAN BOWE BENGAWAN SOLO
 Jl. Meduri - Karangrejo, Jember No. 14 Telp. (0331) 821000 Fax. (0331) 821001

PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

NO. REGISTER
TRL-4-01-05-01-23

NO. GAMBAR
7/15

NO. KONTRAK
15 MARET 2016

REVISI
15 MARET 2016

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.1+10

Judul Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET POTONGAN TO.1+10

Disetujui: [Signature]

Diperiksa: [Signature]

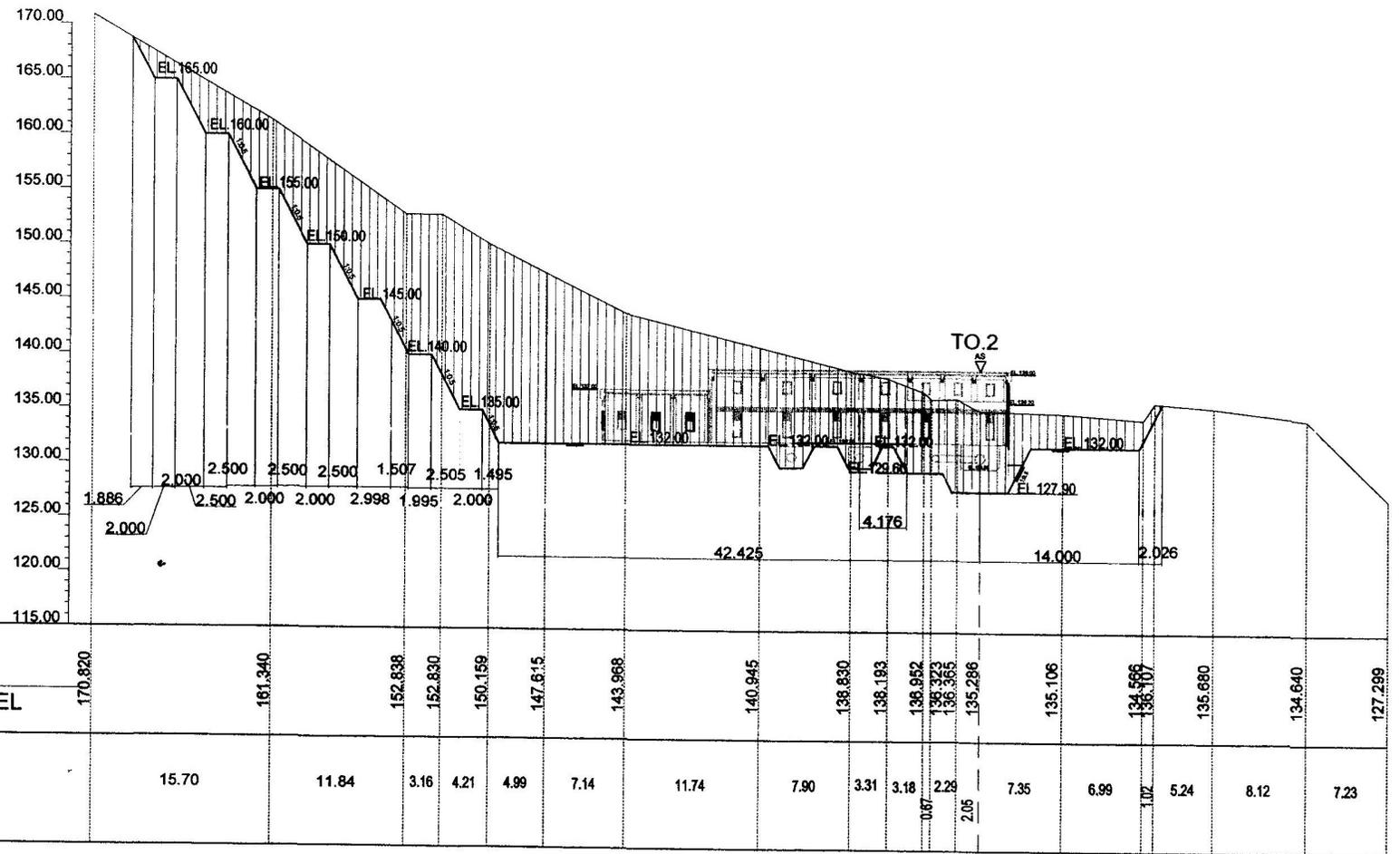
Diperiksa: [Signature]

Mengetahui: [Signature]

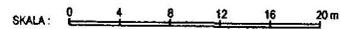
Dikoreksi: [Signature]

