

**TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

**ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL GEMPOL -  
PASURUAN SEKSI 3B (STA. 25+000 s/d STA.  
31+000)**

**MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN**  
NRP. 1011151000074

Dosen Pembimbing  
Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng  
NIP. 195711191985031001

PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019



**TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

**ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL GEMPOL -  
PASURUAN SEKSI 3B (STA. 25+000 s/d STA.  
31+000)**

**MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
NRP. 1011151000074**

**Dosen Pembimbing  
Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng  
NIP. 195711191985031001**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**



**FINAL APPLIED PROJECT - VC 181819**

**ESTIMATION CONSTRUCTION OF COST AND  
TIME IN GEMPOL - PASURUAN SECTION 3B TOLL  
ROAD PROJECT ON STA. 25+000 s/d STA.  
31+000 EAST JAVA**

**MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
NRP. 1011151000065**

**Supervisor  
Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng  
NIP. 195711191985031001**

**APPLIED UNDERGRADUATE PROGRAM  
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT  
VOCATIONAL FACULTY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

**“ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL GEMPOL –  
PASURUAN SEKSI 3B STA 25+000 s/d STA 31+000”**

### TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Terapan

Pada

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

Disusun oleh:

**MAHASISWA**



**MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN**

**NRP 10111510000074**

Disetujui oleh:

**DOSEN PEMBIMBING**

19 JUL 2019



**ELSULCHAN ARIFIN, M.Eng**

**NIP 19571119 198503 1 001**



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :  
44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019

Tanggal : 28/06/2019

Judul Tugas Akhir Terapan	Estimasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol - Pasuruan Seksi 3B (STA 25+000 - STA 31+000)		
Nama Mahasiswa	Moh. Choirul Rachman	NRP	10111510000074
Dosen Pembimbing 1	Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP. 19571119 198503 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2		Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<i>AB strale di sempurnakan bukan resume ! (ii) Hal. 226. Contoh penjadwalan cara kerja alat dimuat secara lebih detail, di least kan di koril analisa US Project ! (226) Hal 135 lebih di uraikan lagi (135) Bisa dianalisa lebih detail knd kondisi existing proyek supaya kualitasnya lebih detail. (230) Metode pidle samaan lebih di jelaskan pada print ke 9 (37)</i>	 Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. NIP. 19770218 200501 2 002
	 Dr. Machus, ST., MT. NIP. 19730914 200501 1 002
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
 Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. NIP. 19770218 200501 2 002	 Dr. Machus, ST., MT. NIP. 19730914 200501 1 002	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	 Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP. 19571119 198503 1 001	



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

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

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 M. Choirul R. 2  
**NRP** : 1 10115100000 74 2  
**Judul Tugas Akhir** : Estimasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol Gempol - Pasuruan Seksi 3B (STA 25+000 - STA 31+000)  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sulchan Atipin M.Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	01-3-19	Revisi out line				
		Kerjakan bel <sup>2</sup> kan yg ada di skripsi Judul minal Revisi. Volume.		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	12-1-2019	• Koreksi perhitungan durasi • Durasi menggunakan alat yg menentukan		B	C	K
		• Jadwal mundur outline		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	28 April 2019	• Belasting dilihat di permon p4 • Purasi mobilisasi • Jumlah lintasan 29 lajur 12 • Perhitungan geotextile dan urutan gambar yg ada • Perhitungan durasi bar chart • Lamp Permen di pnt		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

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

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 M. Choirul R. 2  
**NRP** : 1 10115 1000079 2  
**Judul Tugas Akhir** : Estimasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol Gempol - Pasuruan selisi 3B (STA 25 +000 s/d 31+000)  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sulchan Anipin M. Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
A	3 - 5 - 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produktivitas 1 grup alat</li> <li>Pembuatan ATTS &amp; RAB</li> </ul>	<i>[Signature]</i>			
5	17 - 5 - 2019	Laporan PUPR no 28/16 <ul style="list-style-type: none"> <li>Produktivitas 1 grup alat dibuat</li> <li>Analisa ATTS unit ton dan ATTS</li> <li>Produktivitas menghitung 1 alat (perman pu)</li> </ul>	<i>[Signature]</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Kergalan -		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Perlist. d 1 group alat dibuat berapa divisi ATTS → ikut 1 group.				
		- Kergalan -		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kombinasi alat & dirangsang lama ATTS di hit. ulang.				
		→ Penyelesaian proyek 1 group alat → ... Keri		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kombinasi → ... Keri				
		harga semua ATTS P.				
		- Selesai Kuba "S".		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

**FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

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

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 M. Choirul R. 2

**NRP** : 1 10111510000079 2

**Judul Tugas Akhir** : Estimasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pembangunan jalan tol Gempol - Pasuruan Selsi 3B (STA 25+000 s/d 31+000)

**Dosen Pembimbing** : Ir. Sulhan Arifin M. Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6	29-5-2019	• Analisa K3 • Metodologi Bab 9				
				B	C	K
7	11-6-2019	• Kurva diagram pelatya, Man Power Acc, bisa ikut mandaf tan kajian di sar.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



**“ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL GEMPOL –  
PASURUAN SEKSI 3B STA 25+000 s/d STA 31+000”**

**Nama Mahasiswa : Mochamad Choirul Rachman**  
**NRP : 10111510000074**  
**Jurusan : Teknik Infrastruktur Sipil**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin, M.Eng**  
**NIP : 19571119 198503 1 001**

**ABSTRAK**

Proyek Tugas Akhir ini merupakan estimasi biaya dan waktu pekerjaan proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B STA. 25+000 s/d 31+000. Perhitungan meliputi penentuan item pekerjaan, perhitungan volume pekerjaan, penentuan metode pelaksanaan, penjadwalan alat dan pekerja, serta perhitungan biaya pelaksanaan yang dibutuhkan.

Data yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini berupa gambar kerja, spesifikasi teknik dan jadwal pelaksanaan sebagai control hasil perhitungan. Gambar kerja digunakan untuk menghitung kembali volume pekerjaan, spesifikasi teknis digunakan sebagai landasan penetapan metode kerja, jadwal pelaksanaan digunakan sebagai control durasi perhitungan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penjadwalan setiap item pekerjaan menggunakan program bantu MS Project 2016 . Output dari software ini adalah *Gantt-Chart (Schedule* dalam bentuk *bar-chart*), *Network Planning*, *Resource Graph* (Grafik sumber daya), laporan biaya dan kurva S.

Dari perhitungan biaya dan waktu yang telah dilakukan diperoleh durasi pekerjaan selama 916 hari kerja dan biaya sebesar Rp. 337.699.295.012

**Kata kunci : Metode Pelaksanaan, Biaya dan Waktu, Jalan Tol**

**“ESTIMATION CONSTRUCTION OF COST AND TIME  
IN GEMPOL – PASURUAN SECTION 3B TOLL ROAD  
PROJECT STA. 25+000 – STA 31+000”**

**Name Of Student** : Mochamad Choirul Rachman  
**NRP** : 10111510000074  
**Department** : Diploma IV Civil Engineering  
**Supervising Professor** : Ir. Sulchan Arifin, M.Eng  
**NIP** : 19571119 198503 1 001

**ABSTRACT**

This Final Project is a estimation of the cost and time of construction work for the Gempol - Pasuruan Toll Road section 3B STA. 25 + 000 to 31 + 000. Calculations include the determination of work items, calculation of work volume, determination of implementation methods, scheduling of tools and workers, and calculation of implementation costs needed.

Data for completing this final project is Shop Drawings, technical specifications and implementation schedules as the control of the calculation results. Shop drawings are used to recalculate the volume, technical specifications are used as the basis for determining work methods, the implementation schedule is used as a control of the duration of the calculation in this Final Project.

Scheduling each work item using the MS Project 2016 program. The output of this software is the Gantt-Chart (Schedule in the form of bar-chart), Network Planning, Resource Graph (resource graph), cost report and S curve.

From the calculation of the cost and time, the duration of this project is 916 working days and the cost is Rp. 337,699,295,012

**Keyword : Construction Method, Cost and Time, Toll Road**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, dan karunianya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Estimasi Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi 3B STA 25+000 s/d STA 31+000” dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini adalah sebagai implementasi dari ilmu yang telah didapat selama perkuliahan di Program Studi Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana tanpa bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terimakasih pada :

1. Ir. Sulchan Arifin, M.Eng. Selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir
2. Kedua orang tua dan keluarga saya yang selama ini telah membantu saya dalam bentuk moril maupun materiil.
3. Teman-teman kuliah kelas B-2015 dan semua pihak yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan bagi saya hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penyusun menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam menyusun Tugas Akhir ini dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, saya berharap saran dan tanggapan yang membangun untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun pada umumnya dan bagi pembaca khususnya.

Surabaya, Juni 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan.....	3
1.5    Manfaat.....	3
1.6    Lokasi Proyek.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Item Pekerjaan.....	5
2.2    Struktur Pekerjaan Jalan.....	6
2.2.1    Pekerjaan Persiapan.....	6
2.2.2    Pekerjaan Tanah .....	6
2.2.3    Pekerjaan Drainase .....	10
2.2.4    Pekerjaan Jalan Desa (Box Tunnel) .....	11
2.2.5    Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat.....	11

2.2.6	Pekerjaan Struktur Perkerasan.....	12
2.3	Alat Berat yang Digunakan .....	14
2.4	Rencana Anggaran Biaya .....	16
2.5	Penjadwalan.....	17
2.5.1	Bar Chart .....	18
2.5.2	Kurva “S” .....	19
2.5.3	Network Planning.....	20
2.5.4	Microsoft Office Project.....	26
2.5.5	Lintasan Kritis.....	27
2.6	Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi.....	27
BAB III METODOLOGI .....		35
3.1	Uraian Metodologi .....	35
3.2	<i>Flow Chart</i> .....	39
BAB IV METODOLOGI PELAKSANAAN .....		41
4.1	Item Pekerjaan .....	41
4.2	Perhitungan Pekerjaan.....	42
4.2.1	Pekerjaan Persiapan.....	42
4.2.2	Pekerjaan Tanah .....	51
4.2.3	Pekerjaan Drainase .....	64
4.2.4	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat.....	111
4.2.5	Pekerjaan Perkerasan Beton .....	115
4.2.6	Pekerjaan Lain - Lain .....	131
BAB V PERHITUNGAN VOLUME DAN PRODUKTIVITAS .....		135

5.1	Tahapan Pekerjaan .....	135
5.2	Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi .....	135
5.2.1	Pekerjaan Persiapan.....	135
5.2.2	Pekerjaan Tanah .....	139
5.2.3	Pekerjaan Drainase .....	149
5.2.4	Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat .....	187
5.2.5	Pekerjaan Perkerasan Beton .....	192
5.2.6	Pekerjaan Lain - Lain .....	206
<b>BAB VI PERHITUNGAN BIAYA DAN PENJADWALAN ..</b>		<b>213</b>
6.1	Analisa Harga Satuan .....	213
6.2	Rencana Anggaran Biaya .....	226
6.3	Penjadwalan Alat dan Pekerja .....	226
6.4	Pengaplikasian Dengan MS. Project .....	227
6.5	Perbandingan Biaya Proyek Dengan Biaya Hasil Perhitungan Penulis.....	230
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>233</b>
7.1	Kesimpulan.....	233
7.2	Saran.....	234
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>235</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>237</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>		<b>239</b>

***“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 CONTOH BAR CHART.....	18
GAMBAR 2.2 CONTOH KURVA S.....	20
GAMBAR 2.3 DENAH NODE PDM.....	21
GAMBAR 2.4 LAG AND LEAD TIME.....	24
GAMBAR 2.5 AKTIVITAS PDM.....	25
GAMBAR 2.6 PERHITUNGAN MAJU PDM.....	25
GAMBAR 2.7 PERHITUNGAN MUNDUR PDM.....	26
GAMBAR 2.8 PAPAN PERINGATAN PENGGUNAAN APD.....	29
GAMBAR 2.9 SAFETY MORNING PADA PROYEK.....	31
GAMBAR 2.10 HELM PROYEK.....	32
GAMBAR 2.11 SAFETY SHOES.....	32
GAMBAR 2.12 ROMPI SAFETY.....	33
GAMBAR 2.13 SARUNG TANGAN SAFETY.....	33
GAMBAR 2.14 SAFETY MASK.....	34
GAMBAR 2.15 KACAMATA SAFETY.....	34
GAMBAR 4.1 EXCAVATOR.....	43
GAMBAR 4.2 BULLDOZER.....	44
GAMBAR 4.3 DUMP TRUCK.....	45
GAMBAR 4.4 PEMADATAN TANAH TIMBUNAN.....	52
GAMBAR 4.5 ILUSTRASI METODE KERJA DI LAPANGAN.....	52
GAMBAR 4.6 VIBRO ROLLER.....	54
GAMBAR 4.7 MOTOR GRADER.....	54
GAMBAR 4.8 WATER TANK.....	55
GAMBAR 4.9 METODE PEKERJAAN GALIAN.....	59
GAMBAR 4.10 PENAMPANG LENGKUNG.....	66
GAMBAR 4.11 PENAMPANG TRAPESIUM.....	66
GAMBAR 4.12 BOTTOM SLAB RCP TYPE A.....	70
GAMBAR 4.13 HAMPAR BORROW BACKFILL.....	70
GAMBAR 4.14 PEMBESIAN RCP TYPE B.....	71
GAMBAR 4.15 RCP TYPE A.....	72
GAMBAR 4.16 RCP TYPE B.....	72



GAMBAR 4.17 BAR BENDER DAN BAR CUTTER .....	77
GAMBAR 4.18 BATCHING PLAN .....	77
GAMBAR 4.19 CONCRETE PUMP .....	78
GAMBAR 4.20 CONCRETE VIBRO .....	78
GAMBAR 4.21 TRUCK MIXER .....	79
GAMBAR 4.22 MOBILE CRANE .....	79
GAMBAR 4.23 FLAT BED TRUCK .....	80
GAMBAR 4.24 GRAFIK VERTIAL EQUIVALENT LENGTH .....	87
GAMBAR 4.25 ILUSTRASI BOX CULVERT DAN BOX TUNNEL .....	95
GAMBAR 4.26 METODE PEMADATAN LAPIS AGREGAT .....	111
GAMBAR 4.27 PEMETAAN SENSOR RIGID .....	121
GAMBAR 4.28 PEMBERSIHAN LEAN CONCRETE .....	122
GAMBAR 4.29 KABEL PATOK SENSOR DAN STRING LINE .....	122
GAMBAR 4.30 PENGHAMPARAN PLASTIK .....	123
GAMBAR 4.31 BETON DATANG DARI BATCHING PLAN .....	123
GAMBAR 4.32 UJI SLUMP BETON KELAS P .....	124
GAMBAR 4.33 PROSES PENUANGAN BETON KELAS P .....	125
GAMBAR 4.34 GROOVING BETON .....	126
GAMBAR 4.35 CURRING COMPOUND .....	127
GAMBAR 4.36 CUTTING BETON .....	127
GAMBAR 4.37 PROSES JOINT SEALANT .....	128
GAMBAR 6.1 PENJADWALAN ALAT DAN PEKERJA .....	226
GAMBAR 6.2 JUMLAH TOTAL KEBUTUHAN ALAT DAN PEKERJA .....	227
GAMBAR 6.3 WORKING TIME .....	228
GAMBAR 6.4 PROJECT START DATE .....	228
GAMBAR 6.5 TAMPILAN URUTAN PEKERJAAN MS. PROJECT .....	229

## DAFTAR TABEL

TABEL 4.1 SPESIFIKASI EXCAVATOR .....	43
TABEL 4.2 SPESIFIKASI BULLDOZER .....	44
TABEL 4.3 SPESIFIKASI DUMP TRUCK.....	45
TABEL 4.4 FAKTOR EFISIENSI ALAT .....	46
TABEL 4.5 FAKTOR PISAU BULLDOZER .....	47
TABEL 4.6 FAKTOR BUCKET EXCAVATOR .....	48
TABEL 4.7 FAKTOR KONVERSI GALIAN .....	48
TABEL 4.8 WAKTU GALI (DETIK) .....	48
TABEL 4.9 WAKTU PUTAR (DETIK) .....	49
TABEL 4.10 KECEPATAN DUMP TRUCK .....	50
TABEL 4.11 SPESIFIKASI VIBRO ROLLER .....	54
TABEL 4.12 SPESIFIKASI MOTOR GRADER.....	55
TABEL 4.13 SPESIFIKASI WATER TANK .....	55
TABEL 4.14 BERAT TULANGAN SESUAI DIAMETER .....	74
TABEL 4.15 KEBUTUHAN KAYU UNTUK BEKISTING.....	75
TABEL 4.16 SPESIFIKASI BATCHING PLAN .....	77
TABEL 4.17 SPESIFIKASI CONCRETE PUMP .....	78
TABEL 4 18 SPESIFIKASI TRUCK MIXER.....	79
TABEL 4.19 SPESIFIKASI FLAT BED TRUCK .....	80
TABEL 6.1 ANALISA PEKERJAAN PERSIAPAN.....	213
TABEL 6.2 ANALISA PEKERJAAN TIMBUNAN.....	214
TABEL 6.3 ANALISA PEKERJAAN GEOTEXTILE .....	214
TABEL 6.4 ANALISA PEKERJAAN GALIAN.....	215
TABEL 6.5 ANALISA PEKERJAAN DRAINASE SAMPING .....	215
TABEL 6.6 ANALISA PEKERJAAN PENGEORAN LC RCP .....	216
TABEL 6.7 ANALISA PEKERJAAN PEMBESIAN RCP.....	216
TABEL 6.8 ANALISA PEKERJAAN BEKISTING RCP.....	217
TABEL 6.9 ANALISA PEKERJAAN PENGEORAN RCP .....	217
TABEL 6.10 ANALISA PEMASANGAN RCP .....	218
TABEL 6.11 ANALISA PENGEORAN LC BOX CULVERT .....	218
TABEL 6.12 ANALISA PEKERJAAN PEMBESIAN BC.....	219

TABEL 6.13 ANALISA PEKERJAAN BEKISTING BC .....	219
TABEL 6.14 ANALISA PEKERJAAN PENGECORAN BC .....	220
TABEL 6.15 ANALISA PEKERJAAN PENGECORAN LC BT .....	220
TABEL 6.16 ANALISA PEKERJAAN PEMBESIAN BT .....	221
TABEL 6.17 ANALISA PEKERJAAN BEKISTING BT .....	221
TABEL 6.18 ANALISA PEKERJAAN PENGECORAN BT .....	222
TABEL 6.19 ANALISA PEKERJAAN MEDIAN DRAINASE.....	222
TABEL 6.20 ANALISA PEKERJAAN LAPIS AGRGEGAT KELAS B .....	223
TABEL 6.21 ANALISA PEKERJAAN PENGECORAN LC MAINROAD .....	223
TABEL 6.22 ANALISA PEKERJAAN DOWEL & TIEBAR.....	224
TABEL 6.23 ANALISA PEKERJAAN PERKERASAN RIGID .....	224
TABEL 6.24 ANALISA PEKERJAAN CONCRETE BARRIER .....	225
TABEL 6.25 ANALISA PEKERJAAN PENGECATAN MARKA JALAN .....	225
TABEL 6.26 RENCANA ANGGARAN BIAYA .....	231

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dewasa ini Transportasi merupakan hal yang sangat penting bagi suatu aspek kehidupan salah satu contohnya adalah Jalan. Agar kesejahteraan suatu wilayah semakin baik maka salah satu hal yang harus dipertimbangkan adalah akses menuju wilayah tersebut, semakin mudah akses menuju suatu wilayah, maka semakin lancar distribusi barang dan jasa pada wilayah tersebut. Namun, jika suatu jalan sudah melebihi kapasitasnya maka harus dibuat alternatif lain agar pengguna jalan merasa nyaman. Salah satu solusi untuk itu adalah pembangunan Jalan Tol.

Salah satu pembangunan Jalan Tol yang sampai saat ini sedang dikerjakan yaitu jalan tol Gempol – Pasuruan seksi 3 (3A, 3B, 3C), untuk seksi 1 dan seksi 2 sudah rampung dikerjakan tahun lalu. Jalan tol Gempol – Pasuruan memiliki 3 seksi, terdiri dari seksi 1 Gempol – Rembang 13,9 km, seksi 2 Rembang - Pasuruan sepanjang 6,6 km, seksi 3 Pasuruan – Grati sepanjang 13,65 km. Total panjang Jalan Tol Gempol - Pasuruan adalah 34,15 km.

Manajemen Konstruksi merupakan aspek penting yang dapat mempengaruhi biaya dan waktu pelaksanaan suatu proyek. Dengan perhitungan biaya dan waktu yang tepat dapat menghasilkan nilai yang sangat berpengaruh pada proyek. Perhitungan waktu nantinya akan menghasilkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan memperhitungkan volume pekerjaan melalui gambar, harga satuan bahan, alat, dan upah kerja. Perhitungan biaya dan waktu pekerjaan menggunakan bantuan program *Microsoft Project*. Sehingga akan didapatkan *network diagram*, *bar chart*, dan *resource graph*. Sedangkan untuk perhitungan biaya nantinya akan menghasilkan

produktivitas pekerjaan yang akhirnya dibuatlah Kurva S untuk mengontrol setiap item pekerjaan. Pada penulisan Tugas Akhir Terapan kali ini penulis ingin mengetahui perkiraan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek karena perhitungan biaya dan waktu serta metode pelaksanaan yang dipilih dapat berpengaruh pada pelaksanaan proyek.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Sesuai dengan uraian pada latar belakang di atas maka rumusan masalah yang diperhatikan adalah pada Tugas Akhir Terapan ini, antara lain:

1. Bagaimana menentukan metode pelaksanaan yang tepat pada pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B?
2. Bagaimana perhitungan durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B?
3. Bagaimana perhitungan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B?

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk mempermudah pembahasan dan penulisan Tugas Akhir Terapan ini masalah terbatas pada hal – hal dibawah ini:

1. Tidak meninjau struktur, waktu dan biaya pelaksanaan jembatan dan pelaksanaan overpass.
2. Tidak membahas perencanaan geometrik dan analisa struktur perkerasan jalan.
3. Hanya meninjau pekerjaan perkerasan persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan jalan, pekerjaan box traffic dan pekerjaan drainase.
4. Tidak membahas hal yang berkaitan dengan pembebasan lahan.
5. Tidak meninjau pekerjaan PVD

6. Tidak meninjau pekerjaan Wingwall untuk pekerjaan drainase
7. Perhitungan biaya dan waktu hanya meliputi seksi 3B STA. 25+000 s/d 31+000

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, adalah:

1. Mengetahui metode pelaksanaan yang digunakan untuk menyelesaikan pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B.
2. Mengetahui durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B.
3. Mengetahui biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B.

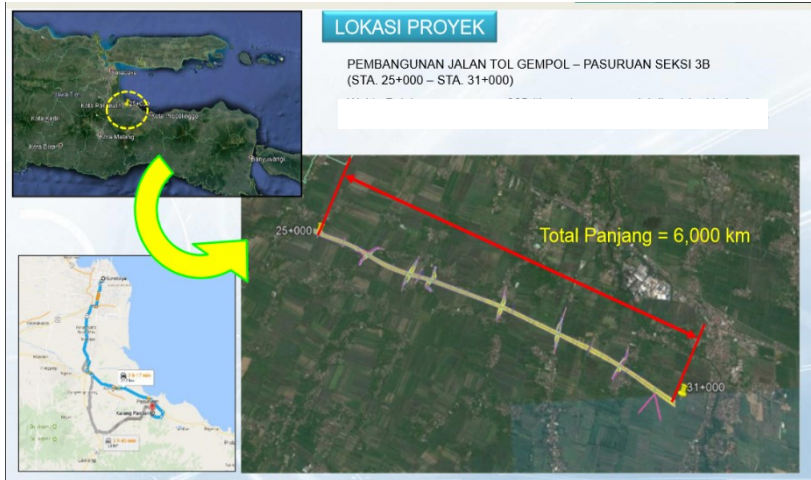
#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir Terapan ini adalah:

1. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan penulis mengenai perhitungan biaya dan waktu suatu proyek, khususnya proyek Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B.
2. Sebagai referensi untuk perencanaan sejenisnya.
3. Sarana melatih kemampuan dalam menghadapi dunia kerja.

## 1.6 Lokasi Proyek

Lokasi proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi 3B yang menghubungkan Karang Pandan – Rejoso



Gambar 1.1 Lokasi Proyek

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Item Pekerjaan**

1. Pekerjaan Persiapan
  - 1.1. Stripping Area
2. Pekerjaan Tanah
  - 2.1. Pekerjaan Timbunan
  - 2.2. Pekerjaan Pemasangan Geotextile
  - 2.3. Pekerjaan Galian Drainase
3. Pekerjaan Drainase
  - 3.1. Pekerjaan Drainase Samping
  - 3.2. Pekerjaan RCP
  - 3.3. Pekerjaan Box Culvert
  - 3.4. Pekerjaan Box Tunnel
  - 3.5. Pekerjaan Median Drainase
4. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat
  - 4.1. Lapis Pondasi Agregat Kelas B
5. Pekerjaan Perkerasan Beton
  - 5.1. Pekerjaan Lean Concrete
  - 5.2. Pekerjaan Fabrikasi Dowel & Tie Bar
  - 5.3. Pekerjaan Rigid Pavement
6. Pekerjaan Lain-Lain
  - 6.1. Pekerjaan Concrete Barrier
  - 6.2. Pekerjaan Marka Jalan



## **2.2 Struktur Pekerjaan Jalan**

### **2.2.1 Pekerjaan Persiapan**

#### **Persiapan Lokasi (Stripping Area)**

Setelah pekerjaan mobilisasi dan pengukuran selesai sesuai rencana, maka pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pembersihan dan pembongkaran. Melakukan pembersihan segala macam tumbuh-tumbuhan, pohon, sisa-sisa konstruksi sisa-sisa material dan juga membuang tanah asli yang tidak digunakan untuk konstruksi selanjutnya.

### **2.2.2 Pekerjaan Tanah**

#### **2.2.2.1 Pekerjaan Timbunan**

Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah atau batu yang memenuhi semua ketentuan di atas level timbunan biasadan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu yang tergantung dari maksud penggunaannya, seperti diperintahkan atau distujui oleh Direksi pekerjaan. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus, bila di uji sesuai dan memiliki CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan sampai 100% kepadatan kering maksimum. Pada pekerjaan timbunan, harus diperhatikan beberapa faktor yang sangat mempengaruhi pekerjaan, yaitu :

- **Kondisi Tanah Asli yang akan ditimbun**
  - Tanah asli yang kurang baik mutunya yang akan ditimbun untuk badan jalan, digali sampai kedalaman tertentu.
  - Sebelum pekerjaan timbunan tersebut dimulai pada tempat yang selesai dibersihkan, lubang-lubang yang ada akibat akar-akar pohon, bekas-

- bekas saluran dan sebagainya harus diisi dengan bahan pilihan
- Kemudian lakukanlah perataan pada permukaan tanah tersebut.
  - Padatkan tanah permukaan yang telah dibersihkan sesuai dengan ketentuan.
- **Bahan dan Jenis Tanah**

Timbunan tanah ini adalah bahan urugan yang disetujui oleh Direksi Teknik.
  - **Tinggi timbunan Talud**

Pekerjaan penimbunan dikerjakan setelah jalur patok-patok dipasang, yaitu dilereng, patok tikungan, patok penampang, patok pekerjaan jembatan/gorong-gorong dan sebagainya. Patok-patok tersebut dikerjakan / dipasang oleh tim pengukuran.

### **Timbunan Biasa**

Pekerjaan timbunan ini dikerjakankan dengan memuat timbunan pilihan ke dalam dump truk kemudian mengangkut tanah ke lokasi timbunan pilihan pada tempat yang telah ditentukan dan dihampar dengan menggunakan Motor Grader, Hampan material disiram dengan air memakai water tank (sebelum pelaksanaan pemadatan) kemudian dipadatkan dengan vibro roller. Selama pekerjaan ini para pekerja membantu merapikan tanah timbunan yang kurang rapi sehingga terlihat bagus. Timbunan biasanya ditempatkan setelah pasangan batu selesai dengan tujuan untuk memperlebar bahu jalan sehingga akan memperlebar jalan tersebut

## **Timbunan Pilihan**

Pekerjaan ini meliputi pembersihan dan pembongkaran areal lokasi borrow pit, penggalian, pemuatan, pengangkutan, penghambaran dan pemadatan material yang diperoleh dari borrow pit yang telah disetujui untuk melaksanakan timbunan pilihan dan bagian lain dari pekerjaan tersebut sebagaimana tercantum dalam gambar dan spesifikasi pekerjaan.

### **2.2.3.2 Pekerjaan Galian**

Galian harus dilaksanakan dengan sekecil mungkin akan terjadi gangguan terhadap bahan - bahan di bawah dan di luar batas galian yang ditentukan sebelumnya. Pekerjaan galian harus mencakup seluruh galian yang tidak Diklasifikasikan sebagai galian batu, galian struktur, galian sumber bahan (borrow excavation), galian perkerasan beraspal, galian perkerasan berbutir, dan galian perkerasan beton .

### **Galian tanah biasa**

Galian tanah biasa adalah pekerjaan galian dengan material hasil galian berupa tanah pada umumnya, yang dengan mudah dapat dilakukan dengan Excavator. Seluruh galian dikerjakan sesuai dengan garis-garis dan bidang-bidang yang ditunjukkan dalam gambar atau sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar kerja atau sesuai dengan yang diarahkan / ditunjukkan oleh Direksi. Galian tanah biasa dimaksudkan untuk daerah yang bahan hasil galiannya terdiri dari tanah, pasir dan kerikil.

## **Galian Batu.**

Galian batu termasuk semua batu-batuan padat dan keras di tempat yang tidak dapat disingkirkan dengan mudah baik dengan mempergunakan pacul, excavator biasa maupun Pick Hammer, kecuali dengan Excavator yang diperlengkapi dengan Breaker atau dengan Peledakan. Apabila menggunakan peledakan, maka Penyedia Jasa harus sudah memperhitungkan segala peralatan dan material yang diperlukan berikut perizinan dan penanganan peledakannya.

### **2.2.3.3 Pekerjaan Geotextile**

Geotextile (Geotekstil / Filter Fabrics) adalah salah satu bahan Geosynthetics (Geosintetik) yang tembus air, yang dapat digunakan / berfungsi sebagai separator, filter, proteksi, dan perkuatan tanah.

Pelaksanaan konstruksi jalan di atas lahan basah dengan perkuatan geotextile dapat menghindarkan terjadinya keruntuhan lokal pada tanah lunak karena rendahnya daya dukung tanah. Keuntungan pemasangan geotextile pada pelaksanaan jalan di atas tanah lunak adalah kecepatan dalam pelaksanaan dan biaya yang relatif lebih murah di bandingkan dengan metoda penimbunan konvensional

Geotextile dapat digunakan sebagai perkuatan timbunan tanah pada kasus:

- Timbunan tanah diatas tanah lunak
- Timbunan diatas pondasi tiang
- Timbunan diatas tanah yang rawan subsidence

## **2.2.3 Pekerjaan Drainase**

### **2.2.3.1 Box Culvert**

*Box Culvert* merupakan beton bertulang pra cetak ataupun cor ditempat yang berbentuk segi empat mempunyai spigot dan socket. Fungsi pada spigot dan socket adalah dimana *Box Culvert* kedap terhadap masuknya air tanah atau eksfiltrasi, yang akan tetap menyatu walaupun terjadi pergeseran tanah. Fungsi gorong – gorong ini sendiri adalah untuk masuknya atau lewatnya air dari satu sisi ke sisi lain dan juga selain untuk jalan air *Box Culvert* ada juga yang berfungsi sebagai jalan keluar masuknya kendaraan atau pejalan kaki. Pekerjaan *Box Culvert* ini mencakup pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting, pekerjaan pengecoran yang dibangun diatas suatu dasar yang telah disiapkan memenuhi garis, ketinggian dan dimensi sesuai gambar.

### **2.2.3.2 Reinforced Concrete Pipe**

Pipa beton bertulang (*Reinforced Concrete Pipe*) merupakan pipa yang memiliki bentuk lingkaran dengan material seperti semen, pasir, batu pecah dan split, dan juga memiliki tulangan ataupun pembesian didalamnya.

Fungsi dari RCP ini sama dengan Gorong – gorong beton lainnya yaitu sebagai jalan masuknya / lewatnya air yang dibangun diatas suatu dasar yang telah disiapkan memenuhi garis, ketinggian dan dimensi sesuai gambar.

### **2.2.3.3 Drainase Samping (Pasangan Batu Mortar)**

Pekerjaan ini menggunakan bahan semen, pasir dan air dicampur dan diaduk menjadi mortal dengan alat bantu batu dibersihkan dan dibasahi seluruh permukaannya sebelum dipasang, kemudian pekerjaan pasangan batu dilaksanakan sesuai dengan tempat yang telah direncanakan. Penyelesaian dan perapian dilakukan setelah pemasangan. Selama kegiatan pasangan batu dengan mortal pengontrolan kelurusan dan elevasi dilakukan dengan waterpass.

Pekerjaan ini mencakup pelapisan sisi atau dasar selokan dan saluran air dengan menggunakan pasangan batu dengan mortar yang dibangun diatas suatu dasar yang telah disiapkan memenuhi garis, ketinggian dan dimensi sesuai gambar.

### **2.2.4 Pekerjaan Jalan Desa (Box Tunnel)**

Pekerjaan Box Tunnel meliputi pembuatan jalan keluar masuk atau terowongan dengan panjang tertentu. Pada dasarnya Box Tunnel sama dengan Box Culvert hanya saja fungsinya berbeda, Box Tunnel sebagai jalan untuk kendaraan atau pejalan kaki. Untuk pekerjaan Box Tunnel dengan metode cor ditempat dilakukan pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting dan juga pekerjaan pengecoran yang dibangun diatas suatu dasar yang telah disiapkan memenuhi garis, ketinggian dan dimensi sesuai gambar.

### **2.2.5 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat**

Pelaksanaan pekerjaan ini menggunakan alat ( secara mekanik ) yaitu: Wheel Loader mencampur & memuat Agregat ke dalam Dump Truck di Quarry. Dump Truck mengangkut Agregat ke lokasi pekerjaan dan

dihampar dengan motor greder. Hambaran Agregat dipadatkan dengan Vibro Roller. Pekerjaan ini menggunakan material Lapis Pondasi agregat Kelas B. Selama pemadatan sekelompok pekerja akan merapikan hambaran dengan menggunakan alat bantu. LPA Kelas B digunakan untuk pelebaran badan jalan sesuai dengan rencana. Pekerjaan ini meliputi pengadaan, pengangkutan, penghamparan, dan pemadatan agregat bergradasi diatas permukaan yang telah disiapkan.

## **2.2.6 Pekerjaan Struktur Perkerasan**

### **2.2.6.1 Pekerjaan Lean Concrete**

Metoda ini menjelaskan pekerjaan secara umum tentang pekerjaan lantai kerja untuk elemen struktur Box Culvert, Box Traffic dan juga Perkerasan Beton

Lean concrete atau lantai kerja merupakan pekerjaan yang biasa dilakukan dalam konstruksi bangunan dengan lingkup dan kondisi lingkungan yang cukup kompleks. Ketebalan lantai kerja biasanya setebal 10 - 15 cm. Adapun fungsi dari pembuatan lantai kerja adalah sebagai berikut :

- Memudahkan pekerja berdiri di atas lahan datar, lahan menjadi tidak kotor dan becek
- Merupakan dudukan besi lapis bawah
- Menahan gaya angkat (up-lift force) tanah di bawahnya.