Mengetahui: [Signature]

Digambar: [Signature]



POTONGAN TO.2



REF. DWG. NO. TRJ-1-01-05-01-17

DIBETULUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		DIPERIKSA PERENCANAAN TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		MENGETAHUI PT. METTANA E (K) - PT. ANUGERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)	DIGAMBAR
Andi Ansh. ST, MSc. No. 18790728 202002 1 001		Siregar, SST, MT. No. 18980028 199802 1 001		Mujiono, ST. No. 18980028 200904 1 002		I. Mubandjuning Taman Lenter	I. Anna Widada Supervisor Konstruksi	A. Rifaqi, ST, MSc. Pilot Manager	Harjanto Mubandj, ST. Site Engineering Manager

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SATUAN PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
SPT. PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
 Jl. Madiun - Mergasari, Madiun No. 14 Telp./Fax: (081) 838363 Madiun 60101

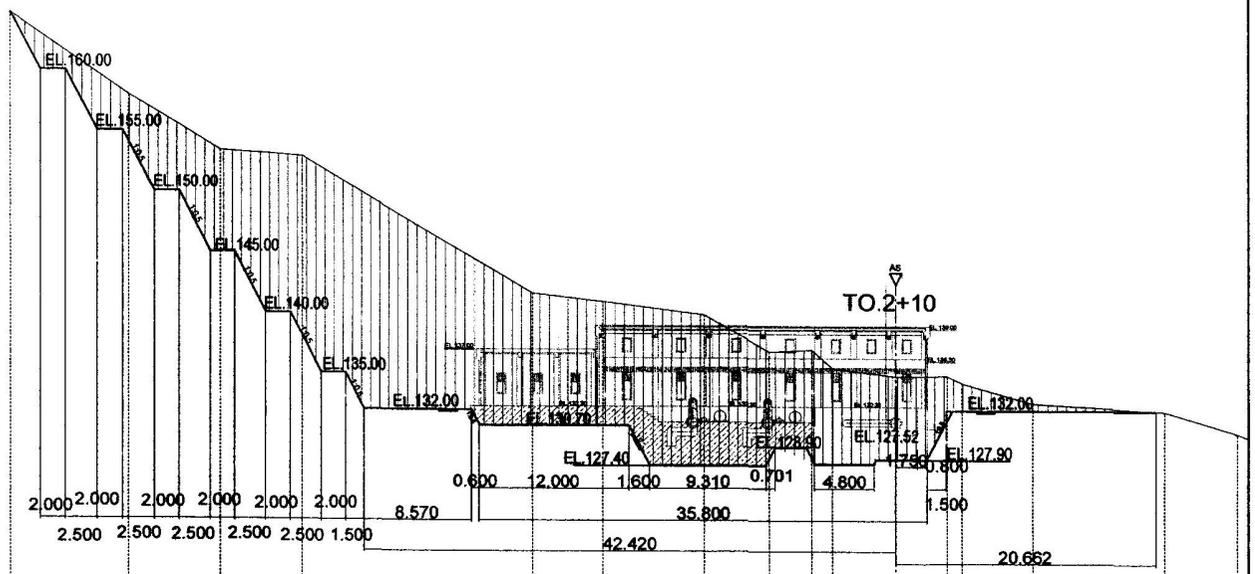
Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

Project: **SHOP DRAWING**
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.2

NO. REGISTER: TRJ-1-01-05-01-24
 NO. GAMBAR: 015
 TANGGAL: 15 APRIL 2016
 KELOMPOK: KEB-14/2016/161

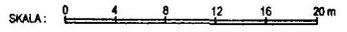
170.00
165.00
160.00
155.00
150.00
145.00
140.00
135.00
130.00
125.00
120.00
115.00

Bidang persamaan
Reference level



ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	184.722	157.949	153.441	152.948		141.649	140.980	139.927	136.826	136.984	135.472	134.807	134.857	134.850	132.610	131.957	130.149
JARAK (m) DISTANCE (m)		9.34	7.33	6.66	18.50	5.65	8.00	5.19	3.37	1.62	5.14	4.12	1.20	5.64	10.39	5.74	

POTONGAN TO.2+10



REF. DWG. NO. TEL-1-01-05-01-17

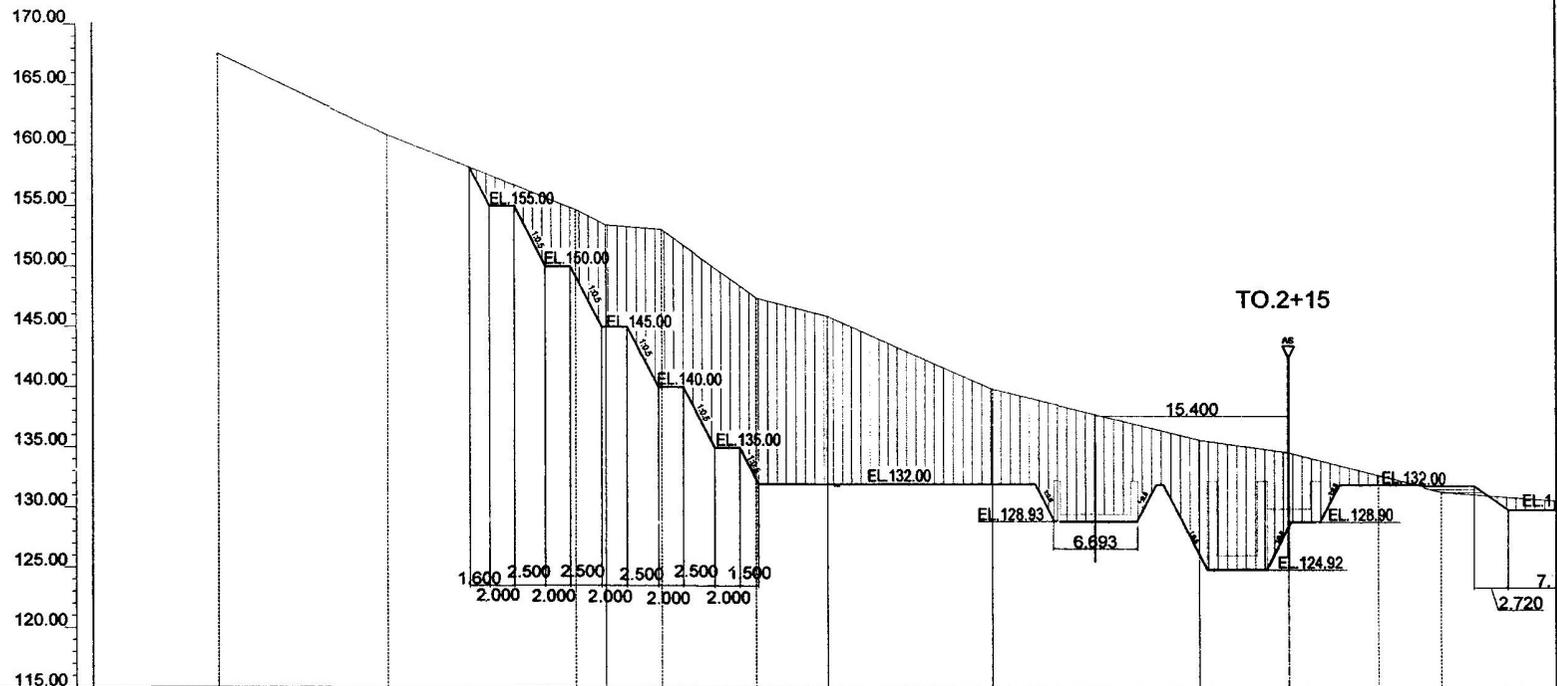
DISETUIJI		DIPERIKSA		DIPERIKSA		MENGETAHUI		DIKREKSI		MENGETAHUI		DIGAMBAR	
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PELAKSANA TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PENGAWAS TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PT. METTANA E (AO) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)		NO. REGISTER		NO. GAMBAR	
Andi Ansh. ST, S.T.		Sartosa SST, MT		Muhdina ST		I. Wahyu Purwanto Team Leader		I. Agus Edhant Supervisor Konstruksi		TEL-1-01-05-01-25		R/S	
No. 18790726 200502 1 001		No. 19800004 188002 1 001		No. 18800028 200304 1 003				A. Bakti Aji, S.T.		TANGGAL		NO. KONTRAK	
										15 MARET 2016		KCS-APR/2016/01	

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SATU PEMBAANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
PPK - PEMBANGUNAN BENDUNGAN
J. Madelon - Madijapati, Jwanti No. 14 Telp./Fak. 03513605503 Madijuri 63181

Provinsi
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

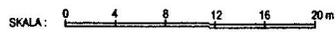
SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELOK DAN OUTLET
POTONGAN TO.2+10



Bidang persamaan
Reference level

ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL	167.558	160.875	154.687	153.413	153.070	147.410	145.930	139.910	136.701	134.680	132.774	131.470
JARAK (m) DISTANCE (m)	13.57	15.03	2.41	4.42	7.57	5.69	13.31	16.45	7.14	7.14	5.08	11.90