Mutu beton yang digunakan untuk lean concrete Kelas E atau sama dengan beton mutu  $f_c = 10$ .

### 2.2.6.2 Pekerjaan Dowel & Tie Bar

*Dowel bars* adalah merupakan sarana yang digunakan sebagai penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan (*Rigid Pavement*). Fungsi dari *Dowel* ini tiada lain merupakan penyalur beban pada sambungan. Dan pemasangannya dilakukan dengan separuh-dari-panjang-dowel-terikat (baca:*fix*), sementara separuh lainnya dilumasi, diberi plastik atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser (baca:*move*).

Lingkup pekerjaan ini adalah fabrikasi atau pemotongan Besi Ulir dengan ukuran yang telah disepakati dan juga pemasangan besi *Dowel* dan *Tie Bar* saat akan dirangkai dan waktu pengecoran Perkerasan Beton dilaksanakan.

### 2.2.6.3 Pekerjaan Perkerasan Beton (*Rigid Pavement*)

Perkerasan Kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan di mana sebagai lapisan atas digunakan pelat beton yang terletak di atas pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (*subgrade*).

Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*fly over*), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal. Jalan-jalan tersebut umumnya menggunakan beton sebagai bahan perkerasannya, namun untuk meningkatkan kenyamanan biasanya diatas permukaan perkerasan dilapisi hot mix.



Pada konstruksi perkerasan kaku, perkerasan tidak dibuat menerus sepanjang jalan seperti halnya yang dilakukan pada perkerasan lentur. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya pemuaian yang besar pada permukaan perkerasan sehingga dapat menyebabkan retaknya perkerasan, selain itu konstruksi ini juga dilakukan untuk mencegah terjadinya retak menerus pada perkerasan jika terjadi keretakan pada suatu titik pada perkerasan.

Salah satu cara yang digunakan untuk mencegah terjadinya hal diatas adalah dengan cara membuat konstruksi segmen pada perkerasan kaku dengan sistem joint untuk menghubungkan tiap segmentnya. Joint (sambungan) ini berfungsi untuk mendistribusikan atau menyalurkan beban yang diterima segment yang satu dengan yang lain, sehingga tidak ada pergeseran pada segmen akibat beban kendaraan.

### **2.3 Alat Berat yang Digunakan**

Beberapa peralatan yang digunakan pada proyek pembangunan jalan ini, mekanisme penggunaannya telah diuraikan sebelumnya pada bab ini, namun mesin-mesin peralatan kerja yang dipergunakan dilapangan diantaranya adalah :

- a) Peralatan transportasi yang dipakai dilokasi pembangunan jalan ini diantaranya :
  1. Dump truck adalah alat transportasi tanah, batu kerikil, batu pasir dan sebagainya. Berkembang sebagai alat perlengkapan.
  2. Flat bed trucks (truck dengan alat datar) Adalah alat transportasi tanah, batu kerikil, batu pasir dan sebagainya. Sebagai alat transportasi semen, baja, alat-alat beton setengah jadi, kayu, peralatan ringan, perkakas, peralatan dsb.

3. Pick up trucks (truck pick up) Alat transportasi bagian-bagian perkakas, bagian pengetesan peralatan dan bahanbahan ringan
- b) Peralatan pengangkut tanah (Earth moving equipment) yang digunakan diantaranya :
1. Wheel Loader digunakan untuk memuat agregat Kelas B ke dalam dump Truck di Base Camp
  2. Bulldozer untuk meratakan material timbunan pada proyek yang akan dikerjakan
  3. Motor grader (motor penggiling) Meratakan jalan, menggali sisi parit, merapikan pinggir jalan, membersihkan rumput-rumput liar dan sebagainya.
  4. Excavator untuk menggali dan memindahkan material/tanah.
- c) Peralatan pemadat/compation equipment yang digunakan diantaranya :
1. Static tandem roller (penggiling tandem statis) Menggiling aspal beton, tanah, kerikil dan sebagainya.
  2. Vibrating tandem roller (penggiling tandem penggetar) Pemadat tanah dan sebagainya.
  3. Hand stamper untuk memadatkan tanah dengan skala yang kecil dan dilakukan secara manual oleh tenaga kerja.
  4. Vibrator roller untuk memadatkan material yang ada di lapangan.
- d) Peralatan beton yang digunakan diantaranya :
1. Concrete mixer
  2. Concrete pump
  3. Concrete vibrator

- e) Light equipment  
Semua peralatan kecil lainnya seperti pompa air, pompa angin, perkakas pneumatic dan sebagainya yang berfungsi khusus dimasukkan pada kategori ini.

## 2.4 Rencana Anggaran Biaya

### a. Harga Satuan Dasar

Harga Satuan Dasar yang selanjutnya disingkat HSD adalah harga komponen dari mata pembayaran dalam satuan tertentu, misalnya: bahan (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, kg, ton, zak, dan lain-lain), peralatan (unit, jam, hari, dan lain-lain) dan upah tenaga kerja (jam, hari, bulan, dan lain-lain)

### b. Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan Rencana Anggaran Biaya, yaitu sebagai salah faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada perencanaan profil melintang (Cross Section) dan profil memanjang (Long Section).

### c. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan hasil yang diperoleh dari proses perhitungan dari masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk bahan, alat, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah tenaga kerja dan peralatan setelah terlebih dahulu menentukan asumsi-asumsi faktor-faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari seluruh hasil perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan ditambah dengan biaya umum dan laba akan menghasilkan harga satuan pekerjaan.

### d. Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya merupakan perkiraan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil pekerjaan dilapangan. Perkiraan biaya

tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan.

## 2.5 Penjadwalan

Penjadwalan ini sangat menentukan aktivitas-aktivitas pelaksanaan proyek untuk mulai, di tunda, dan di selesaikan dengan waktu menurut kebutuhan yang di perlukan. Dalam menyelesaikan suatu proyek konstruksi di usahakan mendapatkan waktu penyelesaian yang paling pendek dan biaya pelaksanaan proyek yang telah disusun seminimum mungkin. Sehingga dalam usaha memperpendek waktu penyelesaian harus benar-benar menilai dan melihat aktivitas-aktivitas pengerjaan proyek yang telah disusun dan di urutkan secara continue. Aktivitas proyek biasanya di susun dalam suatu diagram network (*Network Planning*). Di dalam diagram network ini terdapat beberapa lintasan dan diantaranya berupa lintasan kritis

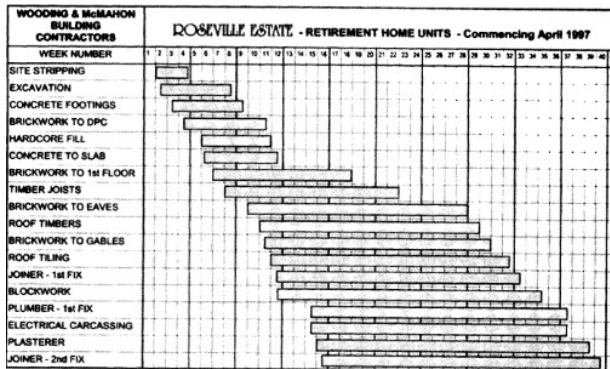
Yang perlu di perhatikan di sini bahwa dalam usaha untuk mempercepat pelaksanaan pelaksanaan suatu proyek, yang di diperpendek adalah waktu yang ada di lintasan kritis pada network planning tersebut.

Dan yang perlu diperhatikan bagi bahwa biaya pelaksanaan suatu proyek akan didapatkan penambahan biaya pada biaya langsung. Sedangkan biaya tidak langsung akan mengalami pengurangan sejalan dengan pendekatan waktu pelaksanaan. Untuk merencanakan dan menggambarkan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan proyek.

### 2.5.1 Bar Chart

Diagram *Bar Chart* menurut *Widiasanti (2013)*, adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. *Bar Chart* paling banyak digunakan dalam proyek konstruksi, karena *Bar Chart* memiliki penyusunan yang sederhana, mudah dalam pembuatannya dan mudah dimengerti oleh semua pihak proyek.

Adapun contoh bagan tersebut dapat dilihat dalam gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Contoh Bar Chart

Sumber : *Manajemen Konstruksi, Widiasanti (2013)*

Meskipun memiliki tingkat kemudahan dalam penyusunan, penggunaan *Bar Chart* juga memiliki keterbatasan, yaitu :

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan suatu kegiatan.
2. Sulit untuk melakukan perbaikan, karena pada umumnya harus membuat bagan balok baru.

3. Untuk proyek yang berukuran besar, dan lebih dari 100 kegiatan, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan.

### **2.5.2 Kurva “S”**

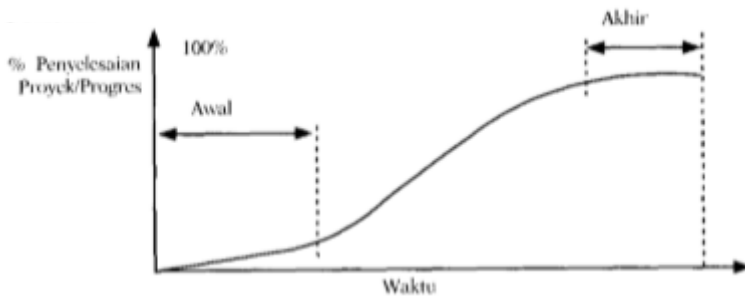
#### **a. Prinsip Umum Kurva S (Kurva Kemajuan)**

Kurva S secara grafis menyajikan beberapa ukuran kemajuan kumulatif pada suatu sumbu tegak terhadap waktu pada sumbu mendatar. Kemajuan itu dapat diukur menurut jumlah nilai uang yang telah dikeluarkan, survei kuantitas dari pekerjaan ditempat itu, jam kerja orang yang telah dijalani atau setiap ukuran lainnya yang memberikan suatu manfaat. Masing-masing hal ini dapat dinyatakan baik menurut pengertian satuan-satuan sebenarnya (rupiah, meter kubik, dan lain-lain) atau sebagai persentase dari jumlah kuantitas yang diperkirakan untuk diukur.

Pada sebagian besar proyek, pengeluaran dari sumber daya untuk setiap satuan waktu condong untuk memulainya dengan lambat, berkembang ke puncak dan kemudian berkurang secara berangsur-angsur bila telah mendekati pada ujung akhir. Hal ini menyebabkan kemiringan dari kurva kumulatif itu dimulai dengan agak landai pada awal, meningkat curam di bagian tengahnya dan kemudian mendatar bila telah dekat dengan puncaknya (akhir).

#### **b. Perencanaan dan Pelaporan Kemajuan**

Segera setelah proyek itu berlangsung, maka kemajuan yang sebenarnya dapat digambarkan dan dibandingkan dengan apa yang direncanakan didasarkan pada kemiringan kurva kemajuan yang sebenarnya. Proyeksi, sebaiknya tidak dibuat tanpa memiliki pengertian yang baik mengenai sebab dari deviasi, bilamana ada, dari kemajuan yang direncanakan.



Gambar 2.2 Contoh Kurva S

Sumber : Manajemen Konstruksi, Widiasanti (2013)

### 2.5.3 Network Planning

Penjadwalan adalah proses menyusun jadwal kegiatan-kegiatan suatu proyek (Wulfram I. Ervianto, 2002). Penjadwalan berfungsi sebagai pedoman dalam melaksanakan kegiatan konstruksi, seperti waktu mulai suatu kegiatan, waktu berakhirnya kegiatan, serta berfungsi sebagai pengontrol pelaksanaan suatu proyek apakah proyek tersebut berjalan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan atau tidak. Faktor-faktor penting yang dapat mempengaruhi penjadwalan adalah sumber daya, waktu, dan biaya.

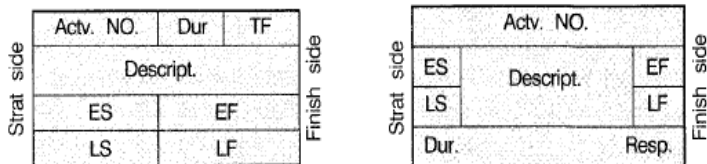
Pada AOA, kegiatan ditampilkan dengan anak panah, sedangkan AON dan PDM menggunakan node. Anak panah menunjukkan hubungan logis antara kegiatan.

Pada AOA bentuk node adalah lingkaran, sementara pada AON dan PDM bentuk node adalah persegi panjang

1. Ukuran node pada AON dan PDM lebih besar dari node AOA karena berisi lebih banyak keterangan
2. Metode perhitungan AOA dan PDM sedikit berbeda.

Dalam PDM, aktivitas atau kegiatan ditunjukkan dengan node yang berbentuk kotak dan berukuran besar. Didalam node tersebut biasanya diisi hal-hal sebagai berikut:

1. Durasi
2. Nomor kegiatan atau aktivitas
3. Deskripsi aktivitas
4. ES, EF, LS, LF
5. Float yang terjadi



Gambar 2.5 Denah Node PDM

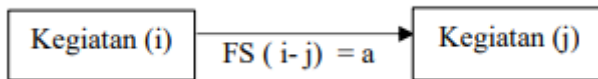
(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com))

Pada metode PDM ini menggunakan empat hubungan logis diantara aktivitas-aktivitasnya. Metode PDM dapat juga menggunakan konsep lag (jarak hari) antar kegiatan untuk lebih memudahkan dalam penjadwalan. Keempat hubungan logis antara lain.



a. Finish to Start (FS)

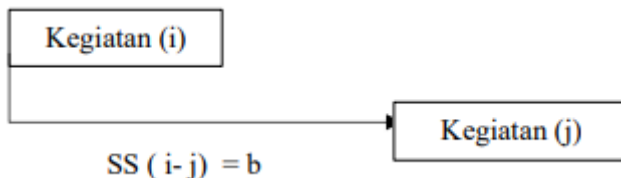
Hubungan finish to start merupakan hubungan yang paling sering digunakan dalam PDM. Pada hubungan finish to start ini suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai. Dirumuskan sebagai  $FS (i-j) = a$  yang berarti kegiatan (j) mulai a hari , setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai



Contoh : Pengecoran Kolom (j) dapat dimulai setelah pemasangan semua bekisting (i) kolom selesai.

b. Start to Start (SS)

Hubungan Start to start digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua aktivitas yang dimulai bersamaan. Dirumuskan  $SS (i - j) = b$  yang berarti suatu kegiatan (j) dimulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Hubungan ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 persen, maka kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai.

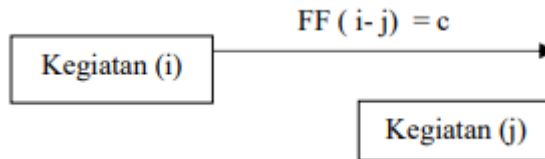


Contoh : Pekerjaan bekisting balok (j) dapat dimulai bersamaan dengan pekerjaan pembesian balok (i).

Hubungan SS tanpa lag ( $\text{lag} = 0$ ) terjadi bila kedua aktivitas tersebut tidak memiliki hubungan langsung.

c. Finish to Finish (FF)

Hubungan finish to finish ini sama halnya dengan hubungan start to start, hubungan ini digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas. Atau  $\text{FF} (i-j) = c$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah  $c$  hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Hubungan semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100%, sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian ( $=c$ ) hari selesai. Besar angka  $c$  tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j).

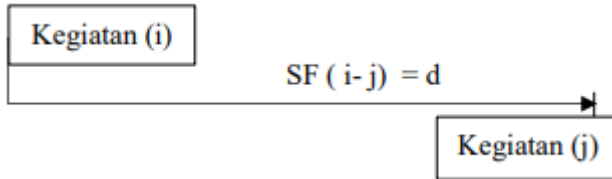


Contoh: Pekerjaan bekisting pelat telah selesai (j) selesai bersamaan dengan pembesian pelat (i).

d. Start to Finish (SF)

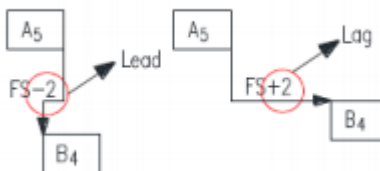
Hubungan start to finish ini menjelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan  $\text{SF} (i-j) = d$  yang berarti suatu kegiatan (j) selesai  $d$  hari setelah kegiatan (i) terdahulu mulai, contohnya seperti: pekerjaan lantai kayu dapat dipasang sebelum, sesudah atau bersamaan dengan pemasangan carpet disemua tempat kecuali dikantor

direktur, dimana lantai kayu panel sudah harus terpasang baru diikuti dengan pemasangan karpet.



e. Lag and Lead Time

Sebuah lag dan lead menandakan bahwa harus ada waktu tunggu antara aktivitas-aktivitas yang ada. Atau bisa disebut sebagai waktu minimum yang harus dilalui antar aktivitas. Saat aktivitas pertama masih berjalan dan aktivitas kedua sudah dapat dimulai, ini disebut lead time. Lead Time adalah tumpang tindih antara aktivitas pertama dan kedua. Sedangkan ketika aktivitas pertama sudah selesai, namun ada penundaan atau masa tunggu sebelum aktivitas kedua dimulai, maka hal ini disebut sebagai lag time. Lag Time adalah penundaan antara aktivitas pertama dan kedua.



Gambar 2 8 Lag and Lead Time  
(Sumber: [www.google.com](http://www.google.com))

f. Perhitungan Maju PDM

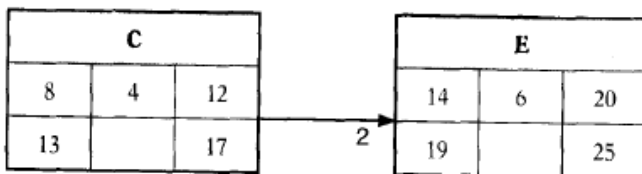
Tujuan dari perhitungan maju PDM adalah untuk menentukan waktu mulai paling awal/*Early Start* (ES) yang terjadi. Ketentuan dalam perhitungan maju adalah sebagai berikut.

1. Angka terkecil yang dapat terjadi pada ES adalah nol. Jadi, aktivitas pertama yang dibuat ES-nya adalah nol.
2. Aktivitas EF adalah aktivitas ES dijumlahkan dengan durasinya  $EF = ES + D$
3. Nilai ES pada kegiatan berikutnya didapatkan dengan menambahkan lag pada anak panah dengan nilai EF pada kegiatan sebelumnya sesuai dengan hubungan logis di antara kegiatan tersebut.

Aktivitas		
ES	D	EF
LS	TF	LF

Gambar 2.11 Aktivitas

(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com))



Gambar 2.14 Perhitungan Maju PDM

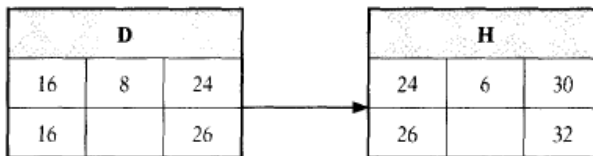
(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com))

## g. Perhitungan Mundur PDM

Perhitungan mundur dengan menghitung durasi dari kanan ke kiri diagram. Pada saat melakukan perhitungan mundur, kotak LS (*Late Start*) dan LF (*Late Finish*) akan terisi.

Langkah perhitungan mundur adalah sebagai berikut.

1. Nilai terbesar yang mungkin terjadi untuk LS atau LF adalah nilai durasi proyek
2. Nilai LS adalah LF dikurangi durasi kegiatan
3. Nilai LF pada kegiatan sebelum didapat dari nilai LS dikurangi lag pada anak panah pada kegiatan sesudah.



Gambar 2.17 Perhitungan Mundur PDM

(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com))

## 2.5.4 Microsoft Office Project

Menurut *Nurhayati, 2014 Microsoft Project* adalah suatu paket program sistem perencanaan suatu proyek. Dengan menggunakan program ini, kita dapat memperkirakan kapan sebuah proyek akan dapat diselesaikan apabila pekerjaan dimulai pada waktu dan tanggal yang telah ditentukan. Jika proyek yang dikerjakan adalah proyek besar, maka dengan menggunakan *software* ini mampu menghubungkan antara satu subproyek dengan subproyek yang lain yang saling berkaitan, kemudian mengelola keseluruhan proyek dalam satu file proyek.

*Microsoft Project* juga mampu membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap penggunaan sumber daya, baik yang berupa sumber daya manusia maupun sumber daya peralatan. Pada *Microsoft Project* dicatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor pekerjaan, jam waktu kerja, jam lembur pegawai, kalkulasi biaya bagi tenaga kerja, biaya tetap, biaya total proyek, serta membantu mengontrol penggunaan tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja).

### **2.5.5 Lintasan Kritis**

Lintasan kritis dalam sebuah Network Diagram adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan – kegiatan kritis, peristiwa – peristiwa dan Dummy. Dummy hanya dalam lintasan kritis bila diperlukan lintasan kritis ini dimulai dari sebuah peristiwa awal Network Diagram. Mungkin saja terdapat lebih dari sebuah lintasan kritis, dan bahkan mungkin saja semua lintasan yang ada dalam Network Diagram kritis semua. Tujuan mengenai lintasan kritis adalah untuk mengetahui dengan cepat kegiatan – kegiatan terhadap keterlambatan pelaksanaan sehingga setiap saat dapat ditentukan tingkat

### **2.6 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi**

Suatu proyek selalu berkomitmen terhadap kesehatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L) dan berupaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi dan atau bebas dari kecelakaan kerja serta penyakit akibat kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi bagi pekerja dan perusahaan, tetapi juga dapat mengganggu proses produksi secara

menyeluruh, merusak lingkungan yang pada akhirnya akan berdampak pada masyarakat luas.

Kecelakaan kerja dapat terjadi bila bahaya yang timbul tidak dapat diantisipasi karena kegagalan Sistem Pertahanan Keselamatan Kerja (SPKK). Dengan demikian, hal utama untuk mencegah kecelakaan kerja di konstruksi harus dimulai dengan membentuk SPKK yang baik, salah satunya dengan menerapkan sistem manajemen K3 (SMK3). Penerapan SMK3 meliputi metode kerja dan fasilitas yang mendukung pekerjaan tersebut. Sistem manajemen K3 pada dasarnya mencari dan mengungkapkan kelemahan operasional yang memungkinkan terjadinya kecelakaan. Berikut ini prinsip – prinsip kerja sesuai ketentuan K3 di lingkungan proyek.

#### A. Kelengkapan Administrasi K3

Setiap pelaksanaan pekerjaan konstruksi wajib memenuhi kelengkapan administrasi K3, meliputi :

1. Pendaftaran proyek ke departemen tenaga kerja setempat.
2. Pendaftaran dan pembayaran asuransi tenaga kerja.
3. Pendaftaran dan pembayaran asuransi lainnya.
4. Ijin dari kantor kimpraswil tentang penggunaan jalan atau jembatan yang menuju lokasi untuk lalu lintas alat berat.
5. Keterangan layak pakai untuk alat berat maupun ringan dari instansi yang berwenang memberikan rekomendasi.
6. Pemberitahuan kepada pemerintah atau lingkungan setempat.

#### B. Penyusunan *Safety Plan*

*Safety plan* adalah rencana pelaksanaan K3 untuk proyek yang bertujuan agar dalam pelaksanaan nantinya proyek akan aman dari kecelakaan dan bahaya penyakit sehingga

menghasilkan produktivitas kerja yang tinggi. *Safety plan* berisi :



*Gambar 2 Papan Peringatan Penggunaan APD*

1. Gambaran proyek dan pokok perhatian untuk kegiatan K3.
  2. Risiko kecelakaan dan pencegahannya
  3. Tata cara pengoperasian peralatan
  4. Alamat instansi terkait : Rumah sakit, Polisi, Depnaker, Dinas Pemadam Kebakaran.
- C. Pelaksanaan Kegiatan K3 di lapangan
1. Pelaksanaan Kegiatan K3, meliputi :
    - Kegiatan K3 di lapangan berupa pelaksanaan safety plan, melalui kerja sama dengan instansi yang terkait K3, yaitu depnaker, polisi dan rumah sakit
  2. Pengawasan pelaksanaan K3, meliputi kegiatan :
    - Safety patrol, yaitu suatu tim K3 yang terdiri dari 2 atau 3 orang yang melaksanakan patroli untuk mencatat hal – hal yang tidak sesuai ketentuan K3 dan yang memiliki risiko kecelakaan.
  3. Safety supervisor adalah petugas yang ditunjuk manajer proyek untuk mengadakan pengawasan terhadap pelaksanaan pekerjaan dilihat dari segi K3.



4. Safety morning talk, yaitu rapat atau pembelajaran dalam proyek yang membahas hasil laporan safety patrol maupun safety supervisor agar disampaikan kepada para pekerja mengenai safety plan.
5. Pelaporan dan penanganan kecelakaan terdiri dari :
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan ringan.
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan berat.
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan dengan korban meninggal.
  - Pelaporan dan penanganan kecelakaan peralatan berat.

#### D. Pelatihan program K3

Pelatihan program K3 terdiri atas 2 bagian yaitu :

1. Pelatihan secara umum, dengan materi pelatihan tentang panduan K3 di proyek seperti :
  - Pedoman praktis pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek bangunan gedung
  - Penanganan, penyimpanan dan pemeliharaan material.
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan sipil.
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan bekisting.
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pembesian.
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan struktur khusus.
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pembetonan.
  - Keselamatan dan kesehatan kerja dalam pekerjaan pembongkaran.
2. Pelatihan khusus proyek, yang diberikan pada saat awal proyek dan di tengah periode pelaksanaan proyek sebagai penyegaran, dengan peserta seluruh petugas

yang terkait dalam pengawasan proyek, dengan materi tentang pengetahuan umum tentang K3 atau *safety plan* proyek yang bersangkutan.

E. Perlengkapan dan Peralatan K3

Perlengkapan dan peralatan penunjang program K3, meliputi :

1. Promosi program K3, yang terdiri dari :
  - Pemasangan bendera K3, bendera perusahaan.
  - Pemasangan *sign board* K3 yang berisi antara lain slogan – slogan yang mengingatkan perlunya bekerja dengan selamat.



*Gambar 2.23 Safety Morning Pada Proyek*

2. Sarana peralatan yang melekat pada orang atau disebut perlengkapan perlindungan diri atau APD. Alat pelindung diri ini sebagai pelindung diri agar tidak mengalami cedera akibat kerja. Dalam pekerjaan konstruksi, APD yang harus digunakan adalah sebagai berikut.

a. *Safety Helmet*.

Berfungsi untuk melindungi kepala dari benturan benda yang mungkin jatuh dari atas dan kualitas *safety helmet* harus diperhatikan.



*Gambar 2.26 Helm Proyek*

b. *Safety Shoes*

Berfungsi untuk melindungi kaki dari kecelakaan akibat kerja seperti terkena benda tajam, tertusuk, tertimpa benda berat, tersiram cairan kimia, terkena benda panas, dan sebagainya.



*Gambar 2.29 Safety Shoes*

c. Rompi Proyek

Berfungsi sebagai penanda bahwa ada orang yang sedang berlalu lalang di lokasi tersebut sehingga *tower crane* yang sedang bekerja harus berhati-hati dalam melakukan pengangkatan dan peletakan material. Rompi proyek ini juga didesain untuk menyala dalam gelap.



*Gambar 2.32 Rompi Safety*

d. Sarung Tangan

Berfungsi untuk melindungi tangan ketika bekerja di tempat yang bisa menyebabkan cedera pada tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan disesuaikan dengan pekerjaan yang akan dilakukan.



*Gambar 2.35 Sarung Tangan Safety*

e. *Safety Belt*

Berfungsi untuk melindungi diri para pekerja saat sedang bekerja di atas ketinggian bangunan.

f. Masker (Respirator)

Berfungsi untuk menyaring hawa yang dihirup saat bekerja ditempat yang kualitas hawanya masuk kategori jelek seperti mengandung debu dan gas beracun.



*Gambar 2.38 Safety Mask*

- g. Kacamata Pengaman  
Berfungsi untuk melindungi mata saat bekerja.  
Biasanya digunakan saat pekerjaan pengelasan.



© BROWNA.COM

*Gambar 2.41 Kacamata Safety*

- h. Penutup Telinga  
Berfungsi untuk melindungi telinga ketika bekerja  
ditempat yang bising.
- i. Pelindung Muka  
Berfungsi untuk melindungi area muka dari  
percikan benda asing saat bekerja.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Uraian Metodologi**

Uraian metodologi untuk pembahasan tugas akhir terapan pada proyek pembangunan jalan tol Pandaan – Malang adalah sebagai berikut:

#### **1. Perumusan Masalah**

Mengetahui permasalahan yang akan dibahas, dengan cara memahami cara menghitung rencana anggaran biaya dan waktu pelaksanaan dengan metode yang digunakan untuk proyek Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi 3B STA 25+000 s/d STA 31+000

#### **2. Studi Literatur**

Mempelajari lebih dalam tentang hal-hal yang diperlukan untuk melakukan proses analisa pada proyek akhir yang sudah ditentukan. Agar, landasan berpikir pada proses pengkajian proyek akhir ini dapat dilakukan secara sistematis, dan terstruktur, serta hasil yang di dapat dipertanggung jawabkan validitasnya.

#### **3. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data sangat dibutuhkan seperti data perencanaan, gambar perencanaan dll serta dilanjutkan dengan data hasil *survey* di lapangan. Pengumpulan data tugas akhir terapan antara lain:

- Analisa Harga Satuan
- Gambar kerja
- *Bill of Quantity* (BoQ)
- Kurva S
- Spesifikasi teknis.

#### **4. Penyusunan Item Pekerjaan**

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui batasan-batasan pekerjaan yang akan dibahas pada tugas akhir terapan yang nantinya akan diperhitungkan biaya dan waktunya.

#### **5. Perhitungan Volume Pekerjaan**

Menghitung volume pekerjaan dapat dilakukan melalui gambar perencanaan. Setelah diketahui volume tiap pekerjaan selanjutnya dianalisa perhitungan waktu dan biayanya. Pengukuran kuantitas volume konstruksi merupakan suatu proses pengukuran atau perhitungan terhadap kuantitas item-item pekerjaan di lapangan berdasarkan pada gambar aktualisasi pekerjaan di lapangan.

#### **6. Penentuan Metode Pelaksanaan dan Alat Berat**

Metode pelaksanaan merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan yang diperoleh dari penyusunan jenis pekerjaan. Dari pembahasan ini juga bisa mengetahui kegiatan mana yang harus dikerjakan secara bersama-sama berdasarkan pada pustakan dan data proyek.

#### **7. Perhitungan Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas pekerjaan adalah perhitungan jumlah durasi masing – masing item atau jenis pekerjaan dengan mengkombinasikan antara pekerja dan alat dengan tujuan mendapatkan durasi. Produktivitas suatu pekerjaan merupakan factor yang mempengaruhi kelancaran penyelesaian sebuah proyek konstruksi.

## **8. Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Perhitungan rencana anggaran biaya diperoleh dari perhitungan volume gambar teknis atau gambar perencanaan dan berdasarkan harga satuan dasar atau harga asumsi secara teliti yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek. Untuk mempermudah dalam mendapatkan biaya proyek, maka perlu dilakukan penjabaran jenis pekerjaan dari proyek pembangunan jalan ini.

## **9. Penjadwalan Menggunakan MS. Project 2016**

Penjadwalan menggunakan *MS. Project 2016* berfungsi untuk mengetahui lintasan kritis suatu proyek. Lintasan kritis menunjukkan bahwa pekerjaan atau kegiatan yang berada pada jalur tersebut tidak boleh terlambat saat memulainya dan saat penyelesaian akhir. Perlu penyusunan bertahap untuk memperoleh hasil Penjadwalan yang maksimal, sehingga dapat meminimaslisir jalur lintasan kritis pada item – item pekerjaan proyek. Metode pelaksanaan penjadwalan ini akan dijabarkan pada bab 6 tentang apa saja yang dibutuhkan untuk penyusunan penjadwalan sampai didapatkan waktu total kebutuhan untuk penyelesaian proyek.

## **10. Penyusunan Kurva S**

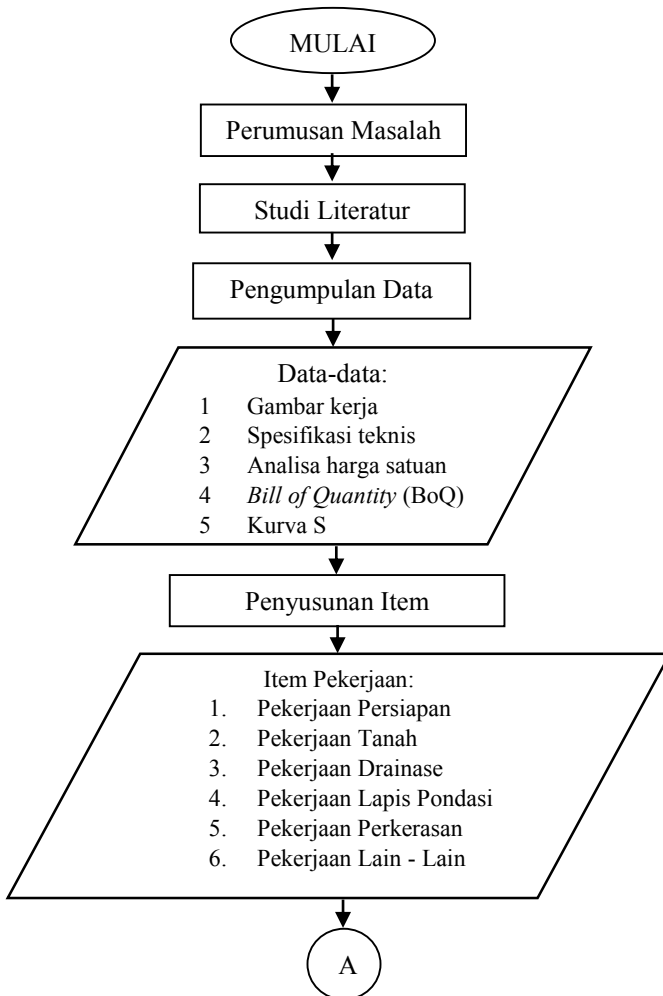
Setelah perhitungan anggaran biaya dan penyusunan penjadwalan, maka dapat menghitung dan menyusun Kurva S. untuk mendapatkan hasil kurva S yang baik, perlu diperhatikan penjadwalan material atau bahan, tenaga kerja dan peralatan yang digunakan dalam proyek tersebut. Kurva S harus dikerjakan sebaik mungkin, agar bisa menentukan waktu penyelesaian proyek, menentukan besarnya biaya pelaksanaan proyek dan menentukan waktu kebutuhan material dan alat yang digunakan.