POTONGAN TO.2+15



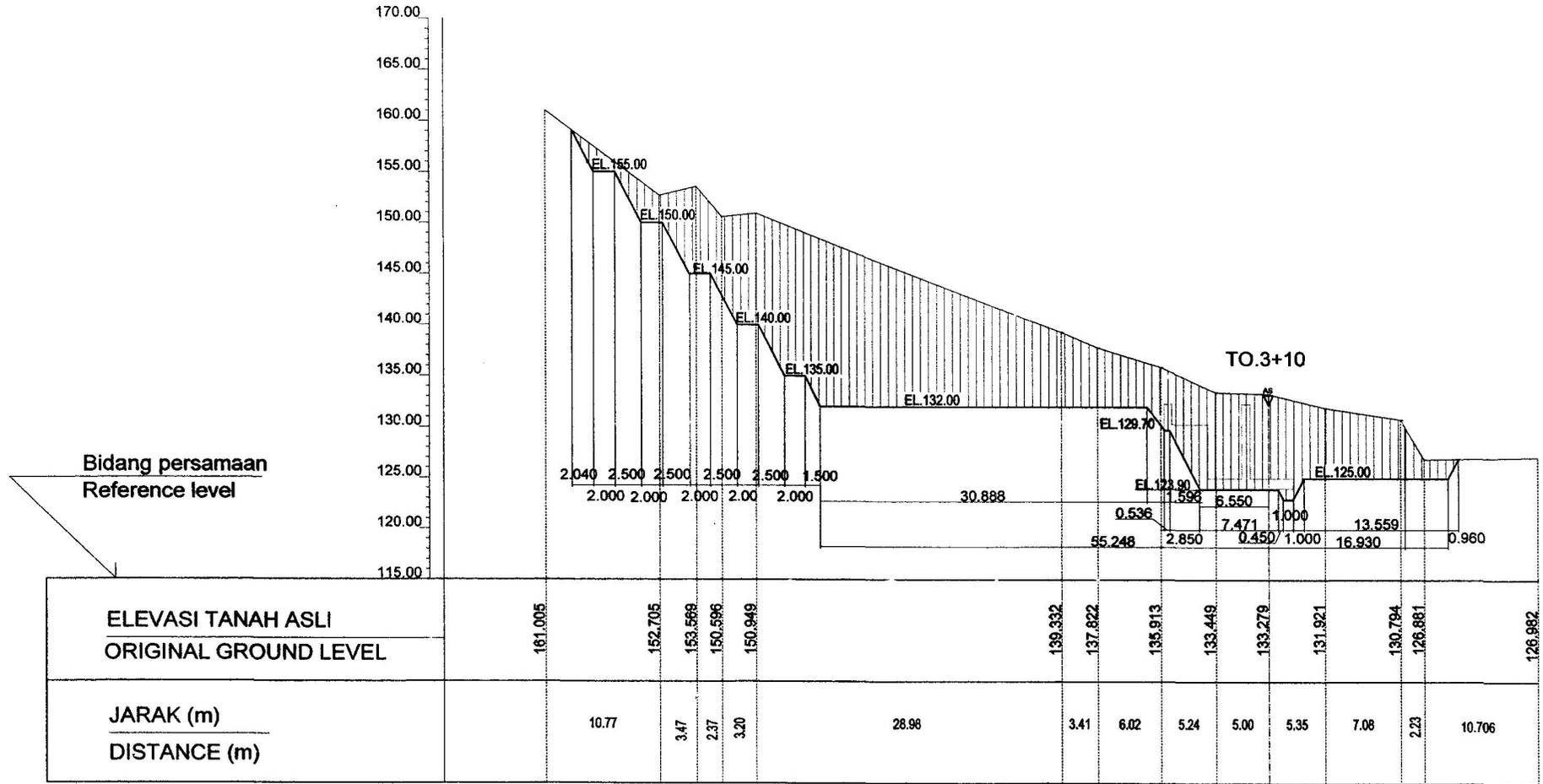
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
BMT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BERWU BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BENDUNGAN
 Jl. Madun - Madiun, Jawa Tengah No. 14 Telp./Fax (055) 755533 Madiun 53101

Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

Proyek: **SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL**
 Judul Gambar: **BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET POTONGAN TO.2+15**

NO. REGISTER	NO. GAMBAR
TR. 101-01-26	1015
TANGGAL	NO. KONTRAK
15 MARET 2016	BEB-APR/2016

DIBETULURI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI	DIKOREKSI	MENGETAHUI	DIGAMBAR
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TERBES PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PENGAWAS TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. METTANA E (JC) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)	
Andi Anas, ST, MSi. No. 18763728 200022 1 001	Setiawan, SET, MT No. 19962004 199502 1 001	Muliana, ST No. 1980028 200804 1 003	I. Wahyu Darmas Team Leader	I. Agus Hidayat Supervisor Konstruksi I	A. Setiawan, ST, MT Supervisor Konstruksi II	Hafidul Muzali, ST BSS Engineering Manager



POTONGAN TO.3+10

SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

REF. DWG. NO. 112-141-05-01-07

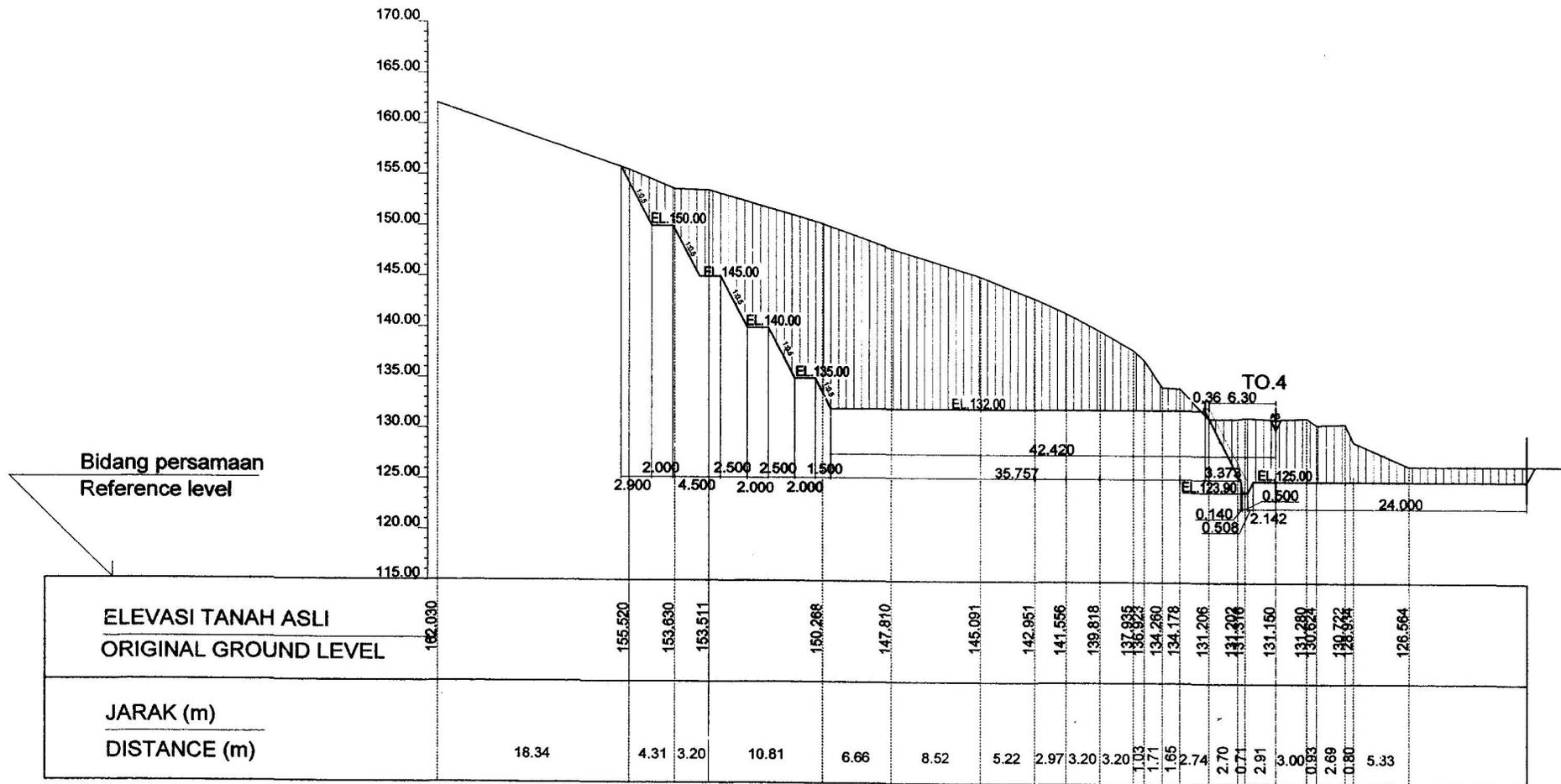
DISSETUJUI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PENJAWAB TEKNIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	MENGETAHUI PT. METTANA E (GO) - PT. ANUKERAH K	DIKOREKSI	MENGETAHUI	DIGAMBAR	NO. REGISTER TR-1-01-05-01-28	NO. GAMBAR 1215
			PT. METTANA E (GO) - PT. ANUKERAH K		PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERSERO)		TANGGAL 15 MARET 2016	NO. KONTRAK BKR-APP/116/10
Ami Arifin, ST, MSc. No. 18700738 200502 1 001	Setiawan, ST, MT No. 19880204 189502 1 001	Muhammad, ST No. 19880208 200804 1 003	E. Widada, D. Sumarta Supervisor Lapangan	E. Agus, ST, MSc. Supervisor Konstruksi	A. Supriyanto, ST Project Manager	Hidayat Muzali, ST Site Engineering Manager		