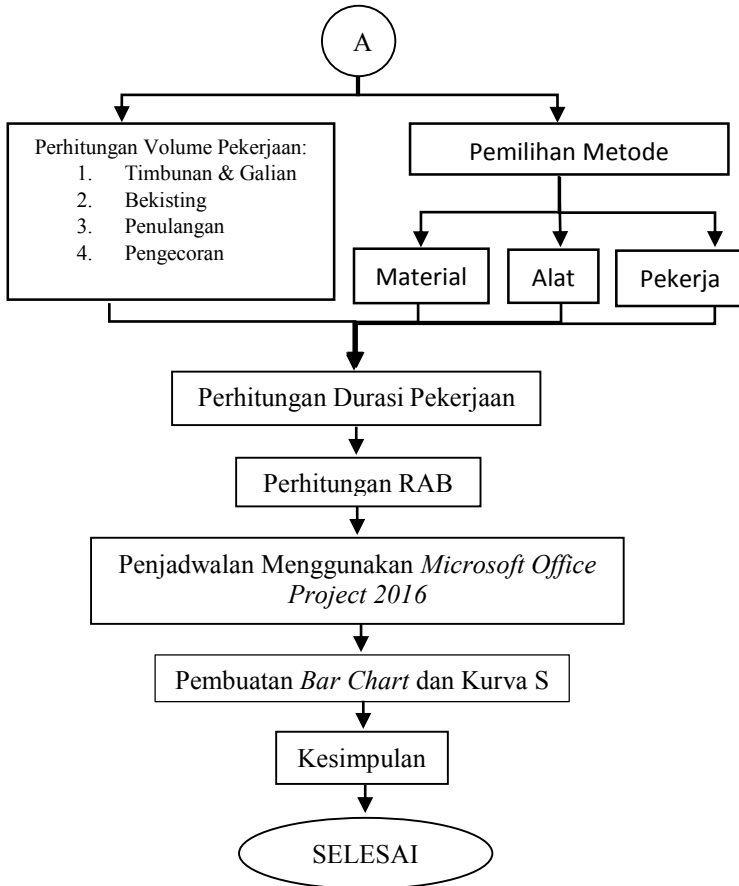


## **11. Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat adalah penyelesaian tentang rumusan masalah yang ditetapkan yaitu berupa estimasi biaya dan waktu serta metode yang digunakan dalam pelaksanaan proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi 3B.

### 3.2 *Flow Chart*





## **BAB IV**

### **METODOLOGI PELAKSANAAN**

- 4.1 Item Pekerjaan**
1. Pekerjaan Persiapan
    - 1.1. Stripping Area
  2. Pekerjaan Tanah
    - 2.1. Pekerjaan Timbunan
    - 2.2. Pekerjaan Pemasangan Geotextile
    - 2.3. Pekerjaan Galian
  3. Pekerjaan Drainase
    - 3.1. Pekerjaan Drainase Samping
    - 3.2. Pekerjaan RCP
      - 3.2.1. Pembesian RCP
      - 3.2.2. Bekisting RCP
      - 3.2.3. Pengecoran RCP
      - 3.2.4. Pemasangan RCP Precast
    - 3.3. Pekerjaan *Box Culvert*
      - 3.3.1. Pembesian *Box Culvert*
      - 3.3.2. Bekisting *Box Culvert*
      - 3.3.3. Pengecoran *Box Culvert*
    - 3.4. Pekerjaan *Box Tunnel*
      - 3.4.1. Pembesian *Box Tunnel*
      - 3.4.2. Bekisting *Box Tunnel*
      - 3.4.3. Pengecoran *Box Tunnel*
    - 3.5. Pekerjaan Median Drainase
  4. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat
    - 4.1. Lapis Pondasi Agregat Kelas B
  5. Pekerjaan Perkerasan Beton
    - 5.1. Pekerjaan Lean Concrete
    - 5.2. Pekerjaan Fabrikasi Dowel & Tie Bar
    - 5.3. Pekerjaan Rigid Pavement
  6. Pekerjaan Lain-Lain
    - 6.1. Pekerjaan Concrete Barrier
    - 6.2. Pekerjaan Marka Jalan

## **4.2 Perhitungan Pekerjaan**

### **4.2.1 Pekerjaan Persiapan**

#### **4.2.1.1 Stripping Area**

1. Pekerjaan dilakukan dengan cara Mekanis.
2. Semua objek yang berada di atas muka tanah dan semua pohon, tonggak, kayu lapuk, tunggul, akar, serpihan tumbuhan lainnya, sampah dan rintangan-rintangan lainnya yang muncul, yang tidak diperuntukkan berada di lokasi, akan dibersihkan dan/atau dibongkar dengan menggunakan Bulldozer
3. Pembuangan lapisan tanah permukaan hanya mencakup lapisan tanah yang subur bagi tumbuhnya tumbuhan dan maksimal tebal 20 cm.
4. Hasil bongkaran diangkut ke Dump Truck menggunakan Excavator.
5. Setelah Excavator selesai memuat lalu Dump Truck membuang hasil bongkaran menuju Disposal Area

Pekerjaan Stripping Area dengan metode pelaksanaan pada Jalan Tol Gempol – Pasuran Seksi 3B STA 25+000 – STA 31+000 ini memiliki panjang total area yang harus di bongkar sebesar 6000 m, dengan lebar total 60 m dan ketebalan stripping 0,3 m.

#### **Perhitungan Volume Stripping Area**

Volume pekerjaan Stripping Area dihitung berdasarkan luas penampang Stripping Area, yaitu panjang total pekerjaan dikalikan dengan lebar total pekerjaan dikalikan dengan tebal Stripping Area yaitu 30 cm, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Volume = Panjang \times Lebar \times Tinggi \quad (4.1)$$

Dimana :

$v$  = Volume galian Stripping Area ( $m^3$ )

$p$  = Panjang total galian (m)

$l$  = Lebar galian (m)

$t$  = Tebal / dalam galian (m)

### Alat Yang Digunakan

Pekerjaan Stripping Area ini menggunakan kombinasi alat *Bulldozer*, *Excavator* dan *Dump Truck*. Spesifikasi alat berat yang digunakan sebagai berikut:



*Gambar 4.1 Excavator*

(Sumber: [www.google.com](http://www.google.com))

*Tabel 4.1 Spesifikasi Excavator*

Excavator		
Uraian	Symbol	Koef.
Kapasitas Bucket	$v$	$0,7 m^3$
Faktor Bucket	Fb	1
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Cycle Time:		
Waktu Gali	T1	15 Detik
Waktu Putar	T2	6 Detik
Waktu Muat	T3	6 Detik



*Gambar 4.2 Bulldozer  
(Sumber: www.google.com)*

*Tabel 4.2 Spesifikasi Bulldozer*

Bulldozer		
Uraian	Symbol	Koef.
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Lebar Blade	L	3,66 m
Tinggi Blade	H	1,27 m
Faktor Blade	Fb	0,7
Kapistas Blade	v	4,16 m <sup>3</sup>
Cycle Time:		
Kec. Maju	V1	4 Km/Jam
Kec. Mundur	V2	8 Km/Jam
Waktu Lain - Lain	T3	0,1 Menit



*Gambar 4.3 Dump Truck*

*(Sumber: www.google.com)*

*Tabel 4.3 Spesifikasi Dump Truck*

Dump Truck		
Uraian	Symbol	Koef.
Kapasitas Bak	v	12 m <sup>3</sup>
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Kec. Bermuatan	V1	20 Km/Jam
Kec. Kosong	V2	30 Km/Jam
Cycle Time:		
Waktu Tempuh Isi	T1	10 Menit
Waktu Tempuh Kosong	T2	15 Menit
Waktu Lain - Lain	T3	1 Menit

## **Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan Stripping Area :



## 1. Bulldozer

Pembersihan atau penggusuran tanah, bangunan, pohon atau apapun yang tidak dibutuhkan dilakukan dengan Bulldozer, Kapasitas Produksi/Jam :

$$Q \text{ Bull} = \frac{q \times Fb \times Fa \times Fm \times 60}{T_s} \quad (4.2)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q Bull = Kapasitas untuk pengupasan, m<sup>2</sup> / Jam

q = Kapasitas pisau  $q = L \times H^2$ , m<sup>3</sup>,  
(Lebar pisau, L; Tinggi pisau, H)

Fb = Faktor pisau (*Blade*) (Tabel 4.5)

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

Fm = Faktor kemiringan pisau (*grade*), (Diambil 1)

T1 = Waktu gusur =  $(l \times 60) : V_f$ ; menit

T2 = Waktu kembali =  $(l \times 60) : V_r$ ; menit

T3 = Waktu lain-lain; menit

Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3); menit

Vf = Kecepatan mengupas; km/jam

Vr = Kecepatan mundur; km/jam

Tabel 4.4 Faktor Efisiensi Alat

Kondisi kerja	Efisiensi kerja
Baik	0,83
Sedang	0,75
Kurang baik	0,67
Buruk	0,58

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Tabel 4.5 Faktor Pisau Bulldozer

Kondisi kerja	Kondisi permukaan	Faktor pisau
Mudah	Tidak keras/padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan	1,10 – 0,90
Sedang	Tidak terlalu keras/padat, sedikit mengandung pasir, kerikil, agregat halus	0,90 – 0,70
Agak sulit	Kadar air agak tinggi, mengandung tanah liat, berpasir, kering/keras	0,70 – 0,60
Sulit	Batu hasil ledakan, batu belah ukuran besar	0,60 – 0,40

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

## 2. Excavator

Hasil dari gusuran atau pembongkaran yang telah dilakukan dengan Bulldozer, maka selanjutnya adalah memuat material tersebut kedalam Dump Truck menggunakan Excavator, Kapasitas Produksi/Jam :

$$Q \text{ Exca} = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \quad (4.3)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q Exca = Kapasitas untuk Excavator, m<sup>3</sup> / Jam

V = Kapasitas *bucket*; m<sup>3</sup>

Fb = Faktor bucket (Tabel 4.6)

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

Fv = Faktor konversi galian (Tabel 4.7)

T1 = Waktu gali; menit

T2 = Waktu putar; menit

T3 = Waktu muat; menit

- T4 = Waktu lain – lain; menit (Maks: 0,1 menit)  
 Ts = Waktu siklus, (T1+T2+T3+T4); menit

Tabel 4.6 Faktor Bucket Excavator

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket (Fb)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 -- 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
Sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Tabel 4.7 Faktor Konversi Galian

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan ( <i>dumping</i> )			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Tabel 4.8 Waktu Gali (Detik)

Kondisi / Kedalaman Gali	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
0 - 2 m	6	9	15	26
2 - 4 m	7	11	17	28
4 - Lebih	8	13	19	30

(Sumber: Rochmanhadi (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat – Alat Berat)

Tabel 4.9 Waktu Putar (Detik)

Sudut Putar	Waktu Putar
45° - 90°	4 - 7
90° - 180°	5 - 8

(Sumber: Rochmanhadi (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat – Alat Berat)

### 3. Dump Truck

Hasil dari gusuran yang akan dibuang diangkut oleh Dump Truck menuju Disposal Area, Kapasitas Produksi/Jam :

$$Q DT = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \quad (4.4)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q DT = Kapasitas untuk Dump Truck, m<sup>3</sup> / Jam

V = Kapasitas bak; Ton

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

Fk = Faktor pengembangan bahan

D = Berat isi material (lepas, gembur); Ton/ m<sup>3</sup>

v1 = Kecepatan rata – rata bermuatan; Km/Jam  
(Tabel 4.10)

v2 = Kecepatan rata – rata kosong; Km/Jam

T1 = Waktu muat; menit

$$= \frac{V \times 60}{D \times QExca}$$

T2 = Waktu tempuh isi; menit

$$= \frac{L \times 60}{v1}$$

- $T_3 = \text{Waktu tempuh kosong; menit}$   
 $= \frac{L \times 60}{v_1}$   
 $T_4 = \text{Waktu lain – lain; menit}$   
 $T_s = \text{Waktu siklus } (T_1+T_2+T_3+T_4); \text{ menit}$

*Tabel 4.10 Kecepatan Dump Truck*

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan <sup>1)</sup> , v, km/h
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

*(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)*

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari Bulldozer, Excavator dan Dump Truck, maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Bulldozer  $= \frac{1}{QBull}$
  2. Excavator  $= \frac{1}{QExca}$
  3. Dump Truck  $= \frac{1}{QDT}$
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

## Perhitungan Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi *Bulldozer* untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Stripping Area dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \quad (4.5)$$

## Perhitungan Biaya Pekerjaan

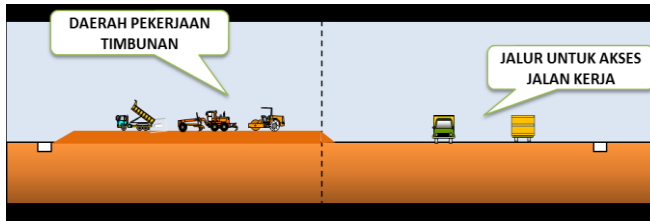
Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

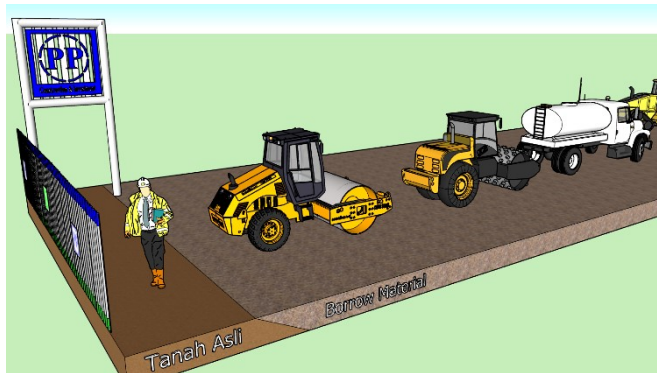
### 4.2.2 Pekerjaan Tanah

#### 4.2.2.1 Pekerjaan Timbunan

1. Pada saat lahan yang telah digali siap ditimbun, dilakukan pematangan material timbunan langsung dari quarry. Material timbunan dibawa ke lokasi proyek dengan menggunakan dump truck.
2. Penghamparan material timbunan dilakukan per layer dengan tebal loose satu layernya adalah 25 cm dan tebal padat 20 cm. Penghamparan material timbunan pilihan dilakukan dengan menggunakan motor grader.
3. Tahap selanjutnya yaitu dilakukan pemadatan tanah timbunan. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan alat sheepfoot dan vibratory roller yang dilakukan per layer. Selama proses pemadatan juga dilakukan penyiraman air dengan menggunakan water tank truck untuk menjaga kadar air optimum.



*Gambar 4.5 Ilustrasi Metode Kerja Di Lapangan*



*Gambar 4.4 Pemadatan Tanah Timbunan*

4. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller, dimulai dari bagian tepi berjalan kedepan sejauh 50 m dilanjutkan ke bagian tengah begitu seterusnya. Pemadatan dilakukan berulang jika dimungkinkan untuk mendapat hasil yang maksimal. Timbunan dipadatkan mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa yang sama.

Pekerjaan Timbunan Tanah (Borrow Material) dengan metode pelaksanaan pada Jalan Tol Gempol – Pasuran Seksi 3B STA 25+000 – STA 31+000 ketebalan timbunan per layer adalah 0,2 m. Ditimbun sampai dengan ketinggian yang direncanakan.

### Perhitungan Volume Timbunan Tanah

Volume pekerjaan Timbunan Tanah dihitung berdasarkan luas penampang Timbunan, luas penampang dapat diketahui dengan bantuan *Autocad* lalu dikalikan dengan panjang tiap cross section yaitu 50 m, bisa dirumuskan sebagai berikut :

$$Volume = \frac{(Luas\ Timb.1 + Luas\ Timb.2)}{2} \times p \quad (4.6)$$

Dimana :

$p$  = Panjang STA1 ke STA2 (tiap 50 m)

Luas 1 = Luas area timbunan STA1 pada *Autocad*

Luas 2 = Luas area timbunan STA2 pada *Autocad*

### Alat Yang Digunakan

Pekerjaan Timbunan Tanah ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3), *Motor Grader*, *Vibro Roller* dan *Water Tank*. *Excavator* digunakan untuk memuat material untuk diangkut ke lapangan dan *Dump Truck* untuk mengangkut material Timbunan Tanah sedangkan *Motor Grader* untuk menghamparkan timbunan tanah dan membentuk kemiringan badan jalan, *Vibro Roller* untuk memadatkan hasil timbunan tanah, *Water Tank* untuk membasahi timbunan saat akan dipadatkan.





*Gambar 4.6 Vibro Roller  
(Sumber:www.google.com)*

*Tabel 4.11 Spesifikasi Vibro Roller*

Vibro Roller		
Uraian	Symbol	Koef.
Lebar Overlap	bo	0,2 m
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Kecepatan Rata-Rata	v	4 Km/Jam
Jumlah Lintasan	n	12
Lebar Efektif Pemadatan	b	2 m



*Gambar 4.7 Motor Grader  
(Sumber:www.google.com)*

Tabel 4.12 Spesifikasi Motor Grader

Motor Grader		
Uraian	Symbol	Koef.
Panjang Hampanan	Lh	50 m
Lebar Overlap	bo	0,3 m
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Kecepatan Rata-Rata	v	4 Km/Jam
Jumlah Lintasan	n	12
Jumlah Lajur Lintasan	N	2
Lebar Pisau Efektif	b	2 m
Cycle Time:		
Waktu 1 Kali Lintasan	T1	0,75 menit
Waktu Lain Lain	T2	1 menit



Gambar 4.8 Water Tank

Tabel 4.13 Spesifikasi Water Tank

Water Tank		
Uraian	Symbol	Koef.
Kapasitas Tangki Air	V	6 m <sup>3</sup>
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Kebutuhan Air	Wc	4,16 m <sup>3</sup>
Material Padat		
Kapasitas Pompa Air	Pa	500 L/menit

## Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan Timbunan Tanah :

### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

### 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

### 3. Motor Grader

$$Q_{MG} = \frac{Lh \times (n \times (b - b_0) + b_0) \times v \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts \times Fk} \quad (4.7)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q MG = Kapasitas untuk perataan, m<sup>2</sup> / Jam

Lh = Panjang hamparan; m

v = Kecepatan rata – rata; Km / Jam

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

n = Jumlah lintasan; lintasan

N = Jumlah pengupasan tiap lintasan; kali lintasan

t = Tebal hamparan; m

b = Lebar efektif pisau; m

- bo = Lebar overlap; m  
 T1 = Waktu 1 kali lintasan:  $(L_h \times 60) / (v \times 1000)$ ; menit  
 T2 = Waktu lain – lain; menit  
 Ts = Waktu siklus  $(T1+T2)$ ; menit

#### 4. Vibro Roller

$$Q \text{ Vib} = \frac{(v \times 1000 \times be) \times t \times Fa}{n} \quad (4.8)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

- Q Vib = Kapasitas untuk pemadatan, m<sup>2</sup> / Jam  
 v = Kecepatan rata – rata; Km / Jam  
 Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)  
 n = Jumlah lintasan; lintasan  
 t = Tebal pemdatan; m  
 be = Lebar efektif pemadatan = b – bo; m  
 b = Lebar total roda pemadat' m  
 bo = Lebar overlap; m

#### 5. Water Tank Truck

$$Q_{wt} = \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \quad (4.9)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

- Q wt = Kapasitas untuk penyiraman, m<sup>2</sup> / Jam  
 pa = Kapasitas pompa air; liter/menit  
 Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)  
 Wc = Kebutuhan air /m<sup>3</sup> material padat; m<sup>3</sup>

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari Excavator, Dump Truck, Motor Grader, Vibro Roller, dan Water Tank Truck maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Motor Grader  $= \frac{1}{Q_{MG}}$
  4. Vibro Roller  $= \frac{1}{Q_{Vib}}$
  5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}}$
- Koefisien Tenaga :
  1. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  2. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

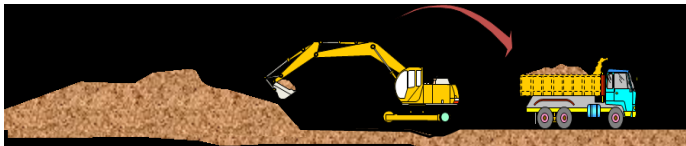
Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi *Vibro Roller* untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan durasi pekerjaan Stripping area maka lihat rumus (4.5)

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

#### 4.2.2.2 Pekerjaan Galian

1. Pengukuran topografi bertujuan untuk mengukur data eksisting seperti ketinggian tanah, jalan utama, jalan masuk, jalan setapak, sungai, saluran, bangunan. Tim surveyor harus menentukan top elevasi permukaan tanah eksisting sebelum galian.
2. Setting out untuk menentukan titik referensi (pematokan) sebagai batas rencana badan jalan. Pada pekerjaan ini diawasi oleh pelaksana, konsultan pengawas, dan tim safety. Persiapkan alat bantu ukur untuk penentuan batas galian dan pompa air untuk dewatering
3. Pekerjaan galian dilakukan dengan menggunakan excavator. Penggalian tanah dilakukan sedalam tebal rencana pada area penambahan lajur sampai dengan elevasi yang ditentukan.
4. Hasil galian dari excavator langsung dibuat ke dalam dump truck. Hasil galian yang telah dimuat ke dalam dump truck kemudian dibuang menuju disposal area.



*Gambar 4 9 Metode Pekerjaan Galian*

#### **Perhitungan Volume Galian**

Volume pekerjaan Galian dihitung berdasarkan volume total Box Culvert, RCP, Box Tunnel, Median Drain dan Drainase Samping, perhitungan volume Galian sama dengan perhitungan volume Stripping Area maka lihat rumus (4.1)

Setelah Box Culvert, RCP, Box Tunnel, Median Drain dan Drainase Samping, diketahui maka selanjutnya aja menghitung volume galian total dengan rumus berikut:

$$\text{Volume Total Galian} = V1 + V2 + V3 + V4 + V5 \quad (4.10)$$

Dimana :

- V1 = Volume Galian Total Box Culvert
- V2 = Volume Galian Total RCP
- V3 = Volume Galian Total Box Tunnel
- V4 = Volume Galian Total Median Drain
- V5 = Volume Galian Total Drainase Samping

### **Alat Yang Digunakan**

Pekerjaan Stripping Area ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* dan *Dump Truck*. Spesifikasi alat berat yang digunakan dapat dilihat pada *Excavator* (Tabel 4.1) dan *Dump Truck* (Tabel 4.3)

### **Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan Galian Tanah :

#### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

## 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari *Excavator* dan *Dump Truck*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{Exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### Perhitungan Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi *Excavator* untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan Galian Tanah sama dengan perhitungan durasi pekerjaan *Stripping area* maka lihat rumus (4.5)



### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

#### **4.2.2.3 Pekerjaan Pemasangan Geotextile**

1. Lokasi pemasangan geotekstile diratakan
2. Geotekstile digelar secara lepas tanpa kerutan atau lipatan di atas tanah dasar (Borrow Material yang sudah disisipkan)
3. Dalam tahap penggelaran yang harus dilakukan adalah digelar secara melintang dijalan.
4. Perhatikan overlapping lembaran geotextile. Sambungan dilakukan dengan cara menjahit geotextile sesuai dengan teknik yang telah disetujui.
5. Bantalan disamping kanan kiri timbunan yang berfungsi sebagai batas bantuan saat pelaksanaan di kedua sisi. pada penggelaran geotextile, dibawah granular terdapat gulungan setinggi 0,25 m yang berfungsi sebagai penahan granular agar tidak terjadi longsor dan memudahkan pekerjaan untuk penghamparan geotextile di atas granular.
6. Sesudah Geotextile selesai disambung dan rapi, langkah selanjutnya adalah penghamparan granular untuk dihampar diatas geotextile.
7. Hampar tanah Borrow Material diatas geotextile menggunakan Motor Grader lalu dipadatkan Vibratory Roller

## Perhitungan Volume Geotextile

Volume pekerjaan Geotextile Woven type GW-250 gr/m<sup>2</sup> (52 Kn/m) dihitung berdasarkan lebar total area pemasangan dikalikan dengan panjang total kebutuhan timbunan yang akan dipasang Geotextile. Pemasangan dilakukan secara manual dengan kebutuhan pekerja yang telah ditentukan.

$$Volume = panjang \times lebar \times jumlah \text{ lapis} \quad (4.11)$$

Dimana :

$v$  = Volume kebutuhan Geotextile Woven (m<sup>2</sup>)

$p$  = Panjang total area pemasangan (m)

$l$  = Lebar total area pemasangan (m)

## Produktivitas Pekerjaan

$$Q_{geo} = \frac{Volume \text{ kebutuhan Geotextile}}{Rencana \text{ Durasi} \times Jam \text{ Kerja Per Hari}} \quad (4.12)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari pekerjaan pemasangan Geotextile maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{Tk \times T}{Qt}$
  2. Pekerja  $= \frac{Tk \times P}{Qt}$
  3. Mandor  $= \frac{Tk \times M}{Qt}$

## **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan Pemasangan Geotextile sama dengan perhitungan durasi pekerjaan Stripping area maka lihat rumus (4.5)

## **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

### **4.2.3 Pekerjaan Drainase**

#### **4.2.3.1 Drainase Samping (Batu Mortar)**

1. Excavator mulai menggali tanah yang akan menjadi drainase samping.
2. Volume galian yang digali mengikuti bentuk penampang drainase yang direncanakan.
3. Tanah hasil galian selanjutnya diangkut ke dalam Dump Truck menggunakan Excavator.
4. Dump Truck membuang tanah menuju disposal area.
5. Selanjutnya adalah pemasangan batu kali.
6. Batu dibersihkan dan dibasahi seluruh permukaannya sebelum dipasang
7. Batu kali dipasang berdasarkan profil yang sudah ditentukan.
8. Semen, pasir dan air dicampur dan diaduk menjadi mortar dengan menggunakan Concrete Mixer.

9. Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan dan pengecoran.

Pekerjaan Drainase Samping dengan metode pelaksanaan pada Jalan Tol Gempol – Pasuran Seksi 3B STA 25+000 – STA 31+000 dibagi menjadi 2, yaitu pekerjaan galian, dan pekerjaan pemasangan batu mortar maka dari itu volume pekerjaan Drainase Samping dihitung untuk pekerjaan galian Drainase Samping dan pekerjaan pemasangan batu mortar.

### **Perhitungan Volume (Galian Drainase Samping)**

Volume pekerjaan Galian Tanah dihitung berdasarkan luas penampang Drainase Samping. Luas penampang dibedakan menjadi 2 yaitu penampang Trapesium dan penampang Lengkung, volume penampang dapat diketahui dengan bantuan *Autocad* atau dihitung dengan manual. Untuk perhitungan manual dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Luas Trapesium} = \frac{1}{2}(a + b) \times t \quad (4.13)$$

$$\text{Vol. Trapesium} = (\text{Luar} - \text{Dalam}) \times p \quad (4.14)$$

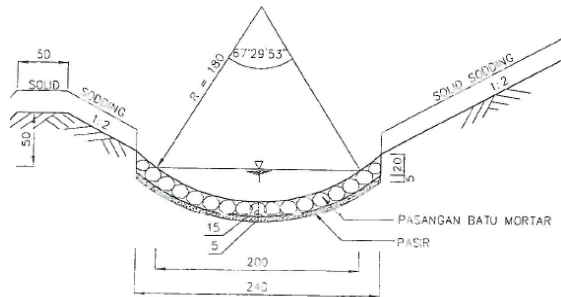
Dimana :

- $a$  = Lebar bagian atas penampang (m)
- $b$  = Lebar bagian bawah penampang (m)
- $t$  = Tinggi/tebal penampang trapezium (m)
- $p$  = Panjang total galian (m)

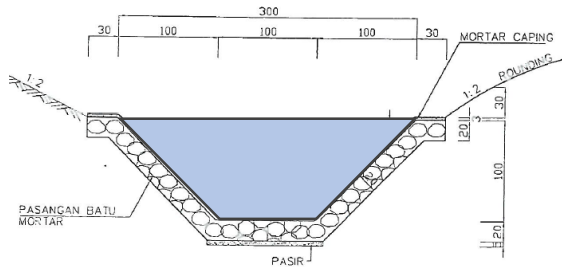
$$\text{Volume Lengkung} = \text{Luas (Autocad)} \times p \quad (4.15)$$

Dimana :

- $a$  = Luas penampang diukur dengan *Autocad* (m<sup>2</sup>)
- $p$  = Panjang total galian (m)



Gambar 4.10 Penampang Lengkung



Gambar 4.11 Penampang Trapesium

### Alat Yang Digunakan

Pekerjaan Galian untuk Drainase Samping ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* dan *Dump Truck*. Spesifikasi alat berat yang digunakan dapat dilihat pada *Excavator* (Tabel 4.1) dan *Dump Truck* (Tabel 4.3). Untuk pemasangan Batu Mortar menggunakan *Concrete Mixer* berkapasitas 350 Liter dan dengan bantuan tenaga pekerja.

## Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan Galian Tanah dan Pemasangan Batu Mortar :

### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Galian Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

### 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Galian Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

### 3. Concrete Mixer

$$Q \text{ cm} = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \quad (4.16)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan:

Q cm = Kapasitas untuk Concrete Mixer, m<sup>3</sup> / Jam

V = Kapasitas tangki pencampur; m<sup>3</sup>

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

T1 = Waktu mengisi; menit

T2 = Waktu mencampur; menit

T3 = Waktu menumpahkan; menit

T4 = Waktu menunggu; menit

Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4); menit

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari Excavator, Dump Truck dan Concrete Mixer, maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{Exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Concrete Mixer  $= \frac{1}{Q_{cm}}$
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{Tk \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{Tk \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{Tk \times M}{Q_t}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi *Concrete Mixer* untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan Drainase Samping sama dengan perhitungan durasi pekerjaan Stripping area maka lihat rumus (4.5)

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

#### 4.2.3.2 Pekerjaan Reinforced Concrete Pipe

1. Galian struktur menggunakan excavator. Dengan kedalaman dan lebar sesuai gambar rencana . Bentuk lereng dengan perbandingan 1:2.
2. Metode ini menjelaskan pekerjaan secara umum tentang pekerjaan rantai kerja untuk pemasangan RCP. Fungsi dari rantai kerja ini adalah untuk memudahkan pekerja/alat berdiri di atas lahan datar. Berikut urutan pekerjaan rantai kerja :
  - a. Marking tepi samping kanan dan kiri.
  - b. Pasang bekisting menggunakan profil canal C 100 tiap sisi kanan dan kiri box.
  - c. Cor lean concrete (LC) dengan mutu class E setebal 10 cm diatas blinding stone. Ambil sample beton untuk pengetesan kuat tekan
  - d. Finishing permukaan LC dengan jidar agar permukaan rata
  - e. Cek elevasi dan kedataran
3. Setelah tahap pengecoran rantai kerja terdapat perbedaan antara RCP tipe A dan B, berikut uraian tahapan dari RCP masing masing tipe :

##### ***RCP Type A***

1. Pengecoran dudukan RCP ( Type A )

Instalasi bekisting sebagai dudukan RCP yang sudah di sesuaikan bentuknya dengan gambar rencana. Yang nantinya akan di cor dengan beton class C



## 2. Instalasi RCP

Ketika semua dudukan RCP siap. maka proses lifting RCP bisa dilakukan menggunakan *Mobile Crane*. Dibantu dengan tenaga pekerja saat instalasi sambungan spigot dan socket RCP.



*Gambar 4.12 Bottom Slab RCP Type A*

## 3. Pekerjaan Borrow Backfill

Setelah umur beton dudukan RCP dan RCP sudah berumur minimal 7 hari, hampar borrow material dengan Motor Grader dan dipadatkan oleh vibratory roller.



*Gambar 4.13 Hampar Borrow Backfill*

### ***RCP Type B***

#### 1. Pembesian Bottom dari Cover RCP

Instalasi besi cover concrete menggunakan diameter 13 mm. Perhatikan selimut beton di pembesian bawah. Pastikan beton decking terpasang dengan benar sehingga besi tidak bersinggungan langsung dengan lantai kerja.

#### 2. Siapkan bekisting untuk pengecoran bottom cover concrete dengan beton mutu kelas C. Batas cor bottom disesuaikan dengan gambar rencana.



*Gambar 4.14 Pembesian RCP Type B*

#### 3. Instalasi RCP

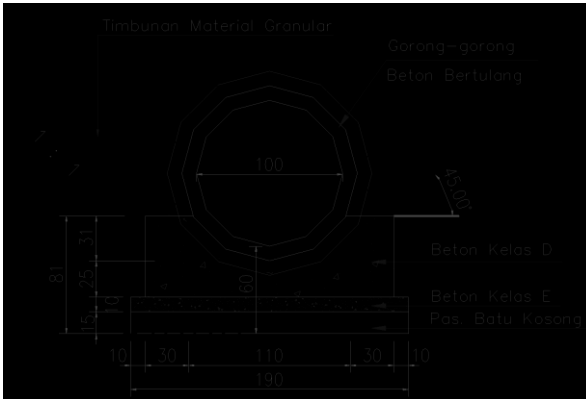
Ketika semua dudukan RCP siap, maka proses lifting RCP bisa dilakukan menggunakan excavator yang di kaitkan dengan webbing sling. Dibantu dengan tenaga pekerja saat instalasi sambungan spigot dan socket RCP.

#### 4. Pengecoran sisa Cover Concrete

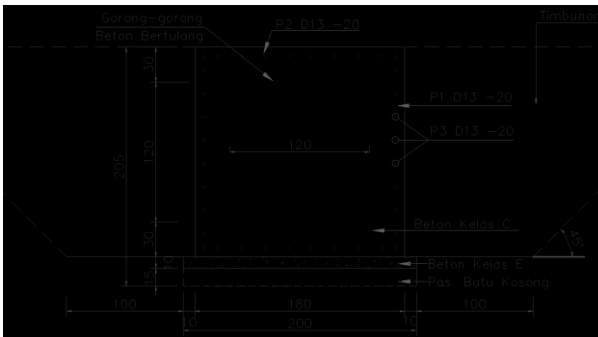
Setelah proses instalasi RCP, siapkan pabrikan bekisting untuk pengecoran sisa cover concrete (dinding+top slab). Check perkuatan bekisting agar hasil pengecoran bisa lurus dan rapi. Beton yang digunakan adalah mutu class C.