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SALAJI BESAR WILAYAH SINGAJI BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BERDE BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BERDE BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BERDE BENGAWAN SOLO

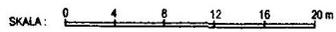
Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.3+10

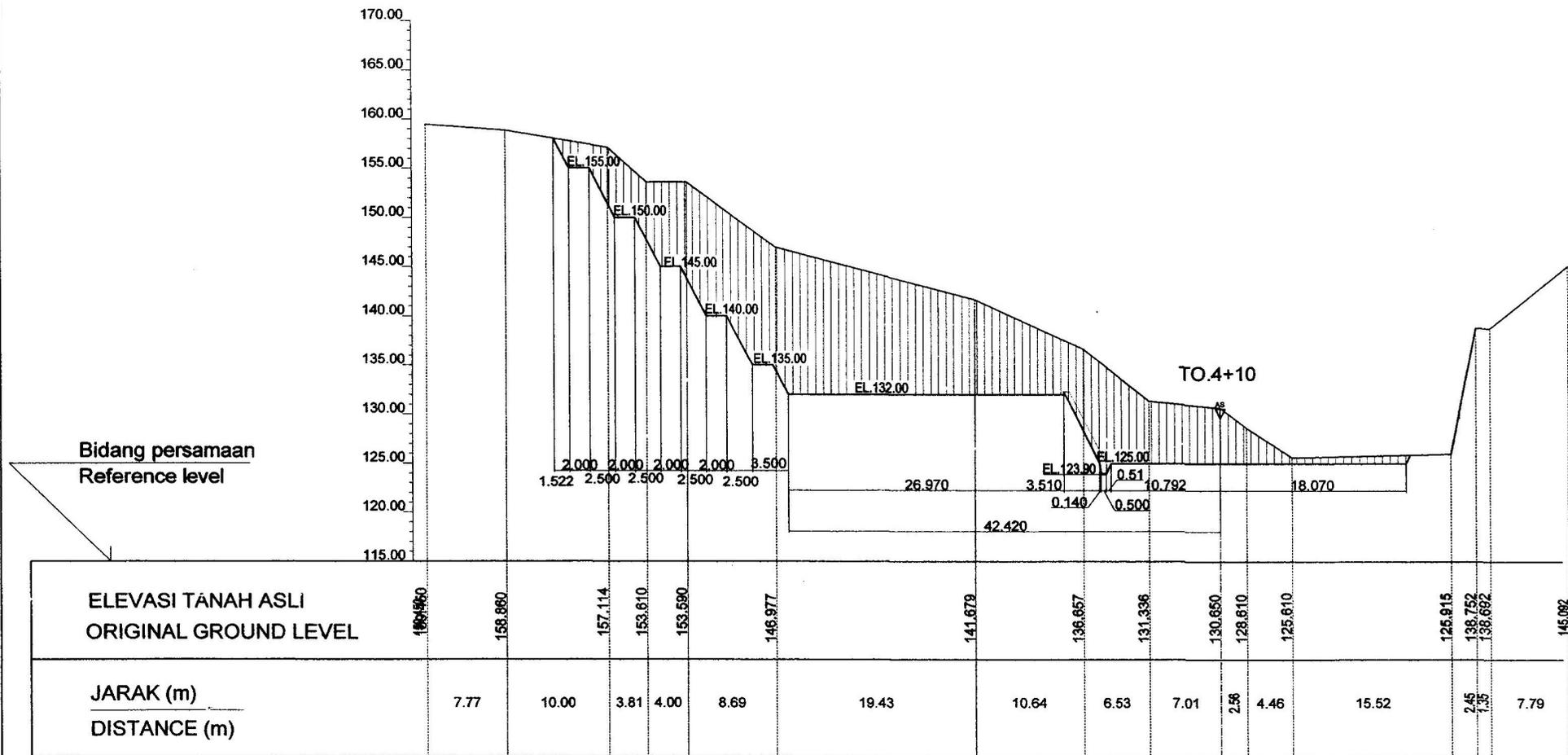
NO. REGISTER: TR-1-01-05-01-28
 NO. GAMBAR: 1215
 TANGGAL: 15 MARET 2016
 NO. KONTRAK: BKR-APP/116/10