## Perhitungan Volume

Volume pekerjaan RCP dibagi menjadi 5 yaitu, Galian, Pembesian, Bekisting, Pengecoran dan Pemasangan RCP dihitung berdasarkan volume pada *Shop Drawing RCP*, dapat dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 4.15 RCP Type A



Gambar 4.16 RCP Type B

### **Galian**

$$Vol. \text{ Galian} = \text{Lebar LC} \times \text{Tinggi} \times p \quad (4.17)$$

Dimana :

*Vol* = Volume galian RCP ( $m^3$ )

*Lebar* = Lebar Lean Concrete RCP (m)

*Tinggi* = Tinggi Total RCP / Selimut RCP (m)

*p* = Panjang Total Kebutuhan RCP (m)

### **Pembesian**

Perhitungan volume tulangan ditentukan dengan menghitung jumlah total jadi panjang besi yang digunakan pada sebuah struktur atau dapat dirumuskan dengan :

$$F = A + B + C + D + E \quad (4.18)$$

Dimana :

F = Panjang total tulangan (m)

A = Panjang tulangan terpendek (m)

B = Panjang tulangan terpanjang (m)

C = Panjang kaitan (m)

D = Panjang kaitan tambahan (m)

E = Panjang bengkokan (m)

Setelah diketahui total dari panjang besi dengan menggunakan rumus diatas maka dapat diketahui volume besi dalam satuan kg dengan rumus :

*Tabel 4.14 Berat Tulangan Sesuai Diameter*

Diameter (mm)	Berat (Kg/m)
6	0,222
8	0,395
10	0,627
12	0,888
14	1,208
16	1,578
19	2,226
25	2,984
32	3,853

(Sumber : Ir. Soedrajat S, *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Nova. Bandung)

$$\text{Volume (kg)} = \text{Panjang Total} \times \text{Berat} \quad (4.19)$$

### **Bekisting**

$$\text{Multiplex} = (2 \times p \times t) + (2 \times l \times t) \quad (4.20)$$

Dimana :

- Multiplex* = Kebutuhan multiplex RCP (m<sup>2</sup>)  
*p* = Panjang total kebutuhan RCP (m)  
*l* = Lebar *bottom slab* RCP(m)  
*t* = Tinggi *bottom slab* / selimut RCP (m)

Kebutuhan kayu bekisting untuk setiap jenis pekerjaan berbeda-beda. Sedangkan untuk kebutuhan oli/minyak bekisting pada cetakan bekisting kayu, diperlukan sekitar 2 sapaai 3.75 liter tiap 10 m<sup>2</sup> bidang bekisting. Berikut adalah rumus perhitungan keperluan bahan bekisting:

Tabel 4.15 Kebutuhan Kayu Untuk Bekisting

No.	Jenis Cetakan	Kayu m3	Paku, baut-baut dan kawat (kg)
1.	Pondasi / pangkal jembatan	0,46 – 0,81	2,73 – 5
2.	Dinding	0,46 - 0,62	2,73 – 4
3.	Lantai	0,41 – 0,64	2,73 – 4
4.	Atap	0,46 – 0,69	2,73 – 4,55
5.	Tiang – tiang	0,44 – 0,74	2,73 – 5
6.	Kepala tiang	0,46 – 0,92	2,73 – 5,45
7.	Balok - balok	0,69 – 1,38	3,64 – 6,36
8.	Tangga	0,69 – 1,38	3,64 – 6,36
9.	Sudut – sudut tiang / balok *berukir	0,46 – 1,84	2,73 – 6,82
10.	Ambang jendela dan lintel	0,58 – 1,84	3,18 – 6,36

(Sumber : Ir. Soedrajat S, *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova. Bandung*)

- Keperluan Kayu Bekisting

$$N_k = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{\text{Luas Multiplex}} \times \text{Keperluan Kayu} \quad (4.21)$$

- Keperluan Paku Bekisting

$$N_p = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan Paku} \quad (4.22)$$

- Keperluan Oli Bekisting

$$N_o = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{Keperluan Oli} \quad (4.23)$$

### Pengecoran

$$Volume A = (l \times t \times p) \quad (4.24)$$

$$Volume B = (l \times t \times p) - \emptyset RCP \times p \quad (4.25)$$

Dimana :

$Vol A$  = Kebutuhan beton RCP Type A ( $m^3$ )

$Vol B$  = Kebutuhan beton RCP Type B ( $m^3$ )

$p$  = Panjang total kebutuhan RCP (m)

$l$  = Lebar *bottom slab* RCP(m)

$t$  = Tinggi *bottom slab* / selimut RCP (m)

### Pemasangan RCP

$$Volume = \frac{p}{p(RCP)} \quad (4.26)$$

Dimana :

$Vol$  = Kebutuhan pemasangan precast RCP (Buah)

$p$  = Panjang total kebutuhan RCP (m)

$p(RCP)$  = Panjang segment 1 buah precast RCP (m)

### Alat Yang Digunakan

Pekerjaan RCP ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3) untuk pekerjaan galian RCP, Untuk pekerjaan pembesian menggunakan *Bar Cutter* dan *Bar Bender*, Untuk pekerjaan pengecoran menggunakan *Batching Plan*, *Concrete Truck*, *Concrete Pump*, *Concrete Vibro* dan *Water Tank Truck*. Untuk pekerjaan pemasangan precast RCP menggunakan *Flat Bed Truck* dan *Mobile Crane*.



*Gambar 4.17 Bar Bender dan Bar Cutter*



*Gambar 4.18 Batching Plan*

*Tabel 4.16 Spesifikasi Batching Plan*

Batching Plan		
Uraian	Symbol	Koef.
Kapasitas	V	6 m <sup>3</sup>
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Cycle Time:		
Mengisi	T1	0,6 Menit
Mengaduk	T2	0,6 Menit
Menumpahkan	T3	0,3 Menit
Menunggu	T4	0,3 Menit





*Gambar 4.19 Concrete Pump*

*Tabel 4.17 Spesifikasi Concrete Pump*

Concrete Pump		
Uraian	Symbol	Koef.
Boom Pipe	L1	28,3 m
Flexible Hose	L2	3 m
Pipe Size	Ø	125 mm
Delivery Capacity	Q	48 m <sup>3</sup> /jam



*Gambar 4 20 Concrete Vibro*



*Gambar 4.21 Truck Mixer*

*Tabel 4 18 Spesifikasi Truck Mixer*

Truck Mixer		
Uraian	Symbol	Koef.
Kapasitas Drum	V	7 m <sup>3</sup>
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Kecepatan Rata <sup>2</sup> Isi	v1	20 km/jam
Kecepatan Rata <sup>2</sup> Kosong	v2	30 km/jam
Cycle Time:		
Waktu Muat	T1	2,53 Menit
Waktu Tempuh Isi	T2	15 Menit
Waktu Tempuh Kosong	T3	10 Menit
Waktu Bongkar Muat	T4	10 Menit



*Gambar 4.22 Mobile Crane*



*Gambar 4.23 Flat Bed Truck*

*Tabel 4.19 Spesifikasi Flat Bed Truck*

Flat Bed Truck		
Uraian	Symbol	Koef.
Kapasitas	V	4 m <sup>3</sup>
Faktor Efisiensi Alat	Fa	0,83
Kecepatan Rata <sup>2</sup> Isi	v1	20 km/jam
Kecepatan Rata <sup>2</sup> Kosong	v2	30 km/jam
Cycle Time:		
Waktu Muat	T1	15 Menit
Waktu Tempuh Isi	T2	15 Menit
Waktu Tempuh Kosong	T3	10 Menit
Waktu Bongkar Muat	T4	15 Menit

## **Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian RCP, pembesian, bekisting, pengecoran dan pemasangan RCP :

### **Galian**

#### **1. Excavator**

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

#### **2. Dump Truck**

Perhitungan produktivitas *Dump Truckr* untuk pekerjaan Timbunan Tanah sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truckr* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

### **Pembesian**

Perhitungan produktivitas perhitungan pembesian berdasarkan analisa koefisien pada Lampiran Peraturan Menteri PUPR No 28 Tahun 2016 adalah sebagai berikut:

## A.4.1.1.17 Pembesian 10 kg dengan besi polos atau besi ulir

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,070		
	Tukang besi	L.02	OH	0,070		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,007		
	Mandor	L.04	OH	0,004		
				JUMLAH TENAGA KERJA		
B	BAHAN					
	Besi beton (polos/ulir)		kg	10,500		
	Kawat beton		kg	0,150		
				JUMLAH HARGA BAHAN		
C	PERALATAN					
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					
E	Overhead & Profit (Contoh 15 %)			15% x D (maksimum)		
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

Perhitungan Kapasitas Produksi untuk pekerjaan pembesian disini menggunakan Koef. Tukang Besi yaitu 0,07. Pengertian perhitungan untuk pekerjaan pembesian dengan menggunakan Koef. Tukang Besi karena kapasitas produksi pekerjaan pembesian yang menentukan adalah keterampilan Tukang Besu, dijabarkan sebagai berikut :

0,07 Tukang Besi dapat menyelesaikan 10 kg/hari pekerjaan pembesian.

0,07 Orang = 10 kg/hari

1 Orang = 142,86 kg/hari

Atau dapat dirumuskan :

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Besi} = \frac{\text{Kapasitas produksi}}{\text{Koef yang menentukan}} \quad (4.27)$$

$$= \frac{10 \text{ kg}}{0,07}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Besi} = 142,86 \text{ kg/hari}$$

Maka 1 Tukang Besi dapat menyelesaikan pekerjaan pembesian sebesar **142,86 kg/hari**

Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah tenaga kerja yang digunakan, karena jumlah tenaga kerja sangat berpengaruh. Berikut adalah perhitungan jumlah tenaga kerja maksimal yang dapat digunakan untuk pekerjaan pembesian sesuai dengan koefisien yang di dapat pada tabel Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

$$\text{Jumlah Maks. Tenaga Kerja} = \frac{\text{Koef tenaga kerja}}{\text{Koef mandor}} \quad (4.28)$$

$$\text{Pekerja} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang Besi} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{0,007}{0,0035} = 2 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,07}{0,0035} = 1 \text{ orang}$$

Maka dalam pekerjaan pembesian yang berdasarkan koefisien tenaga kerja yang tercantum dalam Lampiran Peraturan Menteri PUPR, tenaga maksimal yang dapat digunakan untuk pekerjaan pembesian adalah: 1 mandor, 2 kepala tukang besi, 20 tukang besi, 20 pekerja.

$$\text{Produktivitas 1 Grup} = \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas 1 Tukang} \quad (4.29)$$

## Bekisting

Perhitungan produktivitas perhitungan bekisting berdasarkan analisa koefisien pada Lampiran Peraturan Menteri PUPR No 28 Tahun 2016 adalah sebagai berikut:

### B.25.a 1 m<sup>2</sup> Bekisting dinding beton expose dengan multiflex 18 mm

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,360		
2	Tukang kayu	L.02	OH	0,360		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,036		
4	Mandor	L.04	OH	0,036		
Jumlah Harga Tenaga Kerja						
B	Bahan					
1	Multiflex 18 mm	M.39.d	lbr	0,128		
2	Kaso 5/7 cm	M.37.a	m3	0,007		
3	Paku 5 cm dan 7 cm	M.71.b	kg	0,3		
4	Minyak bekisting	M.129	L	0,2		
Jumlah Harga Bahan						
C	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						
D	Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					
E	Overhead + Profit (Contoh 15%)			15%	x D	
F	Harga Satuan Pekerjaan per - m <sup>2</sup> (D+E)					

Perhitungan Kapasitas Produksi untuk pekerjaan bekisting disini menggunakan Koef. Tukang Kayu yaitu 0,36. Pengertian perhitungan untuk pekerjaan bekisting dengan menggunakan Koef. Tukang Kayu karena kapasitas produksi pekerjaan bekisting yang menentukan adalah keterampilan Tukang Kayu, dijabarkan sebagai berikut :

0,36 Tukang Kayu dapat menyelesaikan 1 m<sup>2</sup>/hari pekerjaan bekisting.

$$0,36 \text{ Orang} = 1 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$1 \text{ Orang} = 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Atau dapat dirumuskan :

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} = \frac{\text{Kapasitas produksi}}{\text{Koef yang menentukan}} \quad (4.30)$$

$$= \frac{1 \text{ m}^2}{0,36}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} = 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Maka 1 Tukang Kayu dapat menyelesaikan pekerjaan bekisting sebesar **2,78 m<sup>2</sup>/hari**

Langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah tenaga kerja yang digunakan, karena jumlah tenaga kerja sangat berpengaruh. Berikut adalah perhitungan jumlah tenaga kerja maksimal yang dapat digunakan untuk pekerjaan bekisting sesuai dengan koefisien yang di dapat pada tabel Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

$$\text{Jumlah Maks. Tenaga Kerja} = \frac{\text{Koef tenaga kerja}}{\text{Koef mandor}} \quad (4.31)$$

$$\text{Pekerja} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ orang}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala Tukang} = \frac{0,036}{0,036} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,036}{0,036} = 1 \text{ orang}$$

Maka dalam pekerjaan bekisting yang berdasarkan koefisien tenaga kerja yang tercantum dalam Lampiran Peraturan Menteri PUPR, tenaga maksimal yang dapat digunakan untuk pekerjaan bekisting adalah: 1 mandor, 1 kepala tukang kayu, 10 tukang kayu, 10 pekerja.

$$\text{Produktivitas 1 Grup} = \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas 1 Tukang} \quad (4.32)$$



## Pengecoran

### 1. Batching Plan

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \quad (4.33)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi Batching Plan, m<sup>3</sup> / Jam

V = Kapasitas Batching Plan; liter/menit

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

T1 = Waktu mengisi; menit

T2 = Waktu mengaduk; menit

T3 = Waktu menuang; menit

T4 = Waktu menunggu; menit

Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4); menit

### 2. Truck Mixer

$$Q_{tm} = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \quad (4.34)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q<sub>tm</sub> = Kapasitas produksi Tuck Mixer; m<sup>3</sup> / Jam

V = Kapasitas bak; m<sup>3</sup>

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

v1 = Kecepatan rata – rata bermuatan; Km/Jam

v2 = Kecepatan rata – rata kosong; Km/Jam

T1 = Waktu mengisi; menit

$$= \frac{V \times 60}{Q_{bp}}$$

- T2 = Waktu tempuh isi; menit  

$$= \frac{L \times 60}{v_1}$$
- T3 = Waktu tempuh kosong; menit  

$$= \frac{L \times 60}{v_1}$$
- T4 = Waktu menumpahkan; menit
- Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4); menit

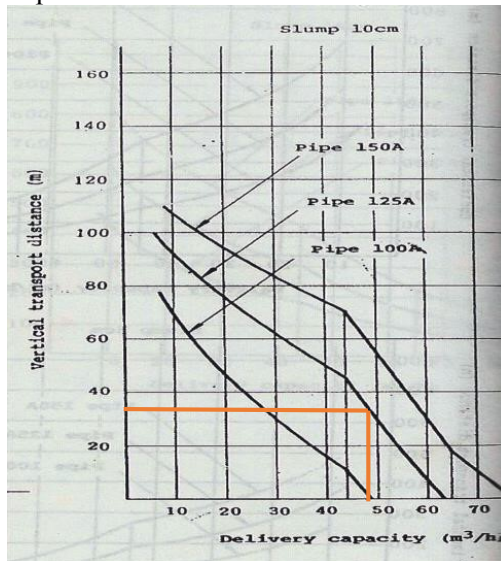
### 3. Concrete Pump

Perhitungan produktivitas Concrete Pump bergantung pada spek alat yang digunakan, dalam pekerjaan ini digunakan Concrete Pump Type Putzmeister 42x dengan Vertical Equivalent Length:

Boom Pipe = 28,29 m

Flexible Hose = 3 m

Pipe Diameter = 125 mm



Gambar 4.24 Grafik Vertical Equivalent Length

Pada grafik tersebut didapatkan Delivery Capacity Concrete Pump sebesar 48,0 m<sup>3</sup>/jam

4. Concrete Vibro

Produktivitas untuk alat Concrete Vibro bergantung pada produktivitas alat yang menentukan untuk pekerjaan pengecoran yaitu Batching Plan

5. Water Tank

Perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Lapis Pondasi sama dengan perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.9)

### Pemasangan RCP

1. Flat Bed Truck

$$Qfb = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \quad (4.35)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

Q fb = Kapasitas untuk Flat Bed Truck, m<sup>3</sup> / Jam

V = Kapasitas bak; m<sup>3</sup>

Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)

v1 = Kecepatan rata – rata bermuatan; Km/Jam  
(Tabel 4.10)

v2 = Kecepatan rata – rata kosong; Km/Jam

T1 = Waktu muat; menit

$$= \frac{V \times 60}{D \times QExca}$$

T2 = Waktu tempuh isi; menit

$$\begin{aligned}
 &= \frac{L \times 60}{v_1} \\
 T_3 &= \text{Waktu tempuh kosong; menit} \\
 &= \frac{L \times 60}{v_1} \\
 T_4 &= \text{Waktu lain – lain; menit} \\
 T_s &= \text{Waktu siklus } (T_1+T_2+T_3+T_4); \text{ menit}
 \end{aligned}$$

## 2. Mobile Crane

$$Q_{mc} = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \quad (4.36)$$

*(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)*

Keterangan :

- Q mc = Kapasitas untuk Mobile Crane; Buah
- V = Kapasitas Mobile Crane; 1 Buah
- Fa = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)
- T1 = Waktu muat; menit
- T2 = Waktu tempuh isi; menit
- T3 = Waktu tempuh kosong; menit
- T4 = Waktu lain – lain; menit
- Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4); menit

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}}$
  4. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}}$
  5. Concrete Pump  $= \frac{1}{Q_{cp}}$
  6. Concrete Vibro  $= \frac{1}{Q_{cv}}$
  7. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}}$
  8. Flat Bed Truck  $= \frac{1}{Q_{fb}}$
  9. Mobile Crane  $= \frac{1}{Q_{mc}}$
  
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi alat atau tenaga kerja yang menentukan pekerjaan. Untuk demikian, durasi setiap pekerjaan RCP dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

### **Galian**

$$\text{Durasi Galian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}}$$

### **Pembesian**

$$\text{Durasi Pembesian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

### **Bekisting**

$$\text{Durasi Bekisting} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

### **Pengecoran**

Durasi dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengecoran bergantung pada Kapasitas Produksi atau *Delivery Capacity Concrete Pump* maka dari itu spesifikasi alat akan sangat berpengaruh pada perhitungan durasi ini. Berikut perhitungan durasi pengecoran untuk pekerjaan pengecoran RCP:

Waktu persiapan

Waktu persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri:

- Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete pump* selama = 5 menit
- Pemasangan pompa = 15 menit
- Idle (waktu tunggu) pompa = 15 menit

Waktu tambahan persiapan

Waktu tambahan persiapan terdiri dari :

- Durasi pergantian antar *truck mixer*, apabila pengecoran membutuhkan lebih dari 1 *truck mixer*  
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*

- Durasi waktu untuk pengujian slump  
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*

Waktu operasional pengecoran

Waktu operasional adalah waktu pada saat pengecoran itu berlangsung, berikut adalah rumus untuk menghitung waktu percobaan:

$$\text{Durasi operasinonal} = \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

Waktu pasca pelaksanaan

Waktu pasca pelaksanaan terdiri dari:

- Waktu pembersihan pompa  
= 10 menit
- Waktu pembongkaran pompa  
= 15 menit
- Waktu perpindahan alat  
= 5 menit
- Waktu persiapan kembali  
= 5 menit

Total durasi pengecoran menggunakan *concrete pump*

$$= \text{Waktu Persiapan} + \text{Waktu Tambahan Persiapan} + \text{Waktu Pengecoran} + \text{Waktu Pasca Pelaksanaan} \quad (4.37)$$

## Perhitungan Biaya Pekerjaan

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

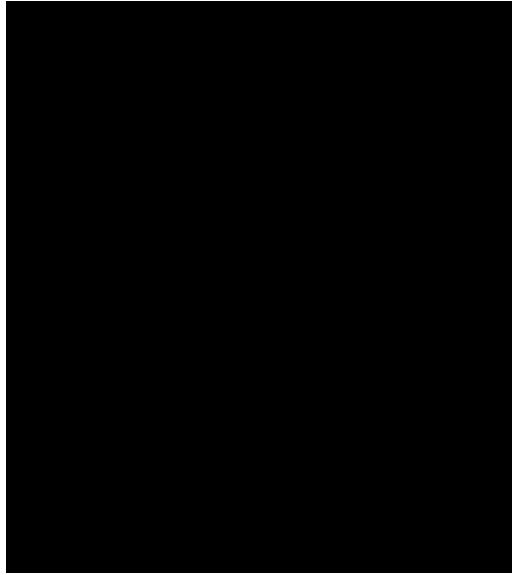
$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

### 4.2.3.3 Pekerjaan *Box Culvert*

1. Pekerjaan Persiapan ini untuk menentukan pematokan rencana box dan patok referensi serta sebagai pemeriksaan level dan kontur tanah eksisting. Dilakukan pengamatan kondisi lapangan apakah sudah siap untuk dilakukan pekerjaan berikutnya.
2. Setelah dipasang patok patok koordinat oleh tim survey, maka dilakukan galian menggunakan excavator. Dengan kedalaman dan lebar galian sesuai gambar rencana shopdrawing. Lalu pasang patok untuk membentuk lereng dengan kemiringan 1:2. Buat sudetan air atau menggunakan pompa air jika diperlukan agar kondisi galian tetap kering.
3. Pengecoran Lean Concrete dengan metode ini menjelaskan pekerjaan secara umum tentang pekerjaan lantai kerja untuk elemen struktur Box Culvert. Fungsi dari lantai kerja ini adalah untuk memudahkan pekerja/alat berdiri di atas lahan datar. Berikut urutan pekerjaan lantai kerja :
  - Pasang blinding stone diatas tanah galian dengan tebal 20 cm.
  - Marking tepi samping kanan dan kiri box culvert.
  - Pasang bekisting menggunakai profil canal C 100 tiap sisi kanan dan kiri box.



- Cor lean concrete (LC) dengan mutu class E setebal 10 cm diatas blinding stone. Ambil sample beton untuk pengetesan kuat tekan
  - Finishing permukaan LC dengan jidar agar permukaan rata
4. Pekerjaan pembesian Box Culvert pada metode kerja ini adalah mengenai siklus pemasangan besi dan meminimalisir sisa waste / material besi yang tidak dapat digunakan kembali pada pelaksanaan pekerjaan
  5. Pemasangan bekisting menggunakan multiplek, bekisting dipasang sesuai ukuran perencanaan. Pemasangan bekisting ini dibagi menjadi 2 yaitu bagian pelat bawah Box Culvert dan bagian dinding, plat atas Box Culvert.
  6. Pekerjaan pengecoran dilaksanakan on site berdasarkan gambar serta Job Mix yang sudah disepakati bersama antara Owner dan Konsultan Pengawas. Untuk pekerjaan pengecoran Box Culvert dibagi menjadi 2 tahap yaitu: Pengecoran Slab bawah dan pengecoran dinding, Slab atas Box Culvert.
  7. Pembongkaran Bekisting plat bawah bisa dilakukan sehari setelah pengecoran berlangsung begitupula untuk bekisting dinding. Sedangkan untuk plat atas bisa dibongkar setelah 7 hari atau saat persentase kuat tekan desain 70%.
  8. Setelah pengecoran selesai dilakukan dan umur beton sesuai rencana maka selanjutnya adalah Pekerjaan granular dilaksanakan menurut kelandaian, garis, dan elevasi yang ditentukan dalam Gambar atau petunjuk Konsultan Pengawas dan mencakup pembuangan semua bahan dalam bentuk apapun yang dijumpai, termasuk tanah dan perkerasan lama yang tidak digunakan untuk pekerjaan permanen.



*Gambar 4.25 Ilustrasi Box Culvert dan Box Tunnel*

### **Perhitungan Volume**

Volume pekerjaan Box Culvert dibagi menjadi 4 yaitu, Galian, Pembesian, Bekisting, Pengecoran dihitung berdasarkan volume pada *Shop Drawing Box Culvert*, dapat dirumuskan sebagai berikut :

#### **Galian**

Volume pekerjaan Galian dihitung berdasarkan volume total Box Culvert, RCP, Box Tunnel, Median Drain dan Drainase Samping, perhitungan volume Galian sama dengan perhitungan volume Stripping Area maka lihat rumus (4.1)

### Pembesian

Perhitungan volume tulangan untuk Box Culvert sama dengan perhitungan volume tulangan RCP maka dari itu untuk perhitungan volume tulangan lihat rumus (4.18)

### Bekisting

$$\begin{aligned} \text{Multiplex} = & (2 \times p \times t \text{ luar}) + (2 \times p \times t \text{ dalam}) + \\ & (l \text{ dalam} \times p) + (4 \times \text{sisi miring} \times p) + (2 \times \\ & \text{luas Box Culvert}) \end{aligned} \quad (4.38)$$

Dimana :

*Multiplex* = Kebutuhan multiplex Box Culvert (m<sup>2</sup>)

*p* = Panjang total kebutuhan BC (m)

*l* = Lebar Box Culvert (m)

*t* = Tinggi Box Culvert (m)

Sisi Miring = Luas Sisi Miring Bagian Dalam (m<sup>2</sup>)

Perhitungan kebutuhan kayu, paku, dan oli bekisting Box Culvert sama dengan perhitungan kebutuhan kayu, paku, dan oli bekisting RCP maka lihat rumus (4.21) untuk kebutuhan kayu, rumus (4.22) untuk kebutuhan paku, dan rumus (4.23) untuk kebutuhan oli.

### Pengecoran

$$\text{Volume} = (\text{luas luar} - \text{luas dalam}) \times p \quad (4.39)$$

Dimana :

*Volume* = Kebutuhan beton RCP Type A (m<sup>3</sup>)

*p* = Panjang total kebutuhan (m)

*Luas BC* = Luas penampang Box Culvert (m<sup>2</sup>)

## Alat Yang Digunakan

Pekerjaan RCP ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3) untuk pekerjaan galian RCP, Untuk pekerjaan pembesian menggunakan *Bar Cutter* dan *Bar Bender* (Gambar 4.17), Untuk pekerjaan pengecoran menggunakan *Batching Plan* (Gambar 4.18), *Truck Mixer* (Gambar 4.21), *Concrete Pump* (Gambar 4.19), *Concrete Vibro* (Gambar 4.20) dan *Water Tank Truck* (Gambar 4.8).

## Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian, pembesian, bekisting, pengecoran :

### Galian

#### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Galian sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

#### 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Galian sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

## **Pembesian**

Perhitungan produktivitas pekerjaan pembesian untuk Box Culvert sama dengan perhitungan produktivitas pembesian RCP maka dari itu untuk perhitungan produktivitas pembesian lihat rumus (4.27), (4.28), (4.29)

## **Bekisting**

Perhitungan produktivitas pekerjaan pembesian untuk Box Culvert sama dengan perhitungan produktivitas pembesian RCP maka dari itu untuk perhitungan produktivitas pembesian lihat rumus (4.30), (4.31), (4.32)

## **Pengecoran**

### 1. Batching Plan

Perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat rumus (4.33)

### 2. Truck Mixer

Perhitungan produktivitas *Truck Mixer* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Truck Mixer* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat rumus (4.34)

### 3. Concrete Pump

Perhitungan produktivitas *Concrete Pump* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Concrete Pump* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat gambar (4.24)

### 4. Concrete Vibro

Produktivitas untuk alat Concrete Vibro bergantung pada produktivitas alat yang menentukan untuk pekerjaan pengecoran yaitu Batching Plan

## 5. Water Tank

Perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.9)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :

1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{\text{exca}}}$
2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{DT}}}$
3. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{\text{bp}}}$
4. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{\text{tm}}}$
5. Concrete Pump  $= \frac{1}{Q_{\text{cp}}}$
6. Concrete Vibro  $= \frac{1}{Q_{\text{cv}}}$
7. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{wt}}}$

- Koefisien Tenaga :

1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi alat atau tenaga kerja yang menentukan pekerjaan. Untuk demikian, durasi setiap pekerjaan Box Culvert dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

#### **Galian**

$$\text{Durasi Galian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}}$$

#### **Pembesian**

$$\text{Durasi Pembesian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

#### **Bekisting**

$$\text{Durasi Bekisting} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

#### **Pengecoran**

Perhitungan durasi pengecoran Box Culvert sama dengan perhitungan durasi pengecoran RCP maka lihat rumus (4.37) untuk durasi total pengecoran.

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

#### 4.2.3.4 Pekerjaan Box Tunnel

1. Pekerjaan Persiapan ini untuk menentukan pematokan rencana box dan patok referensi serta sebagai pemeriksaan level dan kontur tanah eksisting. Dilakukan pengamatan kondisi lapangan apakah sudah siap untuk dilakukan pekerjaan berikutnya.
2. Setelah dipasang patok patok koordinat oleh tim survey, maka dilakukan galian menggunakan excavator. Dengan kedalaman dan lebar galian sesuai gambar rencana shopdrawing. Lalu pasang patok untuk membentuk lereng dengan kemiringan 1:2. Buat sudetan air atau menggunakan pompa air jika diperlukan agar kondisi galian tetap kering.
3. Pengecoran Lean Concrete dengan metode ini menjelaskan pekerjaan secara umum tentang pekerjaan rantai kerja untuk elemen struktur Box Tunnel. Fungsi dari rantai kerja ini adalah untuk memudahkan pekerja/alat berdiri di atas lahan datar. Berikut urutan pekerjaan rantai kerja :
  - Pasang blinding stone diatas tanah galian dengan tebal 20 cm.
  - Marking tepi samping kanan dan kiri Box Tunnel.
  - Pasang bekisting menggunakan profil canal C 100 tiap sisi kanan dan kiri box.
  - Cor lean concrete (LC) dengan mutu class E setebal 10 cm diatas blinding stone. Ambil sample beton untuk pengetesan kuat tekan
  - Finishing permukaan LC dengan jidar agar permukaan rata
  - Cek elevasi dan kedataran
4. Pekerjaan pembesian Box Tunnel pada metode kerja ini adalah mengenai siklus pemasangan besi dan meminimalisir sisa waste / material besi yang tidak dapat digunakan kembali pada pelaksanaan pekerjaan Box



- Tunnel. Pekerjaan pembesian dilaksanakan menurut gambar shopdrawing yang sudah di setuju dan di jadikan dasar sebagai bahan untuk membuat bestat / BBS (Bar Bending Schedule).
5. Pemasangan bekisting menggunakan multiplek, bekisting dipasang sesuai ukuran perencanaan. Pemasangan bekisting ini dibagi menjadi 2 yaitu bagian pelat bawah Box Tunnel dan bagian dinding, plat atas Box Tunnel.
  6. Pekerjaan pengecoran dilaksanakan on site berdasarkan gambar serta Job Mix yang sudah disepakati bersama antara Owner dan Konsultan Pengawas. Untuk pekerjaan pengecoran Box Tunnel dibagi menjadi 2 tahap yaitu: Pengecoran Slab bawah dan pengecoran dinding, Slab atas Box Tunnel.
  7. Pembongkaran Bekisting plat bawah bisa dilakukan sehari setelah pengecoran berlangsung begitupula untuk bekisting dinding. Sedangkan untuk plat atas bisa dibongkar setelah 7 hari atau saat persentase kuat tekan desain 70%.
  8. Setelah pengecoran selesai dilakukan dan umur beton sesuai rencana maka selanjutnya adalah Pekerjaan granular dilaksanakan menurut kelandaian, garis, dan elevasi yang ditentukan dalam Gambar atau petunjuk

### **Perhitungan Volume**

Volume pekerjaan Box Tunnel dibagi menjadi 4 yaitu, Galian, Pembesian, Bekisting, Pengecoran dihitung berdasarkan volume pada *Shop Drawing Box Tunnel* , dapat dirumuskan sebagai berikut :

## **Galian**

Volume pekerjaan Galian dihitung berdasarkan volume total Box Tunnel, RCP, Box Tunnel, Median Drain dan Drainase Samping, perhitungan volume Galian sama dengan perhitungan volume Stripping Area maka lihat rumus (4.1)

## **Pembesian**

Perhitungan volume tulangan untuk Box Culvert sama dengan perhitungan volume tulangan RCP maka dari itu untuk perhitungan volume tulangan lihat rumus (4.18)

## **Bekisting**

Perhitungan volume bekisting untuk Box Tunnel sama dengan perhitungan volume bekisting Box Culvert maka dari itu untuk perhitungan volume bekisting lihat rumus (4.38)

## **Pengecoran**

Perhitungan volume pengecoran untuk Box Tunnel sama dengan perhitungan volume pengecoran Box Culvert maka dari itu untuk perhitungan volume pengecoran lihat rumus (4.39)

## **Alat Yang Digunakan**

Pekerjaan RCP ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3) untuk pekerjaan galian RCP, Untuk pekerjaan pembesian menggunakan *Bar Cutter* dan *Bar Bender* (Gambar 4.17), Untuk pekerjaan pengecoran menggunakan *Batching Plan* (Gambar 4.18), *Truck Mixer* (Gambar 4.21), *Concrete Pump* (Gambar 4.19), *Concrete Vibro* (Gambar 4.20) dan *Water Tank Truck* (Gambar 4.8).

## **Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian, pembesian, bekisting, pengecoran :

### **Galian**

#### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Galian sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

#### 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Galian sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

### **Pembesian**

Perhitungan produktivitas pekerjaan pembesian untuk Box Culvert sama dengan perhitungan produktivitas pembesian RCP maka dari itu untuk perhitungan produktivitas pembesian lihat rumus (4.27), (4.28), (4.29)

### **Bekisting**

Perhitungan produktivitas pekerjaan pembesian untuk Box Culvert sama dengan perhitungan produktivitas pembesian RCP maka dari itu untuk perhitungan produktivitas pembesian lihat rumus (4.30), (4.31), (4.32)

## Pengecoran

### 1. Batching Plan

Perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan *RCP*, maka dari itu lihat rumus (4.33)

### 2. Truck Mixer

Perhitungan produktivitas *Truck Mixer* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Truck Mixer* untuk pekerjaan *RCP*, maka dari itu lihat rumus (4.34)

### 3. Concrete Pump

Perhitungan produktivitas *Concrete Pump* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Concrete Pump* untuk pekerjaan *RCP*, maka dari itu lihat gambar (4.24)

### 4. Concrete Vibro

Produktivitas untuk alat Concrete Vibro bergantung pada produktivitas alat yang menentukan untuk pekerjaan pengecoran yaitu Batching Plan

### 5. Water Tank

Perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.9)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}}$
  4. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}}$
  5. Concrete Pump  $= \frac{1}{Q_{cp}}$
  6. Concrete Vibro  $= \frac{1}{Q_{cv}}$
  7. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}}$
  
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### Perhitungan Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi alat atau tenaga kerja yang menentukan pekerjaan. Untuk demikian, durasi setiap pekerjaan Box Culvert dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

#### Galian

$$\text{Durasi Galian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}}$$

### **Pembesian**

$$\text{Durasi Pembesian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

### **Bekisting**

$$\text{Durasi Bekisting} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

### **Pengecoran**

Perhitungan durasi pengecoran Box Culvert sama dengan perhitungan durasi pengecoran RCP maka lihat rumus (4.37) untuk durasi total pengecoran.

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

#### **4.2.3.5 Pekerjaan *Median Drainse***

1. Pekerjaan galian dilakukan oleh Excavator dan hasil galian selanjutnya dipindah ke Dump Truck.
2. Dump Truck membuang hasil galian ke disposal area.
3. Setelah pekerjaan penggalian, selanjutnya adalah pemasangan RCP Precast untuk median drain.
4. RCP Precast dibawa oleh Flat Bed Truck ke lapangan.
5. Pemasangan RCP dilakukan oleh Mobile Crane.
6. Setelah semua pemasangan selesai lalu pekerjaan timbunan granular yang selanjutnya pekerjaan lean concrete untuk perkerasan rigid.

## **Perhitungan Volume**

Volume pekerjaan Box Culvert dibagi menjadi 2 yaitu, Galian dan pemasangan dihitung berdasarkan volume pada *Shop Drawing Median Drain* , dapat dirumuskan sebagai berikut :

### **Galian**

Volume pekerjaan Galian dihitung berdasarkan volume total Box Culvert, RCP, Box Tunnel, Median Drain dan Drainase Samping, perhitungan volume Galian sama dengan perhitungan volume Stripping Area maka lihat rumus (4.1)

### **Pemasangan RCP Median Drainase**

Volume pekerjaan pemasangan RCP Median Drainase dihitung berdasarkan volume total, perhitungan volume pemasangan RCP Median Drainase sama dengan perhitungan RCP maka lihat rumus (4.26)

### **Alat Yang Digunakan**

Pekerjaan RCP ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3), Untuk pekerjaan galian RCP Median Drain, Untuk pekerjaan pemasangan precast RCP Median Drain menggunakan *Flat Bed Truck* (Gambar 4.22) dan *Mobile Crane* (Gambar 4.24)

### **Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian dan pemasangan:

## **Galian**

### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Galian sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

### 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Galian sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

## **Pemasangan RCP**

### 1. Flat Bed Truck

Perhitungan produktivitas *Flat Bed Truck* untuk pekerjaan pemasangan RCP Median Drain sama dengan perhitungan produktivitas *Flat Bed Truck* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat rumus (4.35)

### 2. Mobile Crane

Perhitungan produktivitas *Mobile Crane* untuk pekerjaan pemasangan RCP Median Drain sama dengan perhitungan produktivitas *Mobile Crane* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat rumus (4.36)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :



- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Flat Bed Truck  $= \frac{1}{Q_{fb}}$
  4. Mobile Crane  $= \frac{1}{Q_{mc}}$
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### Perhitungan Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi alat atau tenaga kerja yang menentukan pekerjaan. Untuk demikian, durasi setiap pekerjaan Median Drainase dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

### Galian dan Pemasangan

$$\begin{aligned} \text{Durasi Galian} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ \text{Durasi Pemasangan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \end{aligned}$$

### Perhitungan Biaya Pekerjaan

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

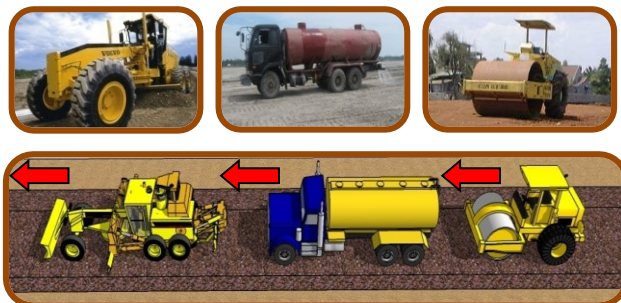
$$RAB = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

## 4.2.4 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat

### 4.2.4.1 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B

1. Excavator mencampur & memuat Agregat ke dalam Dump Truck di Quarry
2. Pada saat lahan yang telah ditimbun dan pekerjaan LPA akan dikerjakan, dilakukan pendatangan material timbunan langsung dari quarry. Material LPA dibawa ke lokasi proyek dengan menggunakan dump truck.
3. Penghamparan LPA dilakukan dengan Motor Grader dimulai dari sisi tepi dan berjalan ke depan sejauh 50 m dan dilanjutkan ke sisi tengah dst.
4. Penghamparan LPA dibasahi dengan Water Tank agar agregat yang dihamparkan maksimal saat akan dipadatkan.
5. Selanjutnya adalah pekerjaan pemadatan, emadatan dilakukan dengan menggunakan Vibro Roller, dimulai dari bagian tepi berjalan kedepan sejauh 50 m dilanjutkan ke bagian tengah begitu seterusnya. Agregat dipadatkan mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan sedemikian rupa yang sama.

Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B dengan metode pelaksanaan pada Jalan Tol Gempol – Pasuran Seksi 3B STA 25+000 – STA 31+000 ini memiliki panjang total area yang harus di kerjakan sebesar 6000 m, dengan lebar total 24,2 m dan ketebalan lapisan 0,15 m.



Gambar 4.26 Metode Pemadatan Lapis Agregat

## **Perhitungan Volume Lapis Pondasi Agregat**

Volume pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B dihitung berdasarkan panjang total pekerjaan dikalikan dengan lebar total pekerjaan dikalikan dengan tebal lapis pondasi agregat yaitu 15 cm, perhitungan volume Galian sama dengan perhitungan volume Stripping Area maka lihat rumus (4.1)

### **Alat Yang Digunakan**

Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3), *Motor Grader* (Gambar 4.7), *Vibro Roller* (Gambar 4.6) dan *Water Tank* (Gambar 4.8). *Excavator* digunakan untuk memuat material untuk diangkut ke lapangan dan *Dump Truck* untuk mengangkut material Agregat Kelas B sedangkan *Motor Grader* untuk menghamparkan material dan membentuk kemiringan badan jalan, *Vibro Roller* untuk memadatkan hasil timbunan tanah, *Water Tank* untuk membasahi timbunan saat akan dipadatkan.

### **Produktivitas Pekerjaan**

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan:

#### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Lapis Pondasi sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan Stripping Area, maka dari itu lihat rumus (4.3)

2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Lapis Pondasi sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan Stripping Area, maka dari itu lihat rumus (4.4)

3. Motor Grader

Perhitungan produktivitas *Motor Grader* untuk pekerjaan Lapis Pondasi sama dengan perhitungan produktivitas *Motor Grader* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.7)

4. Vibro Roller

Perhitungan produktivitas *Vibro Roller* untuk pekerjaan Lapis Pondasi sama dengan perhitungan produktivitas *Vibro Roller* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.8)

5. Water Tank

Perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Lapis Pondasi sama dengan perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.9)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari Excavator, Dump Truck, Motor Grader, Vibro Roller, dan Water Tank Truck maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Motor Grader  $= \frac{1}{Q_{MG}}$
  4. Vibro Roller  $= \frac{1}{Q_{Vib}}$
  5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}}$
  
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### Perhitungan Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi *Vibro Roller* untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B sama dengan perhitungan durasi pekerjaan Stripping area maka lihat rumus (4.5)

### Perhitungan Biaya Pekerjaan

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

## 4.2.5 Pekerjaan Perkerasan Beton

### 4.2.5.1 Pekerjaan Lean Concrete

1. Persiapan peralatan dan material yang dibutuhkan untuk pengecoran lean concrete.
2. Marking koordinat dan elevasi lean concrete sesuai dengan shop drawing.
3. Area lean concrete digali dan dipadatkan menggunakan stamper, kemudian dilakukan pengecekan elevasi dan koordinat.
4. Apabila elevasi dan koordinat sudah benar, maka pekerjaan dapat dilanjutkan. Tetapi jika elevasi dan koordinat belum tepat maka harus diperbaiki.
5. Pasang bekisting lean concrete dari baja hollow tebal sekitar 10cm
6. Pembersihan area cor meliputi pembersihan serpihan material dan kotoran lain, selain itu area cor harus dipastikan dalam keadaan kering.
7. Lakukan pengujian nilai slump ketika beton datang, apabila nilai slump tidak sesuai maka beton harus direject.
8. Beton dituang dari truck mixer ke area cor lean concrete menggunakan talang cor, lalu diratakan menggunakan jidar.

### Perhitungan Volume

Volume pekerjaan pengecoran dihitung berdasarkan volume pada *Shop Drawing*, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Volume = Panjang \times Lebar \times Tebal \quad (4.40)$$

Dimana :

- $v$  = Volume pengecoran ( $m^3$ )
- $p$  = Panjang total pengecoran (m)
- $l$  = Lebar area pengecoran (m)
- $t$  = Tebal pengecoran (m)

## Alat Yang Digunakan

Pekerjaan pengecoran untuk Lean Concrete Main Road ini menggunakan kombinasi alat *Batching Plan* (Gambar 4.19), *Concrete Truck* (Gambar 4.23), dan *Water Tank Truck* (Gambar 4.8).

## Pengecoran

### 1. Batching Plan

Perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan *RCP*, maka dari itu lihat rumus (4.29)

### 2. Truck Mixer

Perhitungan produktivitas *Truck Mixer* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Truck Mixer* untuk pekerjaan *RCP*, maka dari itu lihat rumus (4.30)

### 3. Water Tank

Perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.9)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}}$
  2. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}}$
  3. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}}$
  
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan pengecoran, maka digunakan kapasitas produksi *Batching Plan* untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan pengecoran Lean Concrete Main Road sama dengan perhitungan durasi pekerjaan Stripping area maka lihat rumus (4.5)

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$



#### 4.2.5.2 Pekerjaan Fabrikasi Dowel dan Tie Bar

1. Besi tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan yang diperlukan menggunakan tenaga kerja atau alat.
2. Batang tulangan dipasang / disusun sesuai dengan Gambar Pelaksanaan dan persilangannya diikat kawat.

#### Perhitungan Volume

Volume pekerjaan fabrikasi Dowel dan Tie Bar dihitung berdasarkan volume pada *Shop Drawing*, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan 1 Lajur} = \frac{\text{Lebar alat}}{\text{Jarak antar tulangan}} \times 2 \quad (4.41)$$

$$\text{Pemasangan Memanjang} = \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{Jarak antar tulangan}} \quad (4.42)$$

$$\text{Lonjor besi untuk tulangan} = \frac{\text{Panjang 1 lonjor besi}}{\text{Panjang tulangan}} \quad (4.43)$$

$$\text{Jumlah lonjor besi} = \frac{\text{Kebutuhan tulangan}}{\text{Tulangan untuk 1 lonjor besi}} \quad (4.44)$$

#### Alat Yang Digunakan

Pekerjaan fabrikasi Dowel dan Tie Bar ini menggunakan kombinasi alat *Bar Cutter* dan *Bar Bender* (Gambar 4.18)

## Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan :

### Pembesian

Produktivitas alat untuk pekerjaan pembesian tergantung pada durasi pembesian yang nantinya akan dibahas pada perhitungan durasi.

$$Q = \frac{\text{Volume Kebutuhan Pembesian (Kg)}}{\text{Rencana Durasi} \times \text{Jam Kerja Per Hari}} \quad (4.45)$$

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Bar Bender  $= \frac{1}{Q_{bb}}$
  2. Bar Cutter  $= \frac{1}{Q_{bc}}$
  
- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t}$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t}$
  3. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

$$\text{Durasi Pembesian} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup}}$$

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$

### 4.2.5.3 Pekerjaan Perkerasan Rigid

1. Pemetaan dan pemasangan patok besi sensor Wirtgen SP500



Gambar 4.27 Pemetaan Sensor Rigid

Melakukan pemetaan/*site plan* untuk menentukan patok sensor Wirtgen SP500 sesuai ketebalan elevasi rencana menggunakan alat *Total Station*.

Kemudian melakukan fabrikasi tulangan dowel dan tie bar di workshop proyek. Fabrikasi tulangan berupa pemotongan tulangan dowel dengan  $\varnothing 32$  mm sepanjang 70 cm, tie bar dengan D-13 mm sepanjang 80 cm. Proses pengecatan tulangan dowel dilakukan dengan cara mengecat di tengah tulangan dowel agar saat hujan, air yang masuk melalui celah potongan segmen rigid tidak membuat besi berkarat. Setengah bagian dowel diolesi minyak *grease*, kemudian ditutup dengan plastik. Tujuan dari memberi minyak *grease* agar plastik tidak sobek saat dimasukkan ke dalam campuran beton yang telah dihampar dan tidak memengaruhi *workability* beton.

## 2. Pembersihan *Lean Concrete* (LC)



*Gambar 4.28 Pembersihan Lean Concrete*

Pembersihan dengan alat *compressor* dari pasir dan batu untuk mendapat elevasi yang akurat. embersihan *Lean Concrete* (LC)

## 3. Pemasangan *String Line* Wirtgen SP500 Pada Patok Besi



*Gambar 4.29 Kabel Patok Sensor dan String Line*

Memasangan sensor berupa kawat besi yang dikaitkan pada patok-patok besi yang dipasang setiap jarak 5 m untuk memanjang dan 5,85 m untuk melintang.

#### 4. Penghamparan Plastik (*Bond Breaker*)



*Gambar 4.30 Penghamparan Plastik*

Tujuan pemberian plastik ini adalah untuk membatasi permukaan LC Rigid dengan lapisan rigid agar beton rigid tidak mengikat (menyatu) beton LC rigid yang sudah kering.

#### 5. Mendatangkan Beton Kelas P Dari *Batching Plant* Dengan *Dump Truck*



*Gambar 4.31 Beton Datang Dari Batching Plan*

6. Melakukan *Slump Test*

Gambar 4.32 Uji Slump Beton Kelas P

Tinggi rencana slump untuk kelas P menurut tabel spesifikasi teknis adalah  $5,0 \pm 2,5$  cm *di batching plant*. Namun beton dibuat *setting* dengan slump maksimum saat pengecoran adalah maksimum 3 cm dengan  $f_s'$  45 MPa (kuat lentur) atau K-450 (kuat tekan) pada umur 28 hari.

## 7. Pengecoran Beton Kelas P



*Gambar 4.33 Proses Penuangan Beton Kelas P*

Pekerja dan Tukang dengan pengawasan QC meletakkan tulangan dowel dan tie bar pada mesin pemasangan dowel dan tie bar di mesin Wirtgen SP500.



#### 8. Meratakan Permukaan

Perataan permukaan beton rigid dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan perataan dari mesin *Concrete Paver Machine* Wirtgen SP500, dan dibantu dengan tenaga manual pekerja. Pada Wirtgen SP500, didapati lembar *geotextile non woven* (putih) pada saat perataan permukaan beton. Tujuannya adalah menghilangkan gelembung-gelembung sisa pada permukaan beton akibat dari *mix* beton pada alat paver machine Wirtgen SP500

#### 9. *Grooving* Permukaan Beton



*Gambar 4.34 Grooving Beton*

Memberikan tekstur kasar / *grooving* pada permukaan dengan *grooving tools* kurang lebih 30 menit setelah diratakan (beton *final setting*).

## 10. *Curing Compound*



*Gambar 4.35 Curring Compound*

Melakukan *curing compound* dengan menghamparkan *geotextile non woven* (putih) di atas permukaan perkerasan. Melakukan perawatan secara berkala dengan menyirami perkerasan 3 kali sehari pagi, siang dan sore. Hingga beton berumur 7 hari.

## 11. *Cutting* Beton



*Gambar 4.36 Cutting Beton*

Melakukan *cutting* pada perkerasan dengan kedalaman 10 cm disetiap jarak 5 m dengan *concrete cutter*. Pada saat *cutting*, area yang akan dipotong harus diberi air untuk mempermudah proses pemotongan beton.

## 12. *Joint Sealent*



*Gambar 4.37 Proses Joint Sealent*

Menyiapkan sealer yang dipanaskan hingga pada suhu 200 C. Pembersihan lubang *cutting* dengan *compressor*. Permukaan *rigid* diselotip agar saat *sealer* dituang ke lubang *cutting* rapi dan tidak meluber. Setelah bersih dan isolasi sudah terpasang, sealer siap dituang ke dalam lubang. *sealer* harus dalam kondisi panas agar mencair dan bisa dituang ke dalam sela-sela lubang.

### **Perhitungan Volume**

Perhitungan volume pengecoran untuk Perkerasan Rigid sama dengan perhitungan volume pengecoran Lean Concrete maka dari itu untuk perhitungan volume pengecoran lihat rumus (4.46)

## Alat Yang Digunakan

Pekerjaan ini menggunakan kombinasi alat *Excavator* (Gambar 4.1), *Dump Truck* (Gambar 4.3) untuk mengangkut dan menghamparkan beton dan untuk pekerjaan pengecoran menggunakan *Batching Plan* (Gambar 4.19), *Concrete Paver Machine*, *Water Tank Truck* (Gambar 4.8).

## Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan Pengecoran Perkerasan Rigid :

### 1. Excavator

Perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Excavator* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.3)

### 2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Dump Truck* untuk pekerjaan *Stripping Area*, maka dari itu lihat rumus (4.4)

### 3. Batching Plan

Perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Batching Plan* untuk pekerjaan *RCP*, maka dari itu lihat rumus (4.33)

## 4. Concrete Paver Machine

$$Q_{cpv} = b \times t \times Fa \times V \times 60 \quad (4.46)$$

(Sumber: Lampiran Permen PU-PR 28 2016 Pedoman Analisa Harga Satuan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum)

Keterangan :

- $Q_{cpv}$  = Kapasitas untuk pengecoran, m<sup>3</sup> / Jam  
 $b$  = Lebar hamparan alat; m  
 $t$  = Tebal hamparan alat; m  
 $Fa$  = Faktor efisiensi alat (Tabel 4.4)  
 $v$  = Kecepatan menghampar; m/menit

## 5. Water Tank

Perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan pengecoran sama dengan perhitungan produktivitas *Water Tank* untuk pekerjaan Timbunan Tanah, maka dari itu lihat rumus (4.9)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{exca}}$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{DT}}$
  3. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}}$
  4. Concrete Paver  $= \frac{1}{Q_{cpv}}$
  5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}}$

- Koefisien Tenaga :
  1. Tukang  $= \frac{Tk \times T}{Qt}$
  2. Pekerja  $= \frac{Tk \times P}{Qt}$
  3. Mandor  $= \frac{Tk \times M}{Qt}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi *Batching Plan* untuk menentukan durasi pekerjaan. Perhitungan durasi pekerjaan Perkerasan Beton sama dengan perhitungan durasi pekerjaan Stripping area maka lihat rumus (4.5)

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

## **4.2.6 Pekerjaan Lain - Lain**

### **4.2.6.1 Pekerjaan Concrete Barrier**

1. Pekerjaan pemasangan Concrete Barrier dilakukan menggunakan Flat Bed Truck dan Mobile Crane
2. Concrete Barrier Precast dibawa oleh Flat Bed Truck ke lapangan.
3. Pemasangan RCP dilakukan oleh Mobile Crane dan dibantu dengan tenaga kerja

## Perhitungan Volume

Volume pekerjaan pemasangan Concrete Barrier Precast dihitung berdasarkan volume total, perhitungan volume pemasangan RCP Median Drainase sama dengan perhitungan RCP maka lihat rumus (4.26)

## Alat Yang Digunakan

Pekerjaan pemasangan Concrete Barrier Precast ini menggunakan kombinasi alat untuk pekerjaan pemasangan Concrete Barrier Precast *Flat Bed Truck* (Gambar 4.22) dan *Mobile Crane* (Gambar 4.24)

## Produktivitas Pekerjaan

Produktivitas Pekerjaan dapat dihitung dengan kombinasi alat – alat berat yang digunakan dan juga jenis pekerjaan yang dilakukan, berikut perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian dan pemasangan:

### Pemasangan RCP

- Flat Bed Truck  
Perhitungan produktivitas *Flat Bed Truck* untuk pekerjaan pemasangan RCP Median Drain sama dengan perhitungan produktivitas *Flat Bed Truck* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat rumus (4.35)
- Mobile Crane  
Perhitungan produktivitas *Mobile Crane* untuk pekerjaan pemasangan RCP Median Drain sama dengan perhitungan produktivitas *Mobile Crane* untuk pekerjaan RCP, maka dari itu lihat rumus (4.36)

Apabila sudah diketahui kapasitas produksi dari setiap pekerjaan maka langkah selanjutnya adalah menentukan koefisien dari alat berat dan tenaga. Adapaun cara untuk menentukan koefisien alat berat dan tenaga kerja adalah dengan rumus sebagai berikut :

- Koefisien Alat Berat :
  1. Flat Bed Truck  $= \frac{1}{Qfb}$
  2. Mobile Crane  $= \frac{1}{Qmc}$
- Koefisien Tenaga :
  1. Pekerja  $= \frac{Tk \times P}{Qt}$
  2. Mandor  $= \frac{Tk \times M}{Qt}$

### **Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi alat atau tenaga kerja yang menentukan pekerjaan. Untuk demikian, durasi setiap pekerjaan Concrete Barrier dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Durasi Pemasangan} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}}$$

### **Perhitungan Biaya Pekerjaan**

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Analisa Harga Satuan Pekerjaan}$$



*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **BAB V**

### **PERHITUNGAN VOLUME DAN PRODUKTIVITAS**

#### **5.1 Tahapan Pekerjaan**

Tahapan Pekerjaan untuk penulisan Tugas Akhir ini dimulai dari perhitungan volume berdasarkan data spesifikasi yang di dapat dan berdasarkan Shop Drawing proyek.

Item Pekerjaan untuk perhitungan volume dan produktivitas pada bab 5 ini mengacu pada item pekerjaan pada bab 4 yang terdiri dari: Pekerjaan Persiapan (Stripping Area); Pekerjaan Tanah (Timbunan, Galian, Geotekstile); Pekerjaan Drainase (Drainase Samping, RCP, Box Culvert, Box Tunnel, Median Drain); Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat (LPA Kelas B); Pekerjaan Perkerasan Beton (Lean Concrete, Perkerasan Beton, Dowel & Tie Bar); Pekerjaan Lain – Lain (Concrete Barrier, Pengecaran Marka Jalan).

#### **5.2 Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi**

##### **5.2.1 Pekerjaan Persiapan**

###### **5.2.1.1 Pekerjaan Stripping Area**

Pekerjaan Stripping Area dilakukan menggunakan kombinasi alat Bulldozer, Excavator dan Dump Truck dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

##### **1. Data Spesifikasi Pekerjaan :**

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Jarak disposal area (L)	= 5 km
Faktor pengembangan bahan (Fk)	= 1,2
Lebar lahan	= 60 m
Panjang lahan	= 6000 m
Dalam galian	= 0,3 m

**Perhitungan Volume :**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 6000 \text{ m} \times 60 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\
 &= 108000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**2. Perhitungan Produktivitas :*****Bulldozer***

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar blade (L)} &= 4,5 \text{ m} \\
 \text{Tinggi blade (H)} &= 1,11 \text{ m} \\
 \text{Faktor pisau (Fb)} &= 0,7 \\
 \text{Kapasitas pisau (q)} &= L \times (H^2) \times Fb \\
 &= 3,89 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Jarak gusur (l)} &= 100 \text{ m} \\
 \text{Kecapatan mengupas (Vf)} &= 4 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan mundur (Vr)} &= 8 \text{ km/jam} \\
 \text{Faktor kemiringan pisau (Fm)} &= 1 \\
 \text{Waktu gusur (T1)} &= (l \times 60) : Vf \\
 &= 1,5 \text{ menit} \\
 \text{Waktu kembali (T2)} &= (l \times 60) : Vr \\
 &= 0,75 \text{ menit} \\
 \text{Waktu lain-lain (T3)} &= 0,1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 2,35 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qbull)} &= \frac{q \times Fb \times Fa \times Fm \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{3,85 \times 0,83 \times 1 \times 60}{2,35}
 \end{aligned}$$

$$(Qbull) = 68,66 \text{ m}^3/\text{jam}$$

***Excavator***

Kapasitas bucket (V)	= 0,7 m <sup>3</sup>
Faktor pisau (Fb)	= 1
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Faktor konversi galian (Fv)	= 0,9
Waktu gali (T1)	= 15 detik
Waktu putar (T2)	= 6 detik
Waktu muat (T3)	= 6 detik
Waktu putar kembali (T4)	= 6 detik
Waktu siklus (Ts)	= 33 detik
	= 0,55 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qexc)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\ &= \frac{0,7 \times 0,83 \times 1 \times 60}{0,55 \times 0,9} \end{aligned}$$

$$(Qexc) = 70,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

***Dump Truck***

Kapasitas bak (V)	= 12 m <sup>3</sup>
Faktor bahan (Fk)	= 1,2
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Berat isi material (D)	= 1
Kecapatan bermuatan (v1)	= 20 km/jam
Kecapatan kosong (v2)	= 30 km/jam
Waktu muat (T1)	= $\frac{V \times 60}{D \times QExca}$
	= 8,5 menit
Waktu tempuh isi (T2)	= $\frac{L \times 60}{v1}$
	= 15 menit
Waktu tempuh kosong (T3)	= $\frac{L \times 60}{v2}$
	= 10 menit
Waktu lain lain (T4)	= 1 menit
Waktu siklus (Ts)	= 34,52 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q DT)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \\ &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1 \times 2,35} \\ (\text{Q DT}) &= 14,43 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

### 3. Jumlah Alat Berat

$$\begin{aligned} \text{Bulldozer} &= \frac{\text{Produktivitas Bulldozer}}{\text{Produktivitas Bulldozer}} \\ &= 1 \text{ Bulldozer} \\ \text{Excavator} &= \frac{\text{Produktivitas Bulldozer}}{\text{Produktivitas Excavator}} \\ &= 1 \text{ Excavator} \\ \text{Dump Truck} &= \frac{\text{Cycle Time Dump Truck}}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{34,52}{8,5} = 4 \text{ Dump Truck} \end{aligned}$$

### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 8 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$\begin{aligned} &= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\ &= 68,66 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \times 7 \text{ jam} \\ &= 480,64 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Bulldozer} &= \frac{1}{\text{QBull}} = 0,015 \\ 2. \text{ Excavator} &= \frac{1}{\text{QExca}} = 0,014 \\ 3. \text{ Dump Truck} &= \frac{1}{\text{QDT}} = 0,069 \end{aligned}$$

- Koefisien Tenaga :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Mandor} &= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{480,64} \\
 &= 0,015 \\
 2. \text{ Pekerja} &= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 8}{480,64} \\
 &= 0,117
 \end{aligned}$$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Stripping Area dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Stripping Area} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\
 &= \frac{108000 \text{ m}^3}{480,64 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 225 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

### 5.2.2 Pekerjaan Tanah

#### 5.2.1.2 Pekerjaan Timbunan Tanah

Pekerjaan Timbunan Tanah dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, Motor Grader, Vibro Roller dan Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Jarak disposal area (L)	= 5 km
Faktor pengembangan bahan (Fk)	= 1,2
Tebal hamparan padat (t)	= 0,25 m

**Perhitungan Volume :**

Volume pekerjaan Timbunan Tanah dihitung berdasarkan luas penampang Timbunan, luas penampang dapat diketahui dengan bantuan *Autocad* lalu dikalikan dengan panjang tiap cross section yaitu 50 m. Detail perhitungan dapat dilihat pada lampiran.

$$\begin{aligned}\text{Volume Total} &= \frac{(\text{Luas Timb.1} + \text{Luas Timb.2})}{2} \times p \\ &= 734528,64 \text{ m}^3\end{aligned}$$

**2. Perhitungan Produktivitas :*****Excavator***

Kapasitas bucket (V)	= 0,7 m <sup>3</sup>
Faktor pisau (Fb)	= 1
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Faktor konversi galian (Fv)	= 0,9
Waktu gali (T1)	= 15 detik
Waktu putar (T2)	= 6 detik
Waktu muat (T3)	= 6 detik
Waktu putar kembali (T4)	= 6 detik
Waktu siklus (Ts)	= 33 detik = 0,55 menit

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi/jam (Qexc)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\ &= \frac{0,7 \times 0,83 \times 1 \times 60}{0,55 \times 0,9}\end{aligned}$$

$$(Qexc) = 70,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

***Dump Truck***

Kapasitas bak (V)	= 12 m <sup>3</sup>
Faktor bahan (Fk)	= 1,2
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Berat isi material (D)	= 1

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{D \times Q_{\text{Exca}}} \\
 &= 8,5 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu lain lain (T4)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 34,52 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Q DT)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \\
 &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1 \times 2,35}
 \end{aligned}$$

$$(Q DT) = 14,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### ***Motor Grader***

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang hamparan (Lh)} &= 50 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan rata-rata (v)} &= 4 \text{ km/jam} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 12 \text{ lintasan} \\
 \text{Pengupasan tiap lintasan (N)} &= 2 \text{ kali} \\
 \text{Tebal hamparan padat (t)} &= 0,25 \text{ m} \\
 \text{Lebar efektif pisau (b)} &= 2,6 \text{ m} \\
 \text{Lebar overlap (b)} &= 0,3 \text{ m} \\
 \text{Waktu 1 kali lintasan (T1)} &= (L_h \times 60) / (v \times 1000) \\
 &= (50 \times 60) / (4 \times 1000) \\
 &= 0,75 \text{ menit} \\
 \text{Waktu lain – lain (T2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 1,75 \text{ menit}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Produksi/jam (Q MG)} &= \frac{Lh x (n x (b - b_0) + b_0) x t x F_a x 60}{N x n x T_s x F_k} \\
 &= \frac{50 x (12 x (2,6 - 0,3) + 0,3) x 0,25 x 0,83 x 60}{2 x 12 x 1,75 x 1,2} \\
 &= 332,14 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### ***Vibro Roller***

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar total roda pematat (b)} &= 2,134 \text{ m} \\
 \text{Lebar overlap (b}_0) &= 0,2 \text{ m} \\
 \text{Lebar efektif pemadatan (b}_e) &= (b - b_0) \\
 &= 1,934 \text{ m} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (F}_a) &= 0,83 \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 12 \text{ lintasan} \\
 \text{Kecepatan rata - rata (v)} &= 4 \text{ km/jam} \\
 \text{Tebal hamparan padat (t)} &= 0,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Q Vib)} &= \frac{(v \times 1000 \times b_e) \times t \times F_a}{n} \\
 &= \frac{(4 \times 1000 \times 1,93) \times 0,25 \times 0,83}{12}
 \end{aligned}$$

$$(Q \text{ Vib}) = 133,77 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### ***Water Tank***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pompa air (p}_a) &= 500 \text{ liter/menit} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (F}_a) &= 0,83 \\
 \text{Kebutuhan air /m}^3 \text{ material padat (W}_c) &= 0,07 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Q wt)} &= \frac{p_a \times F_a \times 60}{1000 \times W_c} \\
 &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07}
 \end{aligned}$$

$$(Q \text{ wt}) = 355,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### 3. Jumlah Alat Berat

$$\begin{aligned}
 \text{Excavator} &= \frac{\text{Produktivitas Vibro Roller}}{\text{Produktivitas Excavator}} \\
 &= 2 \text{ Excavator} \\
 \text{Dump Truck} &= \frac{\text{Cycle Time Dump Truck}}{\text{Loading Time}} \times n \text{ Exca} \\
 &= \frac{34,52}{8,5} = 4 \text{ Dump Truck} \times 2 \\
 &= 8 \text{ Dump Truck} \\
 \text{Motor Grader} &= \frac{\text{Produktivitas Vibro Roller}}{\text{Produktivitas Motor Grader}} \\
 &= 1 \text{ Motor Grader} \\
 \text{Vibro Roller} &= \frac{\text{Produktivitas Vibro Roller}}{\text{Produktivitas Vibro Roller}} \\
 &= 1 \text{ Vibro Roller} \\
 \text{Water Tank} &= 1 \text{ Water Tank}
 \end{aligned}$$

### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 8 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\
 &= 133,77 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \times 7 \text{ jam} \\
 &= 936,38 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Excavator} &= \frac{1}{Q_{\text{exca}}} = 0,014 \\
 2. \text{ Dump Truck} &= \frac{1}{Q_{\text{DT}}} = 0,069 \\
 3. \text{ Motor Grader} &= \frac{1}{Q_{\text{MG}}} = 0,003
 \end{aligned}$$

$$4. \text{ Vibro Roller} = \frac{1}{Q_{\text{vib}}} = 0,007$$

$$5. \text{ Water Tank Truck} = \frac{1}{Q_{\text{wt}}} = 0,003$$

- Koefisien Tenaga :

$$1. \text{ Mandor} = \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{936,38} = 0,015$$

$$2. \text{ Pekerja} = \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 8}{936,38} = 0,117$$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Timbunan Tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Timbunan Tanah} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{734528,64 \text{ m}^3}{936,38 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 784 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### 5.2.1.3 Pekerjaan Geotextile

Pekerjaan Pemasangan Geotextile dilakukan menggunakan kombinasi beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

$$\text{Lebar geotextile} = 33,58 \text{ m}$$

$$\text{Panjang total pemasangan} = 3600 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah lapis} = 2 \text{ lapis}$$

$$\text{Lokasi pemasangan geotextile} = \text{STA } 26+950 - 27+550$$

$$= \text{STA } 28+000 - 31+000$$

### Perhitungan Volume :

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{jumlah lapis} \\ &= 3600 \text{ m} \times 33,58 \text{ m} \times 2 \\ &= 241776 \text{ m}^2\end{aligned}$$

### 2. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 10 orang

Rencana Produksi/Hari ( $Q_t$ )

$$\begin{aligned}&= \text{Rencana Produksi/Jam} \times \text{Jam Kerja} \\ &= 142,86 \text{ m}^2/\text{jam} \times 7 \text{ jam} \\ &= 1000 \text{ m}^2/\text{hari}\end{aligned}$$

### 3. Koefisien

- Koefisien Tenaga :

$$\begin{aligned}1. \text{ Mandor} &= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{1000} \\ &= 0,007 \\ 2. \text{ Pekerja} &= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 8}{1000} \\ &= 0,07\end{aligned}$$

### 4. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan pemasangan geotextile dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Durasi Geotextile} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{241776 \text{ m}^3}{1000 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 242 \text{ Hari}\end{aligned}$$

### 5.2.1.4 Pekerjaan Galian Drainase

Pekerjaan Galian Drainase dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator dan Dump Truck dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Jarak disposal area (L)	= 5 km
Faktor pengembangan bahan (Fk)	= 1,2

#### Perhitungan Volume :

Volume pekerjaan Galian Drainase dihitung berdasarkan rekapitulasi perhitungan Galian dari setiap jenis drainase..