POTONGAN TO.4



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO RPT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BERGAWAN SOLO RPT PEMBANGUNAN BENDUNGAN RPT PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PROVINSI JAWA TIMUR
Pekerjaan: SHOP DRAWING PEMBANGUNAN WADUK TUKUL		KABUPATEN PACITAN
Jarak Gambar: BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET POTONGAN TO.4		NO. REGISTER: TL.191-05-01-28 NO. GAMBAR: 1315
DIREKTORIUM PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PELAKSANA TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	DIPERIKSA PENGAWAS TEORIS PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN
Mengetahui: PT. METTANA E (KC) - PT. ANUGERAH K	Dikoreksi: PT. METTANA E (KC) - PT. ANUGERAH K	Mengetahui: PT. BRANTAS ABIRIYAYA (PERSERO)
A. Satrio, ST, MSc. No. 18760728 200802 1 001	Satrio, ST, MSc. No. 18760728 200802 1 001	Satrio, ST, MSc. No. 18760728 200802 1 001
H. Wahyu Purandono Team Leader	H. Agus Harni Supervisor Konstruksi	A. Rizki Nur Zahara, ST Head of Design
15 MARET 2016		KES-IMP/2016/01



POTONGAN TO.4+10

SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

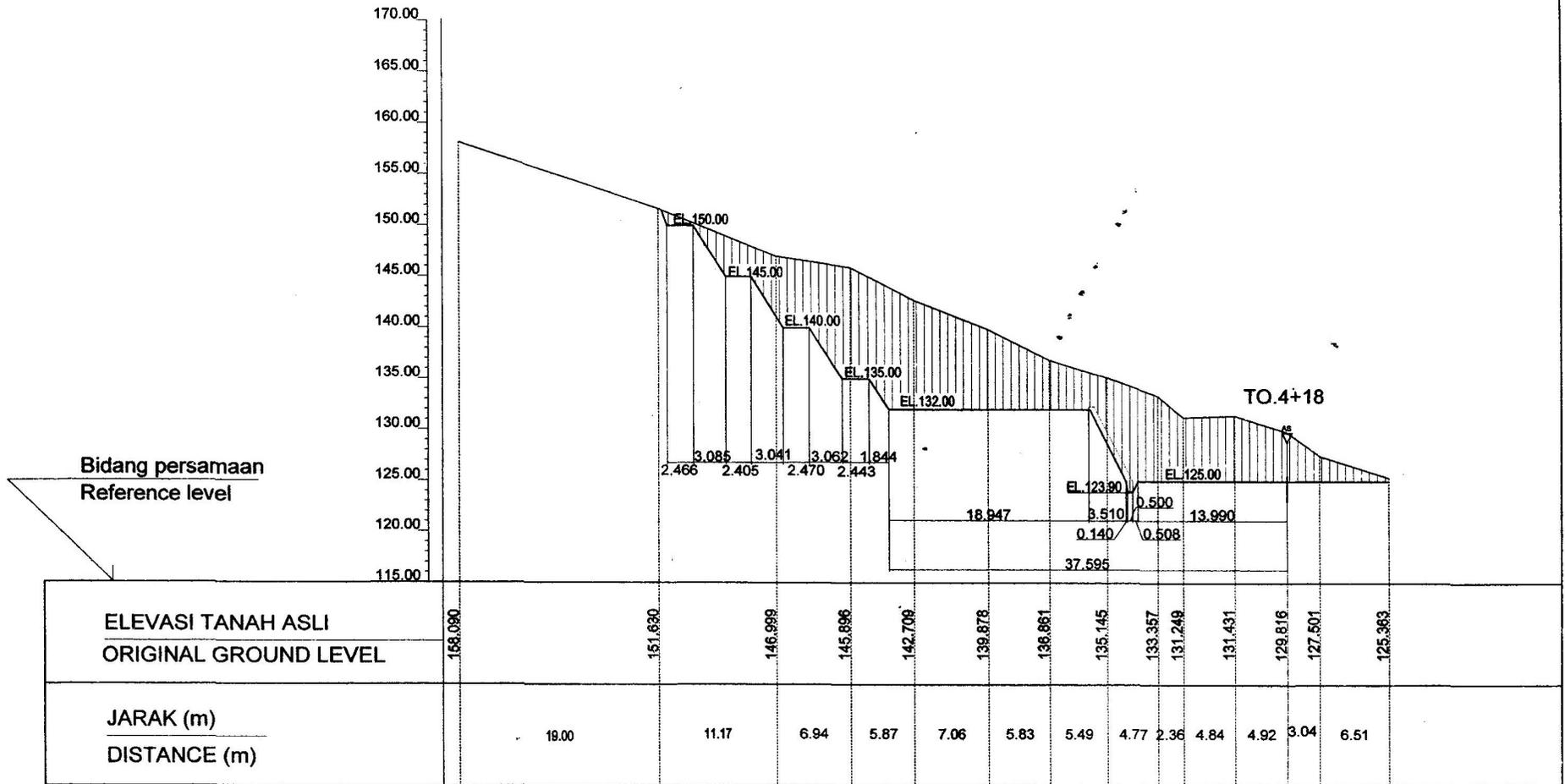
REF. DWG. NO. TIL-101-05-01-17

DIBETULUI	DIPERIKSA	DIPERIKSA	MENGETAHUI	DIKOREKSI	MENGETAHUI	DIGAMBAR	NO. REGISTER	NO. GMBR
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PELAKSANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PERENCANA TEKNIK PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN	PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS ABIPRAYA (PERBERO)		TL-101-05-01-30	1415
Andi Andri, ST, MSc. No. 18760728 202002 1 001	Sartono, SST, MT No. 19860004 199902 1 001	Muboro, ST No. 18600028 200904 1 003	I. Wahyu Darmas Team Leader	I. Agus Imanuel Supervisor Konstruksi II	A. Sigit Nugroho, ST Project Manager	Hendrik Muboro, ST Site Engineering Manager	15 MARET 2016	KEB-APR/2016/10

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SALIT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BWS BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BWS BENGAWAN SOLO
 Jl. Medun - Macassar, Jember No. 14 Telp./Fax: (0331) 868383 Medun 65101