Vol. Galian Box Culvert	= 14164 m <sup>3</sup>	= 29,3%
Vol. Galian Box RCP	= 707,59 m <sup>3</sup>	= 1,5%
Vol. Galian Box Tunnel	= 3023,22 m <sup>3</sup>	= 6,2%
Vol. Galian Drainase Samping	= 29225,7 m <sup>3</sup>	= 60,4%
Vol. Galian Median Drain	= 2288 m <sup>3</sup>	= 2,7%

Volume Galian Drainase Total = 48407,51 m<sup>3</sup> = **100%**

#### 2. Perhitungan Produktivitas :

##### *Excavator*

Kapasitas bucket (V)	= 0,7 m <sup>3</sup>
Faktor pisau (Fb)	= 1
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Faktor konversi galian (Fv)	= 0,9
Waktu gali (T1)	= 15 detik
Waktu putar (T2)	= 6 detik
Waktu muat (T3)	= 6 detik
Waktu putar kembali (T4)	= 6 detik

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus (Ts)} &= 33 \text{ detik} \\ &= 0,55 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi/jam (Qexc)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\ &= \frac{0,7 \times 0,83 \times 1 \times 60}{0,55 \times 0,9}\end{aligned}$$

$$(Qexc) = 70,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### ***Dump Truck***

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas bak (V)} &= 12 \text{ m}^3 \\ \text{Faktor bahan (Fk)} &= 1,2 \\ \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\ \text{Berat isi material (D)} &= 1 \\ \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\ \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{D \times QExca} \\ &= 8,5 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\ &= 15 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\ &= 10 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu lain lain (T4)} &= 1 \text{ menit} \\ \text{Waktu siklus (Ts)} &= 34,52 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas produksi/jam (Q DT)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \\ &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1 \times 2,35}\end{aligned}$$

$$(Q DT) = 14,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### 3. Jumlah Alat Berat

$$\begin{aligned}
 \text{Excavator} &= \frac{\text{Produktivitas Excavator}}{\text{Produktivitas Excavator}} \\
 &= 1 \text{ Excavator} \\
 \text{Dump Truck} &= \frac{\text{Cycle Time Dump Truck}}{\text{Loading Time}} \times n \text{ Exca} \\
 &= \frac{34,52}{8,5} = 4 \text{ Dump Truck}
 \end{aligned}$$

### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 4 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\
 &= 70,42 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \times 7 \text{ jam} \\
 &= 492,94 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{\text{Exca}}} = 0,014$
2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{DT}}} = 0,069$

- Koefisien Tenaga :

1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{1000} = 0,014$
2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 4}{1000} = 0,117$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Galian Drainase dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total Galian} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{48407,5 \text{ m}^3}{492,94 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 98 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Galian Box Culvert} &= 29,3\% \times 98 \text{ Hari} \\ &= 29 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Galian Box RCP} &= 1,5\% \times 98 \text{ Hari} \\ &= 1 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Galian Box Tunnel} &= 6,2\% \times 98 \text{ Hari} \\ &= 6 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Galian Drainase Samping} &= 60,4\% \times 98 \text{ Hari} \\ &= 59 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Galian Median Drain} &= 2,7\% \times 98 \text{ Hari} \\ &= 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### 5.2.3 Pekerjaan Drainase

#### 5.2.3.1 Pekerjaan Drainase Samping

Pekerjaan Drainase Samping dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, dan Concrete Mixer dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

$$\begin{aligned} \text{Jam kerja efektif (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\ \text{Jarak disposal area (L)} &= 5 \text{ km} \\ \text{Panjang penampang Trapesium (Kiri)} &= 4715 \text{ m} \end{aligned}$$



Panjang penampang Trapesium (Kanan) = 4775 m  
 Panjang penampang Lengkung (Kiri) = 1285 m  
 Panjang penampang Lengkung (Kanan) = 1225 m

### **Perhitungan Volume Galian :**

#### **Penampang Trapesium**

Vol. Galian Trapesium = Luas Galian x Panjang  
 = 2,614 m x 9490 m  
 = 25261,9 m<sup>3</sup>

#### **Penampang Lengkung**

Vol. Galian Lengkung = Luas Galian x Panjang  
 = 1,579 m x 2510 m  
 = 3963,79 m<sup>3</sup>

Total Galian Drainase Samping = 25261,9 + 3963,79  
 = 29225,7 m<sup>3</sup>

### **Perhitungan Volume Pengecoran :**

#### **Penampang Trapesium**

Luas Trapesium Luar =  $\frac{1}{2}(3,42 + 1,12) \times 1,15$   
 = 2,614 m

Luas Trapesium Dalam =  $\frac{1}{2}(2,99 + 1) \times 1$   
 = 1,99 m

Volume Trapesium = (2,614 m - 1,99 m) x 9490 m  
 = 6339,32 m<sup>3</sup>

#### **Penampang Lengkung**

Volume Lengkung = 0,55 x 2510  
 = 1380,5 m

$$\begin{aligned} \text{Total Pengecoran Drainase} &= 6339,32 + 1380,5 \\ &= 7719,82 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk pekerjaan Galian Drainase Samping dilanjutkan pada Perhitungan Galian Drainase.

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### *Concrete Mixer*

Kapasitas tangki (V)	= 350 liter
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu gali (T1)	= 0,5 menit
Waktu putar (T2)	= 1 menit
Waktu muat (T3)	= 0,3 menit
Waktu putar kembali (T4)	= 0,2 menit
Waktu siklus (Ts)	= 2 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qcm)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times 1000} \\ &= \frac{350 \times 0,83 \times 60}{2 \times 1000} \end{aligned}$$

$$(Qcm) = 34,86 \text{ m}^3/\text{jam}$$

## 3. Jumlah Alat Berat

$$\begin{aligned} \text{Concrete Mixer} &= \frac{\text{Produktivitas Concrete Mixer}}{\text{Produktivitas Concrete Mixer}} \\ &= 1 \text{ Concrete Mixer} \end{aligned}$$

## 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 2 orang
3. Pekerja = 5 orang

$$\begin{aligned}
 & \text{Rencana Produksi/Hari (Qt)} \\
 & = \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\
 & = 34,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \times 7 \text{ jam} \\
 & = 244,02 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

## 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

$$1. \text{ Concrete Mixer} = \frac{1}{Q_{cm}} = 0,029$$

- Koefisien Tenaga :

$$1. \text{ Mandor} = \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{244,02} = 0,029$$

$$2. \text{ Tukang} = \frac{T_k \times T}{Q_t} = \frac{7 \times 2}{244,02} = 0,057$$

$$3. \text{ Pekerja} = \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 5}{244,02} = 0,143$$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Drainase Samping dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Total Galian} & = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\
 & = \frac{7719,82 \text{ m}^3}{244,02 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 & = 32 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

### 5.2.3.2 Pekerjaan Reinforced Concrete Pipe

Pekerjaan RCP dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, Concrete Pump, Truck Mixer, Concrete Vibro, Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

## 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Lokasi RCP	= STA 25+056
Panjang 1 RCP precast	= 2,45 m
Panjang RCP	= 46,62 m
Lebar LC RCP	= 1,8 m
Tinggi Selimut RCP	= 1,6 m

Perhitungan ini adalah salah satu contoh perhitungan pekerjaan Drainase RCP, RCP yang digunakan untuk contoh perhitungan ini adalah RCP Type 2,5 x 2,5 STA 25+027. Untuk rekapitulasi perhitungan pembesian, bekisting, pengecoran dan pemasangan RCP dapat dilihat pada Lampiran bagian RCP.

### Perhitungan Volume Galian :

$$\begin{aligned} \text{Volume Galian} &= \text{panjang} \times \text{lebar LC} \times \text{tinggi selimut} \\ &= 46,62 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} \\ &= 134,27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk pekerjaan Galian RCP dilanjutkan pada Perhitungan Galian Drainase.

### Perhitungan Volume Pembesian :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah batang} &: \\ \text{D13} &= 604 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tulangan} &: \\ \text{D13} &= 4038,49 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Perhitungan Luas Bekisting :**

$$\text{Luas Bekisting} = (2 \times p \times t) + (2 \times l \times t)$$

$$\text{Luas Bekisting} = (2 \times 46,62 \times 1,6) + (2 \times 1,8 \times 1,6)$$

$$\text{Luas Bekisting} = 154,94 \text{ m}^2$$

**Perhitungan Volume Pengecoran :**

$$\begin{aligned} \text{Vol. Pengecoran LC} &= \text{Lebar LC} \times p \times 0,1 \text{ m} \\ &= 1,8 \text{ m} \times 46,62 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \\ &= 8,39 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. Pengecoran RCP} &= \text{Luas Selimut RCP} \times p \\ &= 1,43 \text{ m} \times 46,62 \text{ m} \\ &= 66,67 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**Perhitungan Kebutuhan RCP Precast :**

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan RCP precast} &= \frac{\text{Panjang total drainase}}{\text{Panjang 1 rcp}} \\ &= \frac{46,62 \text{ m}}{2,45 \text{ m}} \\ &= 19 \text{ buah} \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### Pembesian

Berdasarkan penjabaran pada perhitungan pembesian RCP pada bab 4, perhitungan ini menggunakan analisa koefisien Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

#### A.4.1.1.17 Pembesian 10 kg dengan besi polos atau ulir

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group maks	1 Group
1	Pekerja	0,07	OH	20	20
2	Tukang Besi	0,07	OH	20	20
3	Kepala Tukang	0,007	OH	2	2
4	Mandor	0,004	OH	1	1

Sumber : Permen PUPR 28 - 2016 hal 599

0,07 Tukang Besi dapat menyelesaikan 10 kg/hari pekerjaan pembesian.

$$\begin{aligned} 0,07 \text{ Orang} &= 10 \text{ kg/hari} \\ 1 \text{ Orang} &= 142,86 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 1 Tukang Besi} &= \frac{\text{Kapasitas produksi}}{\text{Koef yang menentukan}} \\ &= \frac{10 \text{ kg}}{0,07} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Besi} = 142,86 \text{ kg/hari}$$

Jumlah maksimal 1 grup tenaga kerja untuk pembesian terdiri dari :

$$\text{Pekerja} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Tukang Besi} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ Tukang Besi}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,07}{0,0035} = 1 \text{ Mandor}$$

Digunakan jumlah maksimal untuk masing-masing tenaga kerja dan untuk jumlah grup digunakan 1 grup untuk pekerjaan pembesian RCP ini, maka jumlah total tenaga kerja yang digunakan adalah : 1 Mandor, 2 Kepala Tukang, 20 Tukang Besi, 20 Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 1 Grup} &= \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas 1 Tukang} \\ &= 20 \text{ Tukang} \times 142,86 \text{ kg/hari} \\ &= 2857,14 \text{ kg/hari (1 grup)} \end{aligned}$$

### Bekisting

Berdasarkan penjabaran pada perhitungan bekisting RCP pada bab 4, perhitungan ini menggunakan analisa koefisien Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

**B.25.a 1 m<sup>2</sup> Bekisting dinding beton expose dengan Multiflex 18 mm**

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group Max	1 Group
1	Pekerja	0,36	OH	10	10
2	Tukang Kayu	0,36	OH	10	10
3	Kepala Tukang	0,036	OH	1	1
4	Mandor	0,036	OH	1	1

Sumber : Permen PUPR 28 - 2016 hal 279

0,36 Tukang Kayu dapat menyelesaikan 1 m<sup>2</sup>/hari pekerjaan bekisting.

$$\begin{aligned} 0,36 \text{ Orang} &= 1 \text{ m}^2/\text{hari} \\ 1 \text{ Orang} &= 2,78 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} &= \frac{\text{Kapasitas produksi}}{\text{Koef yang menentukan}} \\ &= \frac{1 \text{ m}^2}{0,36} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} = 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Jumlah maksimal 1 grup tenaga kerja untuk bekisting terdiri dari :

$$\text{Pekerja} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ Tukang Kayu}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,036}{0,036} = 1 \text{ Mandor}$$

Digunakan jumlah maksimal untuk masing-masing tenaga kerja dan untuk jumlah grup digunakan 3 grup untuk pekerjaan bekisting RCP ini, maka jumlah total tenaga kerja yang digunakan adalah : 3 Mandor, 3 Kepala Tukang, 30 Tukang Kayu, 30 Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 3 Grup} &= \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas} \\ &= 30 \text{ Tukang} \times 2,78 \text{ m}^2/\text{hari} \\ &= 83,33 \text{ m}^2/\text{hari} \text{ (3 grup)} \end{aligned}$$

## **Pengecoran**

### ***Batching Plant***

Kapasitas angkat (V)	= 60 m <sup>3</sup>
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu mengisi (T1)	= 15 menit
Waktu mengaduk (T2)	= 10 menit
Waktu menumpahkan (T3)	= 10 menit
Waktu menunggu (T4)	= 5 menit
Waktu siklus (Ts)	= 40 menit



$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qbp)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \\ &= \frac{60 \times 0,83 \times 60}{40} \\ (\text{Qbp}) &= 74,7 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

### ***Truck Mixer***

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas tangki (V)} &= 7 \text{ m}^3 \\ \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\ \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\ \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\ \text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{Qbp} \\ &= 5,62 \text{ menit} \\ \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\ &= 15 \text{ menit} \\ \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v2} \\ &= 10 \text{ menit} \\ \text{Waktu menumpahkan (T4)} &= 10 \text{ menit} \\ \text{Waktu siklus (Ts)} &= 40,62 \text{ menit} \\ \text{Kapasitas produksi/jam (Qtm)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \\ &= \frac{7 \times 0,83 \times 60}{40,62} \\ (\text{Qtm}) &= 8,58 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

### ***Concrete Pump***

Produktivitas Concrete Pump dapat ditentukan dengan grafik pada Gambar 4.24 yaitu = 48 m<sup>3</sup>/jam

### ***Concrete Vibro***

Produktivitas Concrete Vibro bergantung pada produktivitas alat Batching Plan sebesar = 74,7 m<sup>3</sup>/jam

## Pemasangan RCP Precast

### *Mobile Crane*

Kapasitas angkat (V)	= 1 buah
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu mengangkat (T1)	= 2 menit
Waktu putar (T2)	= 1 menit
Waktu melepaskan (T3)	= 2 menit
Waktu putar kembali (T4)	= 1 menit
Waktu siklus (Ts)	= 6 menit
Kapasitas produksi/jam (Qmc)	$= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$ $= \frac{1 \times 0,83 \times 60}{6}$
(Qmc)	= 8 buah

### *Flat Bed Truck*

Kapasitas muat (V)	= 6 buah
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Kecapatan bermuatan (v1)	= 20 km/jam
Kecepatan kosong (v2)	= 30 km/jam
Waktu muat (T1)	= 15 menit
Waktu tempuh isi (T2)	$= \frac{L \times 60}{v1}$ $= 15 \text{ menit}$
Waktu tempuh kosong (T3)	$= \frac{L \times 60}{v1}$ $= 10 \text{ menit}$
Waktu bongkar muat (T4)	= 15 menit
Waktu siklus (Ts)	= 55 menit
Kapasitas produksi/jam (Qfb)	$= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$ $= \frac{6 \times 0,83 \times 60}{55}$
(Qfb)	= 5 buah

### 3. Jumlah Alat Berat

Batching Plant = 1 Batching Plant  
 Concrete Pump = 1 Concrete Pump  
 Truck Mixer = 7 Truck Mixer  
 Concrete Vibro = 2 Concrete Vibro  
 Mobile Crane = 1 Mobile Crane  
 Flat Bed Truck = 1 Flat Bed Truc

### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Pembesian :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 20 orang
3. Pekerja = 20 orang

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Bekisting :

1. Mandor = 3 orang
2. Tukang = 30 orang
3. Pekerja = 30 orang

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Pengecoran :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 2 orang

### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

1. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}} = 0,013$
2. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}} = 0,117$
3. Concrete Pump  $= \frac{1}{Q_{cp}} = 0,04$
4. Concrete Vibro  $= \frac{1}{Q_{cv}} = 0,013$
5. Flat Bed Truck  $= \frac{1}{Q_{fb}} = 0,18$
6. Mobile Crane  $= \frac{1}{Q_{mc}} = 0,12$

- Koefisien Tenaga Untuk Pembesian :
  1. Mandor = 0,004
  2. Tukang = 0,07
  3. Pekerja = 0,07
  
- Koefisien Tenaga Untuk Bekisting :
  1. Mandor = 0,036
  2. Tukang = 0,36
  3. Pekerja = 0,36
  
- Koefisien Tenaga Untuk Pengecoran :
  1. Mandor =  $\frac{Tk \times M}{Qt} = \frac{7 \times 1}{522,9} = 0,013$
  2. Pekerja =  $\frac{Tk \times P}{Qt} = \frac{7 \times 2}{522,9} = 0,027$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Pemasangan :
  1. Mandor =  $\frac{Tk \times M}{Qt} = \frac{7 \times 1}{35} = 0,018$
  2. Pekerja =  $\frac{Tk \times P}{Qt} = \frac{7 \times 4}{35} = 0,074$

## 6. Durasi Pekerjaan

### Pembesian

Durasi pembesian menggunakan produktivitas 1 grup yang telah dijabarkan pada perhitungan diatas.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Pembesian} &= \frac{\text{Volume besi (kg)}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup/hari}} \\
 &= \frac{4038,49 \text{ kg}}{2857,14 \text{ kg/hari}} \\
 &= 1,41 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

## Bekisting

Durasi bekisting menggunakan produktivitas 3 grup yang telah dijabarkan pada perhitungan diatas.

$$\begin{aligned} \text{Durasi Bekisting} &= \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{\text{Kapabilitas produksi 1 grup/hari}} \\ &= \frac{154,94 \text{ m}^2}{83,33 \text{ m}^2/\text{hari}} \\ &= 1,86 \text{ Hari} \end{aligned}$$

## Pengecoran RCP

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Truck Mixer} &= \frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapabilitas Truck Mixer}} \\ &= \frac{66,68}{7} = 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Delivery Capacity Concrete Pump} = 48 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Kerja (EK)} &= \text{Faktor Alat} = 0,83 \\ &= \text{Faktor OM} = 0,8 \\ &= \text{Faktor Cuaca} = 0,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapabilitas Produksi Concrete Pump} \\ \text{Qcp} &= \text{Delivery Capacity} \times \text{EK} \\ &= 48 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,83 \times 0,8 \times 0,85) \\ &= 27,091 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan Pekeja} = 1 \text{ grup (1 mandor, 2 pekerja)}$$

$$\text{Jam kerja per hari} = 7 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu persiapan} :$$

- Pengaturan posisi = 5 menit
- Pemasangan pompa = 15 menit
- Waktu tunggu pompa = 15 menit

- Durasi pergantian antar *truck mixer*  
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*  
= 10 buah x 5 menit = 50 menit
- Durasi waktu untuk pengujian slump  
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*  
= 10 buah x 5 menit = 50 menit
- Total Duraasi Persiapan = 135 menit

Waktu operasional pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi operasinonal} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{66,67}{27,09} \\ &= 2,46 \text{ jam} = 148 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu pasca pelaksanaan

- Waktu pembersihan pompa = 10 menit
- Waktu pembongkaran pompa = 15 menit
- Waktu perpindahan alat = 5 menit
- Waktu persiapan kembali = 5 menit
- Total Durasi Pasca Pelaksanaan = 35 menit

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= 135 \text{ menit} + 148 \text{ menit} + 35 \text{ menit} \\ &= 318 \text{ menit} = 5,3 \text{ jam} \\ &= 0,76 \text{ hari} \end{aligned}$$

### **Pemasangan RCP Precast**

$$\begin{aligned} \text{Durasi Pemasangan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{19 \text{ buah}}{38 \text{ buah/hari}} \\ &= 0,5 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### Perhitungan Biaya Pekerjaan

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

#### 5.2.3.3 Pekerjaan Box Culvert

Pekerjaan Box Culvert dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, Concrete Pump, Truck Mixer, Concrete Vibro, Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

##### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Lokasi Box Culvert	= STA 25+455
Panjang Box Culvert	= 44,15 m
Lebar Box Culvert	= 3 m
Tinggi Box Culvert	= 2,5 m
Lebar Dalam Box Culvert	= 2 m
Tinggi Dalam Box Culvert	= 2 m
Sisi miring bagian dalam	= 0,25 m

Perhitungan ini adalah salah satu contoh perhitungan pekerjaan Drainase Box Culvert, Box Culvert yang digunakan untuk contoh perhitungan ini adalah Box Culvert Type 2,0 x 2,0 x 1 STA 25+455. Untuk rekapitulasi perhitungan pembesian, bekisting, pengecoran dapat dilihat pada Lampiran bagian Box Culvert.

##### Perhitungan Volume Galian :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Galian} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 44,15 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \\
 &= 331,125 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk pekerjaan Galian Box Culvert dilanjutkan pada Perhitungan Galian Drainase.

### **Perhitungan Volume Pembesian :**

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah batang} &: \\
 \text{D13} &= 2389 \text{ buah} \\
 \text{D16} &= 1589 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tulangan} &: \\
 \text{D13} &= 7022 \text{ kg} \\
 \text{D16} &= 7564 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Berat total tulangan} = 14585,71 \text{ kg}$$

### **Perhitungan Luas Bekisting :**

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Bekisting} &= (2 \times p \times t \text{ luar}) + (2 \times p \times \\
 &t \text{ dalam}) + (l \text{ dalam} \times p) - (4 \times \text{sisi miring} \times p) + \\
 &(2 \times \text{luas Box Culvert})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Bekisting} &= (2 \times 44,15 \times 2,5) + (2 \times 44,15 \times 2) + (2 \\
 &\times 44,15) - (4 \times 0,25 \times 44,15) + (2 \times 2,5)
 \end{aligned}$$

$$\text{Luas Bekisting} = 446,5 \text{ m}^2$$

### **Perhitungan Volume Pengecoran :**

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Pengecoran LC} &= \text{Lebar LC} \times p \times 0,1 \text{ m} \\
 &= 3 \text{ m} \times 44,15 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \\
 &= 13,25 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Pengecoran BC} &= \text{Luas BC} \times p \\
 &= 2,15 \text{ m} \times 44,15 \text{ m} \\
 &= 110,38 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### Pembesian

Berdasarkan penjabaran pada perhitungan pembesian Box Culvert pada bab 4, perhitungan ini menggunakan analisa koefisien Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

#### A.4.1.1.17 Pembesian 10 kg dengan besi polos atau ulir

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group maks	1 Group
1	Pekerja	0,07	OH	20	20
2	Tukang Besi	0,07	OH	20	20
3	Kepala Tukang	0,007	OH	2	2
4	Mandor	0,004	OH	1	1

Sumber : Permen PUPR 28 - 2016 hal 599

0,07 Tukang Besi dapat menyelesaikan 10 kg/hari pekerjaan pembesian.

$$\begin{aligned}
 0,07 \text{ Orang} &= 10 \text{ kg/hari} \\
 1 \text{ Orang} &= 142,86 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas 1 Tukang Besi} &= \frac{\text{Kapabilitas produksi}}{\text{Koef yang menentukan}} \\
 &= \frac{10 \text{ kg}}{0,07}
 \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Besi} = 142,86 \text{ kg/hari}$$

Jumlah maksimal 1 grup tenaga kerja untuk pembesian terdiri dari :

$$\text{Pekerja} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Tukang Besi} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ Tukang Besi}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,07}{0,0035} = 1 \text{ Mandor}$$

Digunakan jumlah maksimal untuk masing-masing tenaga kerja dan untuk jumlah grup digunakan 2 grup untuk pekerjaan pembesian Box Culvert ini, maka jumlah total tenaga kerja yang digunakan adalah : 2 Mandor, 4 Kepala Tukang, 40 Tukang Besi, 40 Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 2 Grup} &= \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas} \\ &= 40 \text{ Tukang} \times 142,86 \text{ kg/hari} \\ &= 5714,29 \text{ kg/hari (2 grup)} \end{aligned}$$

### Bekisting

Berdasarkan penjabaran pada perhitungan bekisting Box Culvert pada bab 4, perhitungan ini menggunakan analisa koefisien Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

**B.25.a 1 m<sup>2</sup> Bekisting dinding beton expose dengan Multiflex 18 mm**

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group Max	1 Group
1	Pekerja	0,36	OH	10	10
2	Tukang Kayu	0,36	OH	10	10
3	Kepala Tukang	0,036	OH	1	1
4	Mandor	0,036	OH	1	1

Sumber : Permen PUPR 28 - 2016 hal 279

0,36 Tukang Kayu dapat menyelesaikan 1 m<sup>2</sup>/hari pekerjaan bekisting.

$$0,36 \text{ Orang} = 1 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$1 \text{ Orang} = 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} &= \frac{\text{Kapasitas produksi}}{\text{Koeff yang menentukan}} \\ &= \frac{1 \text{ m}^2}{0,36} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} = 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Jumlah maksimal 1 grup tenaga kerja untuk bekisting terdiri dari :

$$\text{Pekerja} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ Tukang Kayu}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,036}{0,036} = 1 \text{ Mandor}$$

Digunakan jumlah maksimal untuk masing-masing tenaga kerja dan untuk jumlah grup digunakan 3 grup untuk pekerjaan bekisting Box Culvert ini, maka jumlah total tenaga kerja yang digunakan adalah : 3 Mandor, 3 Kepala Tukang, 30 Tukang Kayu, 30 Pekerja

$$\text{Produktivitas 3 Grup} = \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas 1 Tukang}$$

$$= 30 \text{ Tukang} \times 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$= 83,33 \text{ m}^2/\text{hari} \text{ (3 grup)}$$

## **Pengecoran**

### ***Batching Plant***

$$\text{Kapasitas angkat (V)} = 60 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} = 0,83$$

$$\text{Waktu mengisi (T1)} = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu mengaduk (T2)} = 10 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu menumpahkan (T3)} = 10 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu menunggu (T4)} &= 5 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 40 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qbp)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{60 \times 0,83 \times 60}{40} \\
 \text{(Qbp)} &= 74,7 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### ***Truck Mixer***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas tangki (V)} &= 7 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{Qbp} \\
 &= 5,62 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu menumpahkan (T4)} &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 40,62 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qtm)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{7 \times 0,83 \times 60}{40,62} \\
 \text{(Qtm)} &= 8,58 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### ***Concrete Pump***

Produktivitas Concrete Pump dapat ditentukan dengan grafik pada Gambar 4.24 yaitu = 48 m<sup>3</sup>/jam

### ***Concrete Vibro***

Produktivitas Concrete Vibro bergantung pada produktivitas alat Batching Plan sebesar = 74,7 m<sup>3</sup>/jam

**Water Tank**

Kapasitas pompa air (pa) = 500 liter/menit

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kebutuhan air /m<sup>3</sup> material padat (Wc) = 0,07 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q wt)} &= \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\ &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} \end{aligned}$$

$$(Q wt) = 355,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**3. Jumlah Alat Berat**

Batching Plant = 1 Batching Plant

Concrete Pump = 1 Concrete Pump

Truck Mixer = 1 Truck Mixer

Concrete Vibro = 1 Concrete Vibro

Water Tank = 1 Water Tank

**4. Jumlah Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Pembesian :

1. Mandor = 2 orang

2. Tukang = 40 orang

3. Pekerja = 40 orang

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Bekisting :

1. Mandor = 3 orang

2. Tukang = 30 orang

3. Pekerja = 30 orang

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Pengecoran :

1. Mandor = 1 orang

2. Pekerja = 4 orang

## 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :
  1. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}} = 0,013$
  2. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}} = 0,117$
  3. Concrete Pump  $= \frac{1}{Q_{cp}} = 0,04$
  4. Concrete Vibro  $= \frac{1}{Q_{cv}} = 0,013$
  5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}} = 0,003$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Pembesian :
  1. Mandor  $= 0,004$
  2. Tukang  $= 0,07$
  3. Pekerja  $= 0,07$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Bekisting :
  1. Mandor  $= 0,036$
  2. Tukang  $= 0,36$
  3. Pekerja  $= 0,36$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Pengecoran :
  1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{522,9} = 0,013$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 4}{522,9} = 0,054$

## 6. Durasi Pekerjaan

### Pembesian

Durasi pembesian menggunakan produktivitas 2 grup yang telah dijabarkan pada perhitungan diatas.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Pembesian} &= \frac{\text{Volume besi (kg)}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup/hari}} \\
 &= \frac{14585,7 \text{ kg}}{5714,29 \text{ kg/hari}} \\
 &= 2,6 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

### **Bekisting**

Durasi bekisting menggunakan produktivitas 3 grup yang telah dijabarkan pada perhitungan diatas.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Bekisting} &= \frac{\text{Volume bekisting (m2)}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup/hari}} \\
 &= \frac{446,5 \text{ m2}}{83,33 \text{ m2/hari}} \\
 &= 5,36 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

### **Pengecoran Box Culvert**

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Truck Mixer} &= \frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}} \\
 &= \frac{110,38}{7} = 16 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\text{Delivery Capacity Concrete Pump} = 48 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Kerja (EK)} &= \text{Faktor Alat} = 0,83 \\
 &= \text{Faktor OM} = 0,8 \\
 &= \text{Faktor Cuaca} = 0,85
 \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi Concrete Pump

$$\begin{aligned}
 Q_{cp} &= \text{Delivery Capacity} \times \text{EK} \\
 &= 48 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,83 \times 0,8 \times 0,85) \\
 &= 27,091 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan Pekeja} = 1 \text{ grup (1 mandor, 4 pekerja)}$$

$$\text{Jam kerja per hari} = 7 \text{ jam}$$

Waktu persiapan :

- Pengaturan posisi = 5 menit
- Pemasangan pompa = 15 menit
- Waktu tunggu pompa = 15 menit
- Durasi pergantian antar *truck mixer*  
 = Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*  
 = 16 buah x 5 menit = 80 menit
- Durasi waktu untuk pengujian slump  
 = Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*  
 = 16 buah x 5 menit = 80 menit
- Total Duraasi Persiapan = 195 menit

Waktu operasional pengecoran

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi operasinonal} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\
 &= \frac{110,38}{27,09} \\
 &= 4,07 \text{ jam} = 244 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu pasca pelaksanaan

- Waktu pembersihan pompa = 10 menit
- Waktu pembongkaran pompa = 15 menit
- Waktu perpindahan alat = 5 menit
- Waktu persiapan kembali = 5 menit
- Total Durasi Pasca Pelaksanaan = 35 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi} &= 195 \text{ menit} + 244 \text{ menit} + 35 \text{ menit} \\
 &= 474 \text{ menit} = 7,9 \text{ jam} \\
 &= 1,13 \text{ hari}
 \end{aligned}$$



## Perhitungan Biaya Pekerjaan

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

### 5.2.3.4 Pekerjaan Box Tunnel

Pekerjaan Box Tunnel dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, Concrete Pump, Truck Mixer, Concrete Vibro, Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Lokasi Box Tunnel	= STA 25+027
Panjang Box Tunnel	= 34,7 m
Lebar Box Tunnel	= 3,7 m
Tinggi Box Tunnel	= 3,1 m
Lebar Dalam Box Tunnel	= 2,5 m
Tinggi Dalam Box Tunnel	= 2,5 m
Sisi miring bagian dalam	= 0,25 m

Perhitungan ini adalah salah satu contoh perhitungan pekerjaan Drainase Box Tunnel, Box Tunnel yang digunakan untuk contoh perhitungan ini adalah Box Tunnel Type 2,5 x 2,5 STA 25+027. Untuk rekapitulasi perhitungan pembesian, bekisting, pengecoran dapat dilihat pada Lampiran bagian Box Tunnel.

**Perhitungan Volume Galian :**

$$\begin{aligned}\text{Volume Galian} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 44,15 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \\ &= 331,125 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk pekerjaan Galian Box Tunnel dilanjutkan pada Perhitungan Galian Drainase.

**Perhitungan Volume Pembesian :**

$$\begin{aligned}\text{Jumlah batang} &: \\ \text{D13} &= 2457 \text{ buah} \\ \text{D16} &= 979 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &: \\ \text{D13} &= 8602,02 \text{ kg} \\ \text{D16} &= 4822,81 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{Berat total tulangan} = 13424,83 \text{ kg}$$

**Perhitungan Luas Bekisting :**

$$\begin{aligned}\text{Luas Bekisting} &= (2 \times p \times t \text{ luar}) + (2 \times p \times \\ &t \text{ dalam}) + (l \text{ dalam} \times p) - (4 \times \text{sisi miring} \times p) + \\ &(2 \times \text{luas Box Tunnel})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Bekisting} &= (2 \times 34,7 \times 3,1) + (2 \times 34,7 \times 2,5) + \\ &(2,5 \times 44,15) - (4 \times 0,25 \times 34,7) + (2 \times 3,67)\end{aligned}$$

$$\text{Luas Bekisting} = 517,43 \text{ m}^2$$

**Perhitungan Volume Pengecoran :**

$$\begin{aligned}\text{Vol. Pengecoran LC} &= \text{Lebar LC} \times p \times 0,1 \text{ m} \\ &= 3,7 \text{ m} \times 34,7 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \\ &= 12,84 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. Pengecoran BT} &= \text{Luas BC} \times p \\
 &= 3,67 \text{ m} \times 34,7 \text{ m} \\
 &= 127,35 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### Pembesian

Berdasarkan penjabaran pada perhitungan pembesian Box Tunnel pada bab 4, perhitungan ini menggunakan analisa koefisien Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

#### A.4.1.1.17 Pembesian 10 kg dengan besi polos atau ulir

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group maks	1 Group
1	Pekerja	0,07	OH	20	20
2	Tukang Besi	0,07	OH	20	20
3	Kepala Tukang	0,007	OH	2	2
4	Mandor	0,004	OH	1	1

Sumber : Permen PUPR 28 - 2016 hal 599

0,07 Tukang Besi dapat menyelesaikan 10 kg/hari pekerjaan pembesian.

$$\begin{aligned}
 0,07 \text{ Orang} &= 10 \text{ kg/hari} \\
 1 \text{ Orang} &= 142,86 \text{ kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas 1 Tukang Besi} &= \frac{\text{Kapabilitas produksi}}{\text{Koef yang menentukan}} \\
 &= \frac{10 \text{ kg}}{0,07}
 \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Besi} = 142,86 \text{ kg/hari}$$

Jumlah maksimal 1 grup tenaga kerja untuk pembesian terdiri dari :

$$\text{Pekerja} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Tukang Besi} = \frac{0,07}{0,0035} = 20 \text{ Tukang Besi}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,07}{0,0035} = 1 \text{ Mandor}$$

Digunakan jumlah maksimal untuk masing-masing tenaga kerja dan untuk jumlah grup digunakan 1 grup untuk pekerjaan pembesian Box Tunnel ini, maka jumlah total tenaga kerja yang digunakan adalah : 1 Mandor, 2 Kepala Tukang, 20 Tukang Besi, 20 Pekerja

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 1 Grup} &= \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas 1 Tukang} \\ &= 20 \text{ Tukang} \times 142,86 \text{ kg/hari} \\ &= 2857,14 \text{ kg/hari (1 grup)} \end{aligned}$$

### Bekisting

Berdasarkan penjabaran pada perhitungan bekisting Box Tunnel pada bab 4, perhitungan ini menggunakan analisa koefisien Lampiran Peraturan Menteri PUPR.

**B.25.a 1 m<sup>2</sup> Bekisting dinding beton expose dengan Multiflex 18 mm**

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group Max	1 Group
1	Pekerja	0,36	OH	10	10
2	Tukang Kayu	0,36	OH	10	10
3	Kepala Tukang	0,036	OH	1	1
4	Mandor	0,036	OH	1	1

Sumber : Permen PUPR 28 - 2016 hal 279

0,36 Tukang Kayu dapat menyelesaikan 1 m<sup>2</sup>/hari pekerjaan bekisting.

$$\begin{aligned} 0,36 \text{ Orang} &= 1 \text{ m}^2/\text{hari} \\ 1 \text{ Orang} &= 2,78 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} &= \frac{\text{Kapasitas produksi}}{\text{Koeff yang menentukan}} \\ &= \frac{1 \text{ m}^2}{0,36} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas 1 Tukang Kayu} = 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Jumlah maksimal 1 grup tenaga kerja untuk bekisting terdiri dari :

$$\text{Pekerja} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Tukang Kayu} = \frac{0,36}{0,036} = 10 \text{ Tukang Kayu}$$

$$\text{Mandor} = \frac{0,036}{0,036} = 1 \text{ Mandor}$$

Digunakan jumlah maksimal untuk masing-masing tenaga kerja dan untuk jumlah grup digunakan 3 grup untuk pekerjaan bekisting Box Tunnel ini, maka jumlah total tenaga kerja yang digunakan adalah : 3 Mandor, 3 Kepala Tukang, 30 Tukang Kayu, 30 Pekerja

$$\text{Produktivitas 3 Grup} = \text{Jumlah Tukang} \times \text{Produktivitas 1 Tukang}$$

$$= 30 \text{ Tukang} \times 2,78 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$= 83.33 \text{ m}^2/\text{hari} \text{ (3 grup)}$$

## **Pengecoran**

### ***Batching Plant***

$$\text{Kapasitas angkat (V)} = 60 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} = 0,83$$

$$\text{Waktu mengisi (T1)} = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu mengaduk (T2)} = 10 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu menumpahkan (T3)} = 10 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu menunggu (T4)} &= 5 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 40 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qbp)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{60 \times 0,83 \times 60}{40} \\
 \text{(Qbp)} &= 74,7 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### ***Truck Mixer***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas tangki (V)} &= 7 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{Qbp} \\
 &= 5,62 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu menumpahkan (T4)} &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 40,62 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qtm)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{7 \times 0,83 \times 60}{40,62} \\
 \text{(Qtm)} &= 8,58 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### ***Concrete Pump***

Produktivitas Concrete Pump dapat ditentukan dengan grafik pada Gambar 4.24 yaitu = 48 m<sup>3</sup>/jam

### ***Concrete Vibro***

Produktivitas Concrete Vibro bergantung pada produktivitas alat Batching Plan sebesar = 74,7 m<sup>3</sup>/jam

**Water Tank**

Kapasitas pompa air (pa) = 500 liter/menit

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kebutuhan air /m<sup>3</sup> material padat (Wc) = 0,07 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q wt)} &= \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\ &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} \end{aligned}$$

$$(Q wt) = 355,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**3. Jumlah Alat Berat**

Batching Plant = 1 Batching Plant

Concrete Pump = 1 Concrete Pump

Truck Mixer = 1 Truck Mixer

Concrete Vibro = 1 Concrete Vibro

Water Tank = 1 Water Tank

**4. Jumlah Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Pembesian :

1. Mandor = 1 orang

2. Tukang = 20 orang

3. Pekerja = 20 orang

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Bekisting :

1. Mandor = 3 orang

2. Tukang = 30 orang

3. Pekerja = 30 orang

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan Pengecoran :

1. Mandor = 1 orang

2. Tukang = 0 orang

3. Pekerja = 4 orang

## 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :
  1. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{bp}} = 0,013$
  2. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}} = 0,117$
  3. Concrete Pump  $= \frac{1}{Q_{cp}} = 0,04$
  4. Concrete Vibro  $= \frac{1}{Q_{cv}} = 0,013$
  5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}} = 0,003$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Pembesian :
  1. Mandor  $= 0,004$
  2. Tukang  $= 0,07$
  3. Pekerja  $= 0,07$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Bekisting :
  1. Mandor  $= 0,036$
  2. Tukang  $= 0,36$
  3. Pekerja  $= 0,36$
  
- Koefisien Tenaga Untuk Pengecoran :
  1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{522,9} = 0,013$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 4}{522,9} = 0,054$



## 6. Durasi Pekerjaan

### Pembesian

Durasi pembesian menggunakan produktivitas 1 grup yang telah dijabarkan pada perhitungan diatas.

$$\begin{aligned} \text{Durasi Pembesian} &= \frac{\text{Volume besi (kg)}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup/hari}} \\ &= \frac{13424,8 \text{ kg}}{2857,14 \text{ kg/hari}} \\ &= 4,7 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### Bekisting

Durasi bekisting menggunakan produktivitas 3 grup yang telah dijabarkan pada perhitungan diatas.

$$\begin{aligned} \text{Durasi Bekisting} &= \frac{\text{Volume bekisting (m2)}}{\text{Kapasitas produksi 1 grup/hari}} \\ &= \frac{517,4 \text{ m2}}{83,33 \text{ m2/hari}} \\ &= 6,21 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### Pengecoran Box Tunnel

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Truck Mixer} &= \frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}} \\ &= \frac{127,35}{7} = 19 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Delivery Capacity Concrete Pump} = 48 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Kerja (EK)} &= \text{Faktor Alat} = 0,83 \\ &= \text{Faktor OM} = 0,8 \\ &= \text{Faktor Cuaca} = 0,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi Concrete Pump} \\ \text{Qcp} &= \text{Delivery Capacity} \times \text{EK} \\ &= 48 \text{ m}^3/\text{jam} \times (0,83 \times 0,8 \times 0,85) \\ &= 27,091 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan Pekeja = 1 grup (1 mandor, 4 pekerja)

Jam kerja per hari = 7 jam

Waktu persiapan :

- Pengaturan posisi = 5 menit
- Pemasangan pompa = 15 menit
- Waktu tunggu pompa = 15 menit
- Durasi pergantian antar *truck mixer*  
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*  
= 19 buah x 5 menit = 95 menit
- Durasi waktu untuk pengujian slump  
= Jumlah *truck mixer* x 5 menit/*truck mixer*  
= 19 buah x 5 menit = 95 menit
- Total Duraasi Persiapan = 225 menit

Waktu operasional pengecoran

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi operasinonal} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\
 &= \frac{127,35}{27,09} \\
 &= 4,70 \text{ jam} = 282 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu pasca pelaksanaan

- Waktu pembersihan pompa = 10 menit
- Waktu pembongkaran pompa = 15 menit
- Waktu perpindahan alat = 5 menit
- Waktu persiapan kembali = 5 menit
- Total Durasi Pasca Pelaksanaan = 35 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Total Durasi} &= 225 \text{ menit} + 282 \text{ menit} + 35 \text{ menit} \\
 &= 542 \text{ menit} = 9 \text{ jam} \\
 &= 1,29 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Biaya Pekerjaan

Durasi pekerjaan dari jumlah tenaga kerja dapat menentukan berapa biaya pelaksanaan yang diperlukan. Biaya pelaksanaan dapat diketahui dengan cara mengalikan antara Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang telah dihitung dengan volume pekerjaan yang ada.

$$RAB = Volume \times Analisa \text{ Harga Satuan Pekerjaan}$$

#### 5.2.3.5 Pekerjaan Median Drainase

Pekerjaan Median Drainase dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, Flat Bed Truck dan Mobile Cran dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

##### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Panjang 1 RCP precast	= 2,45 m
Panjang drainase	= 3575 m
Dalam galian	= 0,6 m
Lebar galian	= 0,6 m

##### Perhitungan Volume Galian RCP Median Drain :

$$\begin{aligned} \text{Volume Galian} &= p \times l \times t \\ &= 3575 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \\ &= 1287 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### Perhitungan Volume RCP Median Drain :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan RCP precast} &= \frac{\text{Panjang total drainase}}{\text{Panjang 1 rcp}} \\
 &= \frac{3575 \text{ m}}{2,45 \text{ m}} \\
 &= 1459 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk pekerjaan Galian Median Drainase dilanjutkan pada Perhitungan Galian Drainase.

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### *Mobile Crane*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas angkat (V)} &= 1 \text{ buah} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Waktu mengangkat (T1)} &= 2 \text{ menit} \\
 \text{Waktu putar (T2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu melepaskan (T3)} &= 2 \text{ menit} \\
 \text{Waktu putar kembali (T4)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 6 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qmc)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{1 \times 0,83 \times 60}{6} \\
 \text{(Qmc)} &= 8 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

### *Flat Bed Truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas muat (V)} &= 6 \text{ buah} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu muat (T1)} &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 15 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\ &= 10 \text{ menit} \\ \text{Waktu bongkar muat (T4)} &= 15 \text{ menit} \\ \text{Waktu siklus (Ts)} &= 55 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qfb)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\ &= \frac{6 \times 0,83 \times 60}{55} \end{aligned}$$

$$(Qfb) = 5 \text{ buah}$$

### 3. Jumlah Alat Berat

Mobile Crane = 1 Mobile Crane

Flat Bed Truck = 1 Flat Bed Truck

### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 4 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

= *Produktivitas Yang Menentukan* × Jumlah × Jam Kerja

= 5 buah x 1 x 7 jam

= 35 buah/hari

### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

$$1. \text{ Flat Bed Truck} = \frac{1}{Qfb} = 0,18$$

$$2. \text{ Mobile Crane} = \frac{1}{Qmc} = 0,12$$

- Koefisien Tenaga :
  1. Mandor  $= \frac{Tk \times M}{Qt} = \frac{7 \times 1}{35}$   
 $= 0,18$
  2. Pekerja  $= \frac{Tk \times P}{Qt} = \frac{7 \times 4}{35}$   
 $= 0,74$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Median Drain dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Median Drain} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\
 &= \frac{1459 \text{ buah}}{25 \text{ buah/hari}} \\
 &= 38 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

### 5.2.4 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat

#### 5.2.4.1 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Pekerjaan Lapis Pondasi dilakukan menggunakan kombinasi alat Excavator, Dump Truck, Motor Grader, Vibro Roller dan Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Jarak disposal area (L)	= 5 km
Faktor pengembangan bahan (Fk)	= 1,2
Lebar lahan	= 24,9 m
Panjang lahan	= 6000 m
Tebal lapisan agregat	= 0,15 m

**Perhitungan Volume :**

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 6000 \text{ m} \times 24,9 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \\
 &= 22410 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**2. Perhitungan Produktivitas :*****Excavator***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 0,7 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor pisau (Fb)} &= 1 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Faktor konversi galian (Fv)} &= 0,9 \\
 \text{Waktu gali (T1)} &= 15 \text{ detik} \\
 \text{Waktu putar (T2)} &= 6 \text{ detik} \\
 \text{Waktu muat (T3)} &= 6 \text{ detik} \\
 \text{Waktu putar kembali (T4)} &= 6 \text{ detik} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 33 \text{ detik} \\
 &= 0,55 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qexc)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\
 &= \frac{0,7 \times 0,83 \times 1 \times 60}{0,55 \times 0,9}
 \end{aligned}$$

$$(Qexc) = 70,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

***Dump Truck***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bak (V)} &= 12 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor bahan (Fk)} &= 1,2 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Berat isi material (D)} &= 1 \\
 \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecapatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{D \times Qexca} \\
 &= 8,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu lain lain (T4)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 34,52 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi/jam (Q DT)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \\
 &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1 \times 2,35} \\
 \text{(Q DT)} &= 14,43 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### ***Motor Grader***

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang hamparan (Lh)} &= 50 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan rata-rata (v)} &= 4 \text{ km/jam} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 12 \text{ lintasan} \\
 \text{Pengupasan tiap lintasan (N)} &= 2 \text{ kali} \\
 \text{Tebal hamparan padat (t)} &= 0,25 \text{ m} \\
 \text{Lebar efektif pisau (b)} &= 2,6 \text{ m} \\
 \text{Lebar overlap (b)} &= 0,3 \text{ m} \\
 \text{Waktu 1 kali lintasan (T1)} &= (L_h \times 60) / (v \times 1000) \\
 &= (50 \times 60) / (4 \times 1000) \\
 &= 0,75 \text{ menit} \\
 \text{Waktu lain – lain (T2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 1,75 \text{ menit} \\
 \text{Produksi/jam (Q MG)} &= \frac{Lh \times (n \times (b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts \times Fk} \\
 &= \frac{50 \times (12 \times (2,6 - 0,3) + 0,3) \times 0,25 \times 0,83 \times 60}{2 \times 12 \times 1,75 \times 1,2} \\
 &= 332,14 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$



***Vibro Roller***

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar total roda pematik (b)} &= 2,134 \text{ m} \\
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,2 \text{ m} \\
 \text{Lebar efektif pemadatan (be)} &= (b - bo) \\
 &= 1,934 \text{ m} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 12 \text{ lintasan} \\
 \text{Kecepatan rata - rata (v)} &= 4 \text{ km/jam} \\
 \text{Tebal hamparan padat (t)} &= 0,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas produksi/jam (Q Vib)} &= \frac{(v \times 1000 \times be) \times t \times Fa}{n} \\
 &= \frac{(4 \times 1000 \times 1,93) \times 0,25 \times 0,83}{12}
 \end{aligned}$$

$$(Q \text{ Vib}) = 133,77 \text{ m}^3/\text{jam}$$

***Water Tank***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas pompa air (pa)} &= 500 \text{ liter/menit} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kebutuhan air /m}^3 \text{ material padat (Wc)} &= 0,07 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas produksi/jam (Q wt)} &= \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\
 &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07}
 \end{aligned}$$

$$(Q \text{ wt}) = 355,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**3. Jumlah Alat Berat**

$$\begin{aligned}
 \text{Excavator} &= \frac{\text{Produktivitas Vibro Roller}}{\text{Produktivitas Excavator}} \\
 &= 2 \text{ Excavator} \\
 \text{Dump Truck} &= \frac{\text{Cycle Time Dump Truck}}{\text{Loading Time}} \times n \text{ Exca} \\
 &= \frac{34,52}{8,5} = 4 \text{ Dump Truck} \times 2 \\
 &= 8 \text{ Dump Truck}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Motor Grader} &= \frac{\text{Produktivitas Vibro Roller}}{\text{Produktivitas Motor Grader}} \\ &= 1 \text{ Motor Grader} \\ \text{Vibro Roller} &= \frac{\text{Produktivitas Vibro Roller}}{\text{Produktivitas Vibro Roller}} \\ &= 1 \text{ Vibro Roller} \\ \text{Water Tank} &= 1 \text{ Water Tank} \end{aligned}$$

#### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 6 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$\begin{aligned} &= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\ &= 133,77 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \times 7 \text{ jam} \\ &= 936,38 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{\text{exca}}} = 0,014$
2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{DT}}} = 0,069$
3. Motor Grader  $= \frac{1}{Q_{\text{MG}}} = 0,003$
4. Vibro Roller  $= \frac{1}{Q_{\text{Vib}}} = 0,007$
5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{wt}}} = 0,003$

- Koefisien Tenaga :

1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{936,38} = 0,015$
2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 6}{936,38} = 0,117$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Lapis Pondasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Lapis Pondasi} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{22410 \text{ m}^3}{936,38 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 24 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### 5.2.5 Pekerjaan Perkerasan Beton

#### 5.2.5.1 Pekerjaan Lean Concrete Main Road

Pekerjaan Lean Concrete dilakukan menggunakan kombinasi alat Batching Plan, Truck Mixer dan Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Jarak disposal area (L)	= 5 km
Faktor pengembangan bahan (Fk)	= 1,2
Lebar lahan	= 24,2 m
Panjang lahan	= 6000 m
Tebal lapisan agregat	= 0,1 m

#### Perhitungan Volume :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 6000 \text{ m} \times 24,2 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} \\ &= 14520 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### *Batching Plan*

Kapasitas produksi (V)	= 60 m <sup>3</sup>
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu mengisi (T1)	= 15 menit
Waktu mengaduk (T2)	= 10 menit
Waktu menuang (T3)	= 10 menit
Waktu menunggu (T4)	= 5 menit
Waktu siklus (Ts)	= 40 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qbp)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \\ &= \frac{60 \times 0,83 \times 60}{40} = 74,7 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

### *Truck Mixer*

Kapasitas bak (V)	= 7 m <sup>3</sup>
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Kecapatan bermuatan (v1)	= 20 km/jam
Kecepatan kosong (v2)	= 30 km/jam
Waktu muat (T1)	= $\frac{V \times 60}{Qbp}$
	= 5,62 menit
Waktu tempuh isi (T2)	= $\frac{L \times 60}{v1}$
	= 15 menit
Waktu tempuh kosong (T3)	= $\frac{L \times 60}{v2}$
	= 10 menit
Waktu lain lain (T4)	= 10 menit
Waktu siklus (Ts)	= 40,62 menit
Kapasitas produksi/jam (Qtm)	= $\frac{V \times Fa \times 60}{T_s}$
	= $\frac{7 \times 0,83 \times 60}{40,62}$
(Qtm)	= 8,58 m <sup>3</sup> /jam

**Water Tank**

Kapasitas pompa air (pa) = 500 liter/menit

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kebutuhan air /m<sup>3</sup> material padat (Wc) = 0,07 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q wt)} &= \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\ &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} \end{aligned}$$

$$(Q wt) = 355,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**3. Jumlah Alat Berat**

$$\begin{aligned} \text{Truck Mixer} &= \frac{\text{Cycle Time Truck Mixer}}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{40,62}{5,62} = 7 \text{ Truck Mixer} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batching Plant} &= \frac{\text{Produktivitas Batching Plant}}{\text{Produktivitas Batching Plant}} \\ &= 1 \text{ Batching Plant} \end{aligned}$$

$$\text{Water Tank} = 1 \text{ Water Tank}$$

**4. Jumlah Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang

2. Tukang = 0 orang

3. Pekerja = 8 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

= *Produktivitas Yang Menentukan* × Jumlah × Jam Kerja

= 74,7 m<sup>3</sup>/jam x 1 x 7 jam

= 522,9 m<sup>3</sup>/hari

## 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :
  1. Truck Mixer  $= \frac{1}{Q_{tm}} = 0,12$
  2. Batching Plant  $= \frac{1}{Q_{bp}} = 0,013$
  3. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{wt}} = 0,003$
  
- Koefisien Tenaga :
  1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{522,9}$   
 $= 0,013$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 8}{522,9}$   
 $= 0,054$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan lean concrete dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Lean Concrete} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\
 &= \frac{14520 \text{ m}^3}{522,9 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 28 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$

### 5.2.5.2 Pekerjaan Dowel dan Tiebar

Pekerjaan perkerasan dilakukan menggunakan kombinasi alat Bar Bender dan Bar Cutter dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

## Pekerjaan Dowel

- **Data Spesifikasi Pekerjaan :**

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Panjang jalan (L)	= 6000 m
Lebar 1 jalur	= 11,7 m
Lebar alat (Wirtgen Sp 500)	= 5,85 m
Jumlah pengecoran 2 jalur	= 4 kali
Diameter tulangan Dowel	= 32 mm
Panjang tulangan Dowel	= 0,7 m
Jarak antar tulangan Dowel	= 0,3 m

- **Kebutuhan 1 Jalur**

$$\begin{aligned} & \text{Pemasangan tulangan Dowel 1 kali pengecoran} \\ & = \frac{\text{Lebar alat}}{\text{Jarak antar tulangan}} = \frac{5,85 \text{ m}}{0,3 \text{ m}} = 19,5 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pemasangan tulangan Dowel 2 kali pengecoran} \\ & = 19,5 \text{ buah} \times 2 = 39 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Pemasangan tulangan Dowel arah memanjang} \\ & = \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{Jarak antar tulangan}} = \frac{6000 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 1200 \text{ kali pemasangan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kebutuhan tulangan Dowel 1 jalur} \\ & = 39 \text{ buah} \times 1200 \text{ kali} = 46800 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kebutuhan tulangan Dowel 2 jalur} \\ & = 2 \times 46800 \text{ buah} = 93600 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kapasitas 1 lonjor besi} \\ & = \frac{\text{Panjang 1 lonjor besi}}{\text{Panjang dowel}} = \frac{12 \text{ m}}{0,7 \text{ m}} = 17 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Kebutuhan lonjor besi yang diperlukan} \\ & = \frac{\text{Kebutuhan dowel}}{17 \text{ buah dowel}} = \frac{93600 \text{ buah}}{17 \text{ buah}} = 5460 \text{ lonjor} \end{aligned}$$

- **Volume Tulangan Dowel Diameter 32 mm**

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang} &= 3,14 \times r^2 \\ &= 3,14 \times 0,016^2 \\ &= 0,0008 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume besi per lonjor} &= \text{Luas penampang} \times \text{Panjang} \\ &= 0,0008 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m} \\ &= 0,0096 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat besi per lonjor} &= \text{Volume besi} \times \text{BJ besi} \\ &= 0,0096 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 75,72 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kebutuhan total} &= 75,72 \text{ kg} \times 5460 \text{ lonjor} \\ &= 413440,63 \text{ kg} \end{aligned}$$

- **Produktivitas Fabrikasi Tulangan Dowel**

Pemotongan tulangan Dowel :

Pemotongan tiap 100 batang Ø32 = 1 jam (1 orang)

$$\begin{aligned} \text{Durasi pemotongan} &= \frac{\text{Kebutuhan dowel}}{100 \text{ batang}} \times 1 \text{ jam} \\ &= \frac{93600 \text{ batang}}{100 \text{ batang}} \times 1 \text{ jam} \\ &= 936 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per jam} &= \frac{100 \text{ batang} \times 1 \text{ jam}}{1 \text{ jam}} \\ &= 100 \text{ batang/jam} \\ &= 700 \text{ batang/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Kebutuhan dowel}}{\text{Produksi per hari}} \\ &= \frac{93600 \text{ batang}}{700 \text{ batang/hari}} \\ &= 134 \text{ hari (1 orang)} \end{aligned}$$



Tenaga kerja digunakan = 10 orang  
 Durasi pekerjaan Dowel = 13,4 hari

### **Pekerjaan Tie Bar**

- **Data Spesifikasi Pekerjaan :**

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Panjang jalan (L)	= 6000 m
Lebar 1 jalur	= 11,7 m
Lebar alat (Wirtgen Sp 500)	= 5,85 m
Jumlah pengecoran 2 jalur	= 4 kali
Diameter tulangan Tie Bar	= 13 mm
Panjang tulangan Tie Bar	= 0,8 m
Jarak antar tulangan Tie Bar	= 0,8 m

- **Kebutuhan 1 Jalur**

$$\begin{aligned} &\text{Pemasangan tulangan Tie Bar 1 jalur} \\ &= \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{Jarak antar tulangan}} = \frac{6000 \text{ m}}{0,8 \text{ m}} = 7500 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Pemasangan tulangan Tie Bar 2 jalur} \\ &= 7500 \text{ buah} \times 2 = 15000 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Kapasitas 1 lonjor besi} \\ &= \frac{\text{Panjang 1 lonjor besi}}{\text{Panjang Tie Bar}} = \frac{12 \text{ m}}{0,8 \text{ m}} = 15 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Kebutuhan lonjor besi yang diperlukan} \\ &= \frac{\text{Kebutuhan Tie Bar}}{15 \text{ buah Tie Bar}} = \frac{15000 \text{ buah}}{15 \text{ buah}} = 1000 \text{ lonjor} \end{aligned}$$

- **Volume Tulangan Tie Bar Diameter 13 mm**

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= 3,14 \times r^2 \\ &= 3,14 \times 0,0065^2 \\ &= 0,00013 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume besi per lonjor} &= \text{Luas penampang} \times \text{Panjang} \\ &= 0,00013 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m} \\ &= 0,00159 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat besi per lonjor} &= \text{Volume besi} \times \text{BJ besi} \\ &= 0,00159 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 12,5 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat kebutuhan total} &= 12,5 \text{ kg} \times 1000 \text{ lonjor} \\ &= 12497 \text{ kg}\end{aligned}$$

- **Produktivitas Fabrikasi Tulangan Tie Bar**

Pemotongan tulangan Tie Bar :

Pemotongan tiap 100 batang D13 = 1 jam (1 orang)

$$\begin{aligned}\text{Durasi pemotongan} &= \frac{\text{Kebutuhan tie bar}}{100 \text{ batang}} \times 1 \text{ jam} \\ &= \frac{15000 \text{ batang}}{100 \text{ batang}} \times 1 \text{ jam} \\ &= 150 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi per jam} &= \frac{100 \text{ batang} \times 1 \text{ jam}}{1 \text{ jam}} \\ &= 100 \text{ batang/jam} \\ &= 700 \text{ batang/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Durasi yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Kebutuhan tiebar}}{\text{Produksi per hari}} \\ &= \frac{15000 \text{ batang}}{700 \text{ batang/hari}} \\ &= 21 \text{ hari (1 orang)}\end{aligned}$$

Tenaga kerja digunakan = 10 orang  
 Durasi pekerjaan Tie Bar = 2,1 hari

- **Jumlah Alat Yang Digunakan**

Bar Cutter = 1 Bar Cutter  
 Bar Bender = 1 Bar Bender

- **Jumlah Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 10 orang
3. Pekerja = 10 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

= *Produktivitas Yang Menentukan* × Jumlah × Jam Kerja

= 100 batang x 2 x 7 jam

= 1400 batang/hari

- **Koefisien**

- Koefisien Alat :

$$1. \text{ Bar Cutter} = \frac{1}{Q} = 0,005$$

$$2. \text{ Bar Bender} = \frac{1}{Q} = 0,005$$

- Koefisien Tenaga :

$$1. \text{ Mandor} = \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{1400} = 0,005$$

$$2. \text{ Tukang} = \frac{T_k \times T}{Q_t} = \frac{7 \times 10}{1400} = 0,025$$

$$3. \text{ Pekerja} = \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 10}{1400} = 0,025$$

- **Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Perkerasan Beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Dowel} + \text{Durasi Tie Bar} \\ &= 13,4 \text{ hari} + 2,1 \text{ hari} \\ &= 15,5 \text{ hari} = 16 \text{ hari} \end{aligned}$$

### 5.2.5.3 Pekerjaan Perkerasan Beton

Pekerjaan perkerasan dilakukan menggunakan kombinasi alat Batching Plan, Dump Truck, Excavator, Concrete Paver dan Water Tank dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Jarak disposal area (L)	= 5 km
Faktor pengembangan bahan (Fk)	= 1,2
Lebar lahan	= 24,2 m
Panjang lahan	= 6000 m
Tebal perkerasan beton	= 0,3 m

#### Perhitungan Volume :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 6000 \text{ m} \times 24,2 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \\ &= 43560 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Produktivitas :

### *Batching Plan*

Kapasitas produksi (V)	= 60 m <sup>3</sup>
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu mengisi (T1)	= 15 menit
Waktu mengaduk (T2)	= 10 menit
Waktu menuang (T3)	= 10 menit
Waktu menunggu (T4)	= 5 menit
Waktu siklus (Ts)	= 40 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qbp)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\ &= \frac{60 \times 0,83 \times 60}{40} \\ (\text{Qbp}) &= 74,7 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

### *Excavator*

Kapasitas bucket (V)	= 0,7 m <sup>3</sup>
Faktor pisau (Fb)	= 1
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Faktor konversi galian (Fv)	= 0,9
Waktu gali (T1)	= 15 detik
Waktu putar (T2)	= 6 detik
Waktu muat (T3)	= 6 detik
Waktu putar kembali (T4)	= 6 detik
Waktu siklus (Ts)	= 33 detik = 0,55 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qexc)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\ &= \frac{0,7 \times 0,83 \times 1 \times 60}{0,55 \times 0,9} \\ (\text{Qexc}) &= 70,42 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

***Dump Truck***

Kapasitas bak (V)	= 12 m <sup>3</sup>
Faktor bahan (Fk)	= 1,2
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Berat isi material (D)	= 1
Kecapatan bermuatan (v1)	= 20 km/jam
Kecepatan kosong (v2)	= 30 km/jam
Waktu muat (T1)	= $\frac{V \times 60}{D \times Q_{bp}}$ = 8,03 menit
Waktu tempuh isi (T2)	= $\frac{L \times 60}{v1}$ = 15 menit
Waktu tempuh kosong (T3)	= $\frac{L \times 60}{v1}$ = 10 menit
Waktu lain lain (T4)	= 1 menit
Waktu siklus (Ts)	= 34,03 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q DT)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times T_s} \\ &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1 \times 34,03} \end{aligned}$$

$$(Q DT) = 17,56 \text{ m}^3/\text{jam}$$

***Concrete Paver Machine***

Lebar hamparan alat (b)	= 5,85 m
Tebal hamparan alat (t)	= 0,3 m
Kecepatan menghampar (v)	= 1,33 m/menit
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qcpv)} &= b \times t \times Fa \times V \times 60 \\ &= 5,85 \times 0,3 \times 0,83 \times 1,33 \times 60 \end{aligned}$$

$$(Qcpv) = 116,24 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**Water Tank**

Kapasitas pompa air (pa) = 500 liter/menit

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Kebutuhan air /m<sup>3</sup> material padat (Wc) = 0,07 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q wt)} &= \frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\ &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} \end{aligned}$$

$$(Q wt) = 355,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**3. Jumlah Alat Berat**

$$\begin{aligned} \text{Batching Plant} &= \frac{\text{Produktivitas Batching Plant}}{\text{Produktivitas Batching Plant}} \\ &= 1 \text{ Batching Plant} \end{aligned}$$

Excavator = 1 Excavator

$$\begin{aligned} \text{Dump Truck} &= \frac{\text{Cycle Time Dump Truck}}{\text{Loading Time}} \\ &= \frac{34,03}{8,03} = 4 \text{ Dump Truck} \end{aligned}$$

Concrete Paver = 1 Concrete Paver

Water Tank = 1 Water Tank

**4. Jumlah Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang

2. Tukang = 4 orang

3. Pekerja = 10 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja}$$

$$= 74,7 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \times 7 \text{ jam}$$

$$= 522,9 \text{ m}^3/\text{hari}$$

## 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :
  1. Excavator  $= \frac{1}{Q_{\text{exca}}} = 0,0142$
  2. Dump Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{DT}}} = 0,06$
  3. Batching Plan  $= \frac{1}{Q_{\text{bp}}} = 0,013$
  4. Concrete Paver  $= \frac{1}{Q_{\text{cpv}}} = 0,009$
  5. Water Tank Truck  $= \frac{1}{Q_{\text{wt}}} = 0,003$
- Koefisien Tenaga :
  1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{522,9} = 0,013$
  2. Tukang  $= \frac{T_k \times T}{Q_t} = \frac{7 \times 4}{522,9} = 0,067$
  3. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 10}{522,9} = 0,134$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan Perkerasan Beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Perkerasan Beton} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\
 &= \frac{42120 \text{ m}^3}{522,9 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 81 \text{ Hari}
 \end{aligned}$$



## 5.2.6 Pekerjaan Lain - Lain

### 5.2.6.1 Pekerjaan Concrete Barrier

Pekerjaan Concrete Barrier dilakukan menggunakan kombinasi alat Flat Bed Truck dan Mobile Cran dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Panjang 1 barrier precast	= 1 m
Panjang total jalan	= 6000 m

#### Perhitungan Volume :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan barrier precast} &= \frac{\text{Panjang total jalan}}{\text{Panjang 1 barrier}} \\ &= \frac{6000 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 6000 \text{ buah} \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan Produktivitas :

##### *Mobile Crane*

Kapasitas angkat (V)	= 1 buah
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,83
Waktu mengangkat (T1)	= 1 menit
Waktu putar (T2)	= 1 menit
Waktu melepaskan (T3)	= 1 menit
Waktu putar kembali (T4)	= 1 menit
Waktu siklus (Ts)	= 4 menit

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Qmc)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \\ &= \frac{1 \times 0,83 \times 60}{4} \\ (\text{Qmc}) &= 12 \text{ buah} \end{aligned}$$

***Flat Bed Truck***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas muat (V)} &= 10 \text{ buah} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecapatan bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan kosong (v2)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu muat (T1)} &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{v1} \\
 &= 10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu bongkar muat (T4)} &= 15 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 55 \text{ menit} \\
 \\
 \text{Kapasitas produksi/jam (Qfb)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{10 \times 0,83 \times 60}{55} \\
 (\text{Qfb}) &= 9 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

**3. Jumlah Alat Berat**

Mobile Crane = 1 Mobile Crane  
 Flat Bed Truck = 1 Flat Bed Truck

**4. Jumlah Tenaga Kerja**

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 0 orang
3. Pekerja = 4 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\
 &= 12 \text{ buah} \times 1 \times 7 \text{ jam} \\
 &= 84 \text{ buah/hari}
 \end{aligned}$$

## 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :
  1. Flat Bed Truck  $= \frac{1}{Q_{fb}} = 0,11$
  2. Mobile Crane  $= \frac{1}{Q_{mc}} = 0,08$
- Koefisien Tenaga :
  1. Mandor  $= \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{63} = 0,11$
  2. Pekerja  $= \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 4}{63} = 0,44$

## 6. Durasi Pekerjaan

Dengan demikian, durasi pekerjaan Concrete Barrie dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Concrete Barrier} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{6000 \text{ buah}}{63 \text{ buah/hari}} \\ &= 95 \text{ Hari} \end{aligned}$$

### 5.2.6.1 Pekerjaan Marka Jalan

Pekerjaan Marka Jalan dilakukan menggunakan kombinasi alat Mesin Cat dengan bantuan beberapa tenaga kerja, perhitungannya sebagai berikut :

#### 1. Data Spesifikasi Pekerjaan :

$$\begin{aligned} \text{Jam kerja efektif (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\ \text{Panjang total jalan} &= 6000 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Volume :

#### Garis utuh

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang jalan} &= 6000 \text{ m} \\
 \text{Lebar marka} &= 0,15 \text{ m} \\
 \text{Tebal marka} &= 0,003 \text{ m} \\
 \text{Jumlah garis 2 jalur} &= 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas marka Garis Utuh} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Jumlah} \\
 &= 6000 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 4 \text{ buah} \\
 &= 3600 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### **Garis putus - putus**

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang jalan} &= 6000 \text{ m} \\
 \text{Lebar marka} &= 0,12 \text{ m} \\
 \text{Tebal marka} &= 0,003 \text{ m} \\
 \text{Panjang marka} &= 5 \text{ m} \\
 \text{Jarak antar marka} &= 8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah marka 2 jalur} &= \frac{\text{Panjang jalan}}{(\text{Panjang marka} + \text{jarak antar marka})} \\
 &= \frac{6000 \text{ m}}{(5 \text{ m} + 8 \text{ m})} = 462 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas marka Garis Putus} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Jumlah} \\
 &= 5 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 462 \text{ buah} \\
 &= 277 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total luas marka} &= \text{Marka Lurus} + \text{Marka Putus} \\
 &= 3600 \text{ m}^2 + 277 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

## **2. Perhitungan Produktivitas :**

### ***Mesin Cat Thermoplastic***

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pengecatan (V)} &= 40 \text{ kg/jam} \\
 \text{Berat jenis cat (BJ)} &= 2,15 \text{ kg/liter} \\
 \text{Tebal lapisan cat} &= 0,003 \text{ m} \\
 \text{Berat cat per m}^2 \text{ (BC)} &= 1 \text{ m}^2 \times 2,15 \times 1000 \times 0,003 \\
 &= 6,45 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi/jam (Q)} &= \frac{V}{BC} \\ &= \frac{40}{6,45} = 6,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### 3. Jumlah Alat Berat

$$\text{Mesin Cat} = 1 \text{ Mesin Cat}$$

### 4. Jumlah Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan :

1. Mandor = 1 orang
2. Tukang = 2 orang
3. Pekerja = 4 orang

Rencana Produksi/Hari (Qt)

$$\begin{aligned} &= \text{Produktivitas Yang Menentukan} \times \text{Jumlah} \times \text{Jam Kerja} \\ &= 6,2 \text{ m}^2 \times 1 \times 7 \text{ jam} \\ &= 43,41 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

### 5. Koefisien

- Koefisien Alat Berat :

$$1. \text{ Mesin cat} = \frac{1}{Q} = 0,161$$

- Koefisien Tenaga :

$$1. \text{ Mandor} = \frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{7 \times 1}{43,41} = 0,08$$

$$2. \text{ Tukang} = \frac{T_k \times T}{Q_t} = \frac{7 \times 2}{43,41} = 0,08$$

$$3. \text{ Pekerja} = \frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{7 \times 4}{43,41} = 0,32$$

## 6. Durasi Pekerjaan

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang menentukan untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan pengecatan marka dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Marka Jalan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas produksi/hari}} \\ &= \frac{3877 \text{ m}^2}{43,41 \text{ m}^2} \\ &= 89 \text{ Hari} \end{aligned}$$

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## BAB VI PERHITUNGAN BIAYA DAN PENJADWALAN

### 6.1 Analisa Harga Satuan

Setelah perhitungan volume pekerjaan, produktivitas alat dan pekerja, dan perhitungan durasi pekerjaan selesai maka Analisa Harga Satuan dapat dihitung berdasarkan koefisien dan harga survey dari daerah setempat, berikut adalah Analisa Harga Satuan untuk setiap pekerjaan pada proyek Jalan Tol. Gempol – Pasuruan Seksi 3B (STA. 25+000 s/d STA. 31+000).