Provinsi: **JAWA TIMUR**
 Kabupaten: **PACITAN**

Judul Gambar: **SHOP DRAWING**
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.4+10



POTONGAN TO.4+18

SKALA: 0 4 8 12 16 20 m

REF. DWG. NO. TR-141-05-01-17

DIBETUJUI		DIPERIKSA		DIPERIKSA		MENGETAHUI		DIKOREKSI		MENGETAHUI		DIGAMBAR		NO. REGISTER	NO. GAMBAR
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PELANGGAN TEORI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PENGLAWAS TEORI PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN		PT. METTANA E (JO) - PT. ANUGERAH K		PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)		PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)		PT. BRANTAS AMPRAYA (PERSERO)		TR-141-05-01-31	1515
Andi Aris, ET, MSc. No. 18790728 200502 1 001		Sardono, EST, MT No. 18880804 180502 1 001		Muband, ET No. 18900528 200504 1 003		I. Wahyu Purwati Team Leader		I. Agus Istanto Supervisor Konstruksi I		A. Riza, ET, MSc. No. 18900528 200504 1 003		Hafid Muzli, ET Site Engineering Manager		TANGGAL	NO. KONTRAK
														15 MARET 2018	K028-AMPTW00018

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
SNVT PEMBANGUNAN BENDUNGAN BAWA BENGAWAN SOLO
PPK PEMBANGUNAN BENDUNGAN BENDUNGAN
 Jl. Magun - Madiun, Jawa No. 14 Telp./Fax: (0551) 855551 Madiun 50181

Proyeksi:
SHOP DRAWING
PEMBANGUNAN WADUK TUKUL

Judul Gambar:
BANGUNAN PENGELAK DAN OUTLET
POTONGAN TO.4+18

PROVINSI
JAWA TIMUR

KABUPATEN
PACITAN

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Bramara Dwi Mahayana merupakan anak kedua dari dua bersaudara, Lahir di Surabaya pada tanggal 14 Januari 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kaliasin III Surabaya, lalu melanjutkan pendidikan di SMPN 6 Surabaya, lalu di SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2013, penulis diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi Diploma III pada tahun 2014, terdaftar dengan NRP 3114030128. Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan kemahasiswaan dan berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa. Penulis bisa dihubungi via email bramarads@gmail.com. Motto hidup : “Berbuatlah baik kepada siapapun”.