*Tabel 6.1 Analisa Pekerjaan Persiapan*

Uraian Pekerjaan		: Pekerjaan Persiapan		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>3</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,01	1,000	90.000,00	1.310,76	
2	Pekerja	OH	0,12	1,000	55.000,00	6.408,17	
B	<b>Alat</b>						
1	Bulldozer	Jam	0,01	1,000	398.048,62	5.797,19	
2	Excavator	Jam	0,01	1,000	358.832,44	5.095,30	
3	Dump Truck	Jam	0,07	4,000	325.877,58	90.355,23	
C	<b>Material</b>						
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>108.966,65</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>16.345,00</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>125.311,64</b>	



Tabel 6.2 Analisa Pekerjaan Timbunan

Uraian Pekerjaan : Pekerjaan Timbunan Jam Kerja 7 Jam/Hari  
Satuan : m<sup>3</sup>

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,01	1,00	90.000,00	672,80	
2	Pekerja	OH	0,06	1,00	55.000,00	3.289,27	
<b>B Alat</b>							
1	Excavator	Jam	0,01	2,00	358.832,44	10.190,59	
2	Dump Truck	Jam	0,07	8,00	325.877,58	180.710,47	
3	Motor Grader	Jam	0,00	1,00	395.259,67	1.190,03	
4	Vibro Roller	Jam	0,01	1,00	342.527,03	2.560,60	
5	Water Tank	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
<b>C Material</b>							
1	Material Timbunan Pilihan	m <sup>3</sup>	1,2	1,00	27.300,00	32.760,00	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>232.027,18</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>34.804,08</b>	
<b>F Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>						<b>266.831,25</b>	

Tabel 6.3 Analisa Pekerjaan Geotextile

Uraian Pekerjaan : Pekerjaan Geotextile Jam Kerja 7 Jam/Hari  
Satuan : m<sup>2</sup>

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,01	1,00	90.000,00	630,00	
2	Pekerja	OH	0,07	1,00	55.000,00	3.850,00	
<b>B Alat</b>							
<b>C Material</b>							
1	Geotextile Woven	m <sup>2</sup>	1,05	1,00	14.175,00	14.883,75	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>19.363,75</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>2.904,56</b>	
<b>F Harga Satuan per m<sup>2</sup></b>						<b>22.268,31</b>	

Tabel 6.4 Analisa Pekerjaan Galian

Uraian Pekerjaan		: Pekerjaan Galian		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>3</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,01	1,00	90.000,00	1.277,97	
2	Pekerja	OH	0,06	1,00	55.000,00	3.123,92	
B	<b>Alat</b>						
1	Excavator	Jam	0,01	1,00	358.832,44	5.095,30	
2	Dump Truck	Jam	0,07	4,00	325.877,58	90.355,23	
C	<b>Material</b>					-	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>99.852,43</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>14.977,86</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>114.830,29</b>	

Tabel 6.5 Analisa Pekerjaan Drainase Samping

Uraian Pekerjaan		: Drainase Samping		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>3</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,03	1,00	90.000,00	2.581,76	
2	Tukang	OH	0,06	1,00	65.000,00	3.729,20	
3	Pekerja	OH	0,14	1,00	55.000,00	7.888,70	
B	<b>Alat</b>						
1	Concrete Mixer	Jam	0,03	1,00	37.550,33	1.077,18	
C	<b>Material</b>					-	
1	Batu Kali	m <sup>3</sup>	0,40	1,00	92.925,00	37.134,26	
2	Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	0,27	1,00	99.120,00	26.381,17	
3	Portland Cement I	Kg	384	1,00	1.234,00	473.856,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>552.648,26</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>82.897,24</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>635.545,50</b>	

Tabel 6.6 Analisa Pekerjaan Pengecoran LC RCP

Uraian Pekerjaan		: Pengecoran LC RCP		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>3</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,027	1,00	55.000,00	1.472,56	
<b>B Alat</b>							
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Concrete Pump	Jam	0,04	1,00	356.005,50	13.141,00	
<b>C Material</b>							
1	Concrete Class E	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	645.750,00	678.037,50	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>835.014,03</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>125.252,11</b>	
<b>F Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>						<b>960.266,14</b>	

Tabel 6.7 Analisa Pekerjaan Pembesian RCP

Uraian Pekerjaan		: Pembesian RCP		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: Kg					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,004	1,00	90.000,00	315,00	
2	Tukang	OH	0,070	1,00	65.000,00	4.550,00	
3	Pekerja	OH	0,070	1,00	55.000,00	3.850,00	
<b>B Alat</b>							
<b>C Material</b>							
1	Besi Ulir	Kg	10,50	1,00	9.100,00	95.550,00	
2	Kawat Beton	Kg	0,15	1,00	12.600,00	1.890,00	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>106.155,00</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>15.923,25</b>	
<b>F Harga Satuan per 10 Kg</b>						<b>122.078,25</b>	
<b>G Harga Satuan per 1 Kg</b>						<b>12.207,83</b>	

Tabel 6.8 Analisa Pekerjaan Bekisting RCP

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
Uraian Pekerjaan :Bekisting RCP Jam Kerja 7 Jam/Hari Satuan : m <sup>2</sup>							
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,036	3,00	90.000,00	9.720,00	
2	Tukang	OH	0,360	3,00	65.000,00	70.200,00	
3	Pekerja	OH	0,360	3,00	55.000,00	59.400,00	
B	<b>Alat</b>						
C	<b>Material</b>						
1	Multiflex 18mm	lbr	0,13	1,00	294.132,00	37.648,90	
2	Paku 5cm dan 7cm	Kg	0,27	1,00	13.351,00	3.644,82	
3	Kayu Meranti	m <sup>3</sup>	0,02	1,00	3.079.650,00	47.589,32	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>228.203,04</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>34.230,46</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>2</sup></b>					<b>262.433,50</b>	

Tabel 6.9 Analisa Pekerjaan Pengecoran RCP

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
Uraian Pekerjaan :Pengecoran BS RCP Jam Kerja 7 Jam/Hari Satuan : m <sup>3</sup>							
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,027	1,00	55.000,00	1.472,56	
B	<b>Alat</b>						
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Water Tank	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
4	Concrete Pump	Jam	0,04	1,00	356.005,50	13.141,00	
C	<b>Material</b>						
1	Concrete Class C	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	745.500,00	782.775,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>940.404,95</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>141.060,74</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>1.081.465,69</b>	

Tabel 6.10 Analisa Pemasangan RCP

Uraian Pekerjaan		: Pemasangan RCP		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: Buah					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,184	1,00	90.000,00	16.566,27	
2	Pekerja	OH	0,736	1,00	55.000,00	40.495,31	
B	<b>Alat</b>						
1	Flat Bed Truck	Jam	0,18	2,00	200.000,00	73.627,84	
2	Mobile Crane	Jam	0,12	1,00	192.150,00	23.150,60	
C	<b>Material</b>						
1	RCP Culvert Ø 1000 mm	m3	1,00	1,00	1.059.788,00	1.059.788,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>1.213.628,03</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>182.044,20</b>	
F	<b>Harga Satuan per Buah</b>					<b>1.395.672,23</b>	

Tabel 6.11 Analisa Pengecoran LC Box Culvert

Uraian Pekerjaan		: Pengecoran LC BC		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m3					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,054	1,00	55.000,00	2.945,11	
B	<b>Alat</b>						
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Concrete Pump	Jam	0,04	1,00	356.005,50	13.141,00	
C	<b>Material</b>						
1	Concrete Class E	m3	1,05	1,00	645.750,00	678.037,50	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>836.486,59</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>125.472,99</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>961.959,58</b>	

Tabel 6.12 Analisa Pekerjaan Pembesian BC

Uraian Pekerjaan		: Pembesian BC		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: Kg					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,004	2,00	90.000,00	630,00	
2	Tukang	OH	0,070	2,00	65.000,00	9.100,00	
3	Pekerja	OH	0,070	2,00	55.000,00	7.700,00	
B	<b>Alat</b>						
C	<b>Material</b>					-	
1	Besi Ulir	Kg	10,50	1,00	9.100,00	95.550,00	
2	Kawat Beton	Kg	0,15	1,00	12.600,00	1.890,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>114.870,00</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>17.230,50</b>	
F	<b>Harga Satuan per 10 Kg</b>					<b>132.100,50</b>	
G	<b>Harga Satuan per 1 Kg</b>					<b>13.210,05</b>	

Tabel 6.13 Analisa Pekerjaan Bekisting BC

Uraian Pekerjaan		: Bekisting BC		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>2</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,036	3,00	90.000,00	9.720,00	
2	Tukang	OH	0,360	3,00	65.000,00	70.200,00	
3	Pekerja	OH	0,360	3,00	55.000,00	59.400,00	
B	<b>Alat</b>						
C	<b>Material</b>					-	
1	Multiflex 18mm	lbr	0,13	1,00	294.132,00	37.648,90	
2	Paku 5cm dan 7cm	Kg	0,27	1,00	13.351,00	3.644,82	
3	Kayu Meranti	m <sup>3</sup>	0,02	1,00	3.079.650,00	47.589,32	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>228.203,04</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>34.230,46</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>2</sup></b>					<b>262.433,50</b>	

Tabel 6.14 Analisa Pekerjaan Pengecoran BC

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
Uraian Pekerjaan : Pengecoran BC Jam Kerja : 7 Jam/Hari Satuan : m <sup>3</sup>							
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,054	1,00	55.000,00	2.945,11	
B	<b>Alat</b>						
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Concrete Pump	Jam	0,04	1,00	356.005,50	13.141,00	
4	Concrete Vibro	Jam	0,01	2,00	356.005,50	9.531,61	
5	Water Tank	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
C	<b>Material</b>						
1	Concrete Class C	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	745.500,00	782.775,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>951.409,11</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>142.711,37</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>1.094.120,48</b>	

Tabel 6.15 Analisa Pekerjaan Pengecoran LC BT

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
Uraian Pekerjaan : Pengecoran LC BT Jam Kerja : 7 Jam/Hari Satuan : m <sup>3</sup>							
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,054	1,00	55.000,00	2.945,11	
B	<b>Alat</b>						
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Concrete Pump	Jam	0,04	1,00	356.005,50	13.141,00	
C	<b>Material</b>						
1	Concrete Class E	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	645.750,00	678.037,50	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>836.486,59</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>125.472,99</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>961.959,58</b>	

Tabel 6.16 Analisa Pekerjaan Pembesian BT

Uraian Pekerjaan		: Pembesian BT		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: Kg					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,004	1,00	90.000,00	315,00	
2	Tukang	OH	0,070	1,00	65.000,00	4.550,00	
3	Pekerja	OH	0,070	1,00	55.000,00	3.850,00	
B	<b>Alat</b>						
C	<b>Material</b>					-	
1	Besi Ulir	Kg	10,50	1,00	9.100,00	95.550,00	
2	Kawat Beton	Kg	0,15	1,00	12.600,00	1.890,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>106.155,00</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>15.923,25</b>	
F	<b>Harga Satuan per 10 Kg</b>					<b>122.078,25</b>	
G	<b>Harga Satuan per 1 Kg</b>					<b>12.207,83</b>	

Tabel 6.17 Analisa Pekerjaan Bekisting BT

Uraian Pekerjaan		: Bekisting BT		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>2</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,04	3,00	90.000,00	9.720,00	
2	Tukang	OH	0,36	3,00	65.000,00	70.200,00	
3	Pekerja	OH	0,36	3,00	55.000,00	59.400,00	
B	<b>Alat</b>						
C	<b>Material</b>					-	
1	Multiflex 18mm	lbr	0,13	1,00	294.132,00	37.648,90	
2	Paku 5cm dan 7cm	Kg	0,27	1,00	13.351,00	3.644,82	
3	Kayu	m <sup>3</sup>	0,02	1,00	3.079.650,00	47.589,32	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>228.203,04</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>34.230,46</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>2</sup></b>					<b>262.433,50</b>	



Tabel 6.18 Analisa Pekerjaan Pengecoran BT

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
Uraian Pekerjaan : Pengecoran BT Jam Kerja : 7 Jam/Hari Satuan : m <sup>3</sup>							
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,054	1,00	55.000,00	2.945,11	
B	<b>Alat</b>						
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Concrete Pump	Jam	0,04	1,00	356.005,50	13.141,00	
4	Concrete Vibro	Jam	0,01	2,00	356.005,50	9.531,61	
5	Water Tank	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
C	<b>Material</b>						
1	Concrete Class C	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	745.500,00	782.775,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>951.409,11</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>142.711,37</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>1.094.120,48</b>	

Tabel 6.19 Analisa Pekerjaan Median Drainase

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
Uraian Pekerjaan : Median Drainase Jam Kerja : 7 Jam/Hari Satuan : Buah							
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,184	1,00	90.000,00	16.566,27	
2	Pekerja	OH	0,736	1,00	55.000,00	40.495,31	
B	<b>Alat</b>						
1	Flat Bed Truck	Jam	0,18	1,00	200.000,00	36.813,92	
2	Mobile Crane	Jam	0,12	1,00	192.150,00	23.150,60	
C	<b>Material</b>						
1	RCP Culvert Ø 600 mm	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	351.651,00	351.651,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>468.677,10</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>70.301,57</b>	
F	<b>Harga Satuan per Buah</b>					<b>538.978,67</b>	

Tabel 6.20 Analisa Pekerjaan Lapis Akrregat Kelas B

Uraian Pekerjaan : Lapis Akrregat Kelas B Jam Kerja 7 Jam/Hari  
 Satuan : m<sup>3</sup>

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,01	1,00	90.000,00	672,80	
2	Pekerja	OH	0,04	1,00	55.000,00	2.466,95	
<b>B Alat</b>							
1	Excavator	Jam	0,01	2,00	358.832,44	10.190,59	
2	Dump Truck	Jam	0,07	8,00	325.877,58	180.710,47	
3	Motor Grader	Jam	0,00	1,00	395.259,67	1.190,03	
4	Vibro Roller	Jam	0,01	1,00	342.527,03	2.560,60	
5	Water Tank	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
<b>C Material</b>							
1	Base Course Class B	m <sup>3</sup>	1,2	1,00	183.750,00	226.701,56	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>425.146,42</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>63.771,96</b>	
<b>F Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>						<b>488.918,39</b>	

Tabel 6.21 Analisa Pekerjaan Pengecoran LC Mainroad

Uraian Pekerjaan : Pengecoran LC Mainroad Jam Kerja 7 Jam/Hari  
 Satuan : m<sup>3</sup>

No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Pekerja	OH	0,107	1,00	55.000,00	5.890,23	
<b>B Alat</b>							
1	Truck Mixer	Jam	0,12	7,00	160.125,00	130.615,99	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Water Tank Truck	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
<b>C Material</b>							
1	Concrete Class E	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	645.750,00	678.037,50	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>826.944,12</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>124.041,62</b>	
<b>F Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>						<b>950.985,73</b>	

Tabel 6.22 Analisa Pekerjaan Dowel &amp; Tiebar

Uraian Pekerjaan		: Pekerjaan Dowel Tiebar		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: Kg					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,01	1,00	90.000,00	450,00	
2	Tukang	OH	0,03	1,00	65.000,00	1.625,00	
3	Pekerja	OH	0,03	1,00	55.000,00	1.375,00	
B	<b>Alat</b>						
C	<b>Material</b>						
1	Besi Ulir	Kg	1,05	1,00	9.100,00	9.555,00	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>13.005,00</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>1.950,75</b>	
F	<b>Harga Satuan per 1 Kg</b>					<b>14.955,75</b>	

Tabel 6.23 Analisa Pekerjaan Perkerasan Rigid

Uraian Pekerjaan		: Pekerjaan Rigid		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
Satuan		: m <sup>3</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
A	<b>Upah</b>						
1	Mandor	OH	0,013	1,00	90.000,00	1.204,82	
2	Tukang	OH	0,067	1,00	65.000,00	4.350,74	
2	Pekerja	OH	0,134	1,00	55.000,00	7.362,78	
B	<b>Alat</b>						
1	Dump Truck	Jam	0,06	4,00	325.877,58	74.232,31	
2	Batching Plan	Jam	0,01	1,00	787.500,00	10.542,17	
3	Concrete Paver	Jam	0,01	1,00	2.763.413,78	23.773,21	
4	Water Tank Truck	Jam	0,00	1,00	232.427,98	653,41	
5	Excavator	Jam	0,01	1,00	358.832,44	5.095,30	
C	<b>Material</b>						
1	Concrete Class P	m <sup>3</sup>	1,05	1,00	847.350,00	889.717,50	
D	<b>Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>					<b>1.016.932,24</b>	
E	<b>Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>					<b>152.539,84</b>	
F	<b>Harga Satuan per m<sup>3</sup></b>					<b>1.169.472,08</b>	

Tabel 6.24 Analisa Pekerjaan Concrete Barrier

Uraian Pekerjaan		: Concrete Barrier		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,110	1,00	90.000,00	9.939,76	
2	Pekerja	OH	0,442	1,00	55.000,00	24.297,19	
<b>B Alat</b>							
1	Flat Bed Truck	Jam	0,11	1,00	200.000,00	22.088,35	
2	Mobile Crane	Jam	0,08	1,00	192.150,00	15.433,73	
<b>C Material</b>							
1	Concrete Barrier	m'	1,00	1,00	849.713,00	849.713,00	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>921.472,04</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>138.220,81</b>	
<b>F Harga Satuan per m'</b>						<b>1.059.692,84</b>	

Tabel 6.25 Analisa Pekerjaan Pengecatan Marka Jalan

Uraian Pekerjaan		: Pengecatan Marka		Jam Kerja		7 Jam/Hari	
No.	Uraian	Satuan	Koef.	Quantity	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	Keterangan
<b>A Upah</b>							
1	Mandor	OH	0,161	1,00	90.000,00	14.512,50	
2	Tukang	OH	0,323	1,00	65.000,00	20.962,50	
2	Pekerja	OH	0,645	1,00	55.000,00	35.475,00	
<b>B Alat</b>							
1	Mesin Cat	Jam	0,16	1,00	64.050,00	10.328,06	
<b>C Material</b>							
1	Cat Thermoplastik	m2	6,45	1,00	60.375,00	389.418,75	
<b>D Jumlah Harga Upah, Alat, Bahan (A+B+C)</b>						<b>470.696,81</b>	
<b>E Overhead + Profit (15%) (15% x D)</b>						<b>70.604,52</b>	
<b>F Harga Satuan per m<sup>2</sup></b>						<b>541.301,33</b>	

## 6.2 Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya didapatkan dari hasil perkalian antara volume total pekerjaan dengan Analisa Harga Satuan, berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan Rencana Anggaran Biaya sebagai berikut, lihat Tabel 6.26

## 6.3 Penjadwalan Alat dan Pekerja

Penjadwalan alat dan pekerja diplotkan berdasarkan urutan pekerjaan dengan urutan waktu yang berkaitan sehingga dapat diketahui jumlah alat dan pekerja yang dibutuhkan saat proyek mulai dikerjakan sampai selesai.

Data yang diperlukan untuk pembuatan penjadwalan alat dan pekerja adalah sebagai berikut:

- Jumlah pekerja yang digunakan per bulan
- Urutan pekerjaan sesuai item pekerjaan
- Jumlah alat berat yang digunakan per bulan
- Jenis alat berat yang digunakan untuk tiap item pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	2017	
		Nov	Dec
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>		
1.1	Stripping Area		
-	Mandor	1	1
-	Pembantu Tukang	8	8

Gambar 6.1 Penjadwalan Alat dan Pekerja

Sebagai contoh, pada bulan November 2017 untuk awal mulainya proyek dan pada pekerjaan *Stripping Area* dibutuhkan 1 Mandor dan 8 Pembantu Tukang. Pengisian kolom bulan mengikuti durasi total untuk pekerjaan *Stripping Area* yaitu 225 hari = 10 bulan, 1 bulan = 24 hari kerja.

Maka pengisian kolom bulan dengan kombinasi 1 Mandor dan 8 Pembantu Tukang dimulai dari bulan November 2017 sampai dengan bulan Agustus 2018, Begitu seterusnya, setelah semua pekerjaan selesai dimasukkan maka didapatkan jumlah total pekerja untuk seluruh item pekerjaan dalam 1 bulan.

VI	Pekerjaan Lain - Lain		
6.1	Concrete Barrier		
-	Mandor		
-	Pembantu Tukang		
6.2	Marka Jalan		
-	Mandor		
-	Tukang		
-	Pembantu Tukang		
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>	<b>34</b>

*Gambar 6.2 Jumlah Total Kebutuhan Alat dan Pekerja*

Didapatkan jumlah pekerja bulan November 2017 untuk seluruh item pekerjaan membutuhkan 9 orang tenaga kerja. Maka setiap bulan dapat diketahui jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan.

Untuk penjadwalan Alat Berat yang digunakan juga menggunakan cara yang telah dijabarkan diatas, sama dengan penjadwalan pekerja. Untuk hasil total dan rekapitulasi dapat dilihat pada Lampiran Penjadwalan Alat dan Pekerja.

#### **6.4 Pengaplikasian Dengan MS. Project**

Waktu pelaksanaan pada proyek Jalan Tol Gempol – Pasuruan Seksi 3B ini telah ditentukan berdasarkan produktivitas alat dan tenaga kerja. Selanjutnya, untuk memudahkan penjadwalan/perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan, maka digunakan aplikasi Microsoft Office Project 2016, hasil dari penggunaan aplikasi ini adalah Gantt Chart dan Kurva S yang dapat dilihat pada lampiran penjadwalan proyek.

Langkah – langkah pengaplikasian dengan MS. Project sebagai berikut. Data yang diperlukan untuk di input pada MS. Project untuk pekerjaan adalah :

Contoh Pekerjaan Timbunan,

- Hari kerja :  
Untuk waktu kerja, digunakan 7 jam/hari, 6 hari/minggu, 24 hari/bulan. Jam kerja berlangsung antara jam 08.00 s/d 15.00, hari minggu di setting libur. Pengaturan hari kerja dapat diatur pada “*Change Working Time*”

Set working time for this work week

Select day(s):

- Use Project default times for these days.
- Set days to nonworking time.
- Set day(s) to these specific working times:

	From	To
1	8:00 AM	3:00 PM

Sunday  
Monday  
Tuesday  
Wednesday  
Thursday  
Friday  
Saturday

Gambar 6.4 Working Time

- Waktu Mulai Proyek :  
Untuk waktu mulai proyek dapat diisi dengan tanggal yang diinginkan, disini penulis memakai waktu mulai proyek sesuai dengan yang ada pada lapangan, setelah waktu mulai proyek, Hari, Tanggal/Bulan/Tahun dimasukan maka dapat dilakukan langkah selanjutnya dengan memasukan durasi pekerjaan dan urutan pekerjaan.

Project Information for 'TOL GEMPAS SEKSI 3 Baru Pol'

Start date: Fri 11/17/17

Finish date: Mon 3/22/21

Schedule from: Project Start Date

Gambar 6.6 Project Start Date

- Item pekerjaan :  
Item pekerjaan yang diinput pada MS. Project berdasarkan item pekerjaan yang sudah di list pada sub bab 4.1
- Durasi pekerjaan :  
Durasi pekerjaan Timbunan adalah 784 hari, durasi di input pada kolom *Duration* pada MS. Project.
- Urutan pekerjaan :  
Dimulai saat pekerjaan *Stripping Area* berlangsung selama 24 hari kerja . Untuk *Predecessors* yang digunakan adalah, 3SS + 24 days, yang artinya pekerjaan pada baris pekerjaan Timbunan (nomor 5) dimulai bersamaan (*Start to Start*) dengan baris pekerjaan *Stripping Area* (nomor 3) ditambah 24 hari karena pekerjaan Timbunan dimulai saat pekerjaan *Stripping Area* berlangsung selama 24 hari.

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		Proyek Gempus 3B	916 days	Fri 11/17/17	Mon 3/22/21	
2		Pekerjaan Persiapan	225 days	Fri 11/17/17	Thu 9/13/18	
3		Stripping Area	225 days	Fri 11/17/17	Thu 9/13/18	
4		Pekerjaan Tanah	784 days	Tue 12/19/17	Thu 10/29/20	
5		Pekerjaan Timbunan	784 days	Tue 12/19/17	Thu 10/29/20	3SS+24 days

Gambar 6.8 Tampilan Urutan Pekerjaan MS. Project

- Lintasan kritis :  
Lintasan kritis dapat dilihat setelah semua item pekerjaan, durasi pekerjaan, urutan pekerjaan di input maka lintasan kritis dapat diketahui dengan melihat Gantt Chart berwarna merah. Penjumlahan durasi lintasan kritis didapatkan durasi total untuk pelaksanaan proyek, didapatkan durasi total yaitu 916 hari. Untuk Gantt Chart, Lintasan Kritis dan hasil akhir MS. Project dapat dilihat pada Lampiran Penjadwalan.



## 6.5 Perbandingan Biaya Proyek Dengan Biaya Hasil Perhitungan Penulis

Untuk biaya pelaksanaan yang didapat pada BoQ (*Bill of Quantity*) proyek didapatkan hasil sebesar Rp. 307.713.305.370,80 biaya proyek ini disesuaikan dengan item pekerjaan yang penulis cantumkan pada penulisan Tugas Akhir ini agar dapat dibandingkan dengan biaya hasil perhitungan penulis. Biaya hasil perhitungan penulis didapat sebesar Rp. 337.699.295.011,63. Perbedaan biaya pelaksanaan existing dengan biaya pelaksanaan hasil perhitungan penulis adalah sebesar Rp. 29.985.989.640,83 lebih besar hasil perhitungan penulis.

Adanya perbedaan besar biaya ini disebabkan beberapa faktor yaitu:

1. Kombinasi alat pada setiap item pekerjaan yang digunakan pada proyek berbeda dengan penulisan Tugas Akhir ini.
2. Jumlah alat yang pada proyek berbeda dengan jumlah alat yang penulis gunakan.
3. Koefisien yang digunakan pada proyek untuk Alat, Pekerja, Bahan pada proyek berbeda dengan yang penulis gunakan, koefisien didapatkan dari perhitungan produktivitas untuk alat dan pekerja mempengaruhi jumlah total harga satuan pekerjaan maka dari itu jumlah total biaya existing dengan biaya hasil perhitungan penulis berbeda.

Tabel 6.26 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya					
No.	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>				
1.1	Stripping Area	m <sup>3</sup>	108000,00	125.311,64	13.533.657.350,03
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>				
2.1	Pekerjaan Timbunan	m <sup>3</sup>	734528,64	266.831,25	195.995.198.440,21
2.3	Geotekstil	m <sup>2</sup>	241776,00	22.268,31	5.383.943.523,00
2.2	Pekerjaan Galian	m <sup>3</sup>	48407,51	114.830,29	5.558.648.381,88
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>				
3.1	Drainase Samping	m <sup>3</sup>	7719,82	635.545,50	4.906.296.851,87
3.2	Pengecoran LC RCP	m <sup>3</sup>	52,03	960.266,14	49.964.759,83
3.3	Penulangan RCP	Kg	15870,09	12.207,83	193.739.281,45
3.4	Bekisting RCP	m <sup>2</sup>	774,38	262.433,50	203.223.778,27
3.5	Pengecoran RCP	m <sup>3</sup>	374,89	1.081.465,69	405.430.563,82
3.6	Pemasangan RCP	Buah	114,00	1.395.672,23	159.106.634,31
3.7	Pengecoran LC Box Culvert	m <sup>3</sup>	484,62	961.959,58	466.182.543,02
3.8	Penulangan Box Culvert	Kg	597185,15	13.210,05	7.888.845.703,97
3.9	Bekisting Box Culvert	m <sup>2</sup>	18561,37	262.433,50	4.871.124.761,09
3.10	Pengecoran Box Culvert	m <sup>3</sup>	4759,82	1.094.120,48	5.207.811.493,18
3.11	Pengecoran LC Box Tunnel	m <sup>3</sup>	82,89	961.959,58	79.733.655,13
3.12	Penulangan Box Tunnel	Kg	107209,63	12.207,83	1.308.796.401,35
3.13	Bekisting Box Tunnel	m <sup>2</sup>	3149,32	262.433,50	826.486.281,57
3.14	Pengecoran Box Tunnel	m <sup>3</sup>	936,50	1.094.120,48	1.024.638.847,93
3.15	Median Drainase	Buah	1459,00	538.978,67	786.369.879,65
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat</b>				
4.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m <sup>3</sup>	22410,00	488.918,39	10.956.661.042,71
<b>5</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Beton</b>				
5.1	Lean Concrete	m <sup>3</sup>	14520,00	950.985,73	13.808.312.841,88
5.2	Fabrikasi Dowel & Tie Bar	Kg	425937,68	14.955,75	6.370.217.425,95
5.3	Perkerasan Beton	m <sup>3</sup>	42120,00	1.169.472,08	49.258.163.885,30
<b>6</b>	<b>Pekerjaan Lain - Lain</b>				
6.1	Concrete Barrier	m'	6000,00	1.059.692,84	6.358.157.049,40
6.2	Marka Jalan	m <sup>2</sup>	3876,92	541.301,33	2.098.583.634,81
<b>TOTAL BIAYA</b>					<b>337.699.295.011,63</b>

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil akhir dari perhitungan volume, penentuan metode yang digunakan, analisa perhitungan Rencana Anggaran Biaya yang telah dilakukan serta waktu pelaksanaan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Penggunaan alat berat untuk setiap pekerjaan hanya menggunakan 1 kombinasi alat saja. Jumlah alat berat dan metode yang dipilih akan menentukan durasi total pekerjaan.
2. Waktu pelaksanaan untuk menyelesaikan setiap pekerjaan pada proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuran Seksi 3B adalah selama 916 hari
3. Rencana Anggaran Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuran Seksi 3B adalah sebesar Rp. 337.699.295.012 (Tiga Ratus Tiga Puluh Tujuh Miliar Enam Ratus Sembilan Puluh Sembilan Juta Dua Ratus Sembilan Puluh Lima Ribu Dua Belas Rupiah)

## 7.2 **Saran**

Dari uraian laporan Tugas Akhir Terapan yang telah di jabarkan, didapatkan beberapa saran yang diharapkan dapat digunakan untuk menyempurnakan proyek sejenis ini oleh pembaca di kemudian hari, adapun beberapa saran yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mempercepat durasi total pekerjaan maka yang harus dipercepat adalah pekerjaan yang berada pada lintasan kritis berdasarkan Ms. Project dengan cara menambah jumlah pekerja dan juga jumlah kombinasi alat berat yang digunakan.
2. Untuk mempercepat durasi total pekerjaan juga dapat dilakukan dengan cara mengganti metode pekerjaan pengecoran manual dengan metode Precast, pekerjaan yang dapat diganti dengan Precast adalah : RCP, Box Culvert, Box Tunnel.
3. Dalam perhitungan produktivitas pekerjaan masih ada yang menggunakan nilai asumsi atau hanya bersifat teoritis saja, penulis menyarankan perlu adanya pengamatan langsung dan pendataan di lapangan sesuai pengalaman dari kontraktor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Nurhayati. (2014). *Edisi Pertama: Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Pemerintah Indonesia. (2016). *PerMen PU-PR No. 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan*. Jakarta: Bidang Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi. (1992). *Kapasitas dan Produksi Alat - Alat Berat*. Jakarta: Yayasan.
- Soedrajat. (1994). *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Penerbit Nova.
- Soeharto, I. (1998). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Widyasanti, I. (2013). *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

**LAMPIRAN**



*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## BIODATA PENULIS



### **Mochamad Choirul Rachman,**

Penulis dilahirkan di Surabaya, 12 Agustus 1997, Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Sedati, SD Negeri Buncitan, SMP Negeri 1 Sedati, MAN Sidoarjo. Setelah lulus dari MAN Sidoarjo pada Tahun 2015, Penulis mengikuti ujian masuk Diploma IV ITS dan diterima di program studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 3115.041.074 yang sekarang berganti menjadi 10111510000074. Di program studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif di Himpunan Mahasiswa Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil di Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Periode 2016 – 2017, sempat aktif dalam beberapa kegiatan kepanitiaan acara kampus. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa seminar yang pernah diadakan di kampus. Penulis sempat mengikuti kerja praktek di PT. Jasamarga Pandaan Malang pada proyek pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang.

### Ucapan Terima Kasih Penulis

Saya, Mochamad Choirul Rachman, sangat bersyukur kepada Allah SWT karena dengan limpahan rahmat serta hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan penuh ilmu pengetahuan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang berpengaruh positif terhadap penyelesaian Tugas Akhir ini.

- **Ayah dan Ibu**, Terimakasih atas dukungan moril dan materiil.
- **Dosen Pembimbing**, Ir. Sulchan Arifin, M.Eng. Terimakasih atas ilmu dan waktu yang telah diberikan.
- **Teman-Teman Kuliah**, teman - teman kelas B-2015 dan semua pihak yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan bagi saya hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
- **Icco Candra Ismawati**, selaku teman baik saya, terimakasih atas support saat masa perkuliahan.



LAMPIRAN SHOPDRAWING DAN PERHITUNGAN TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL GEMPOL -  
PASURUAN SEKSI 3B (STA. 25+000 s/d STA. 31+000)

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
NRP. 10111510000074

DOSEN PEMBIMBING  
Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng  
NIP.19550408 198203 1 003

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019

Rekap Pembesian Box Culvert												
Type	STA	Jumlah Buah	Jumlah Tulangan				Berat (Kg)				Berat Total (Kg)	Durasi (Hari)
			D13	D16	D19	D22	D13	D16	D19	D22		
2.0 x 2.0	25+455	1	2389	1589	0	0	7022	7564	0	0	14585,71	2,6
	25+697	1	3098	1010	0	0	9254	4862	0	0	14116,36	2,5
	26+960	1	2816	800	0	0	8330	3926	0	0	12256,66	2,1
	27+205	1	2816	908	0	0	8295	4350	0	0	12645,54	2,2
	27+316	1	3692	0	0	0	11060	0	0	0	11060,07	1,9
	27+488	1	3516	0	0	0	10547	0	0	0	10546,64	1,8
	27+596	1	3516	0	0	0	10556	0	0	0	10556,12	1,8
	27+727	1	3516	0	0	0	10544	0	0	0	10543,64	1,8
	27+898	1	2836	802	0	0	8355	3934	0	0	12289,04	2,2
	28+017	1	1068	874	0	0	2912	4041	0	0	6953,49	1,2
	28+843	1	3644	0	0	0	10914	0	0	0	10913,8	1,9
	28+950	1	3636	0	0	0	10904	0	0	0	10903,74	1,9
	28+992	1	3580	0	0	0	10716	0	0	0	10715,58	1,9
	29+231	1	2225	1481	0	0	6533	7299	0	0	13831,81	2,4
	30+610	1	2244	2168	0	0	6451	9855	0	0	16305,92	2,9
30+666	1	2344	2316	0	0	6803	10534	0	0	17337,08	3,0	
30+853	1	2408	1580	792	0	6976	6800	5597	0	19373,24	3,4	
3.0 x 2.0	26+703	2	4480	1108	0	2212	12916	7741	0	28499	49154,53	8,6
	26+941	1	2344	346	1038	688	6977	1553	8580	9226	26335,22	4,6
3.0 x 3.0	28+137	2	5657	1356	0	2876	18304	12480	0	44016	74800,11	13,1
	28+210	3	7064	2604	0	0	27547	18622	0	0	46168,55	8,1
	29+825	1	2610	1598	0	0	8906	11325	0	0	20231,35	3,5
	30+152	2	4734	1122	0	2350	15372	9911	0	33734	59016,71	10,3
2.5 x 2.5	28+495	1	3488	312	0	0	12752	1249	0	0	14001,77	2,5
	28+571	1	3652	328	0	0	13330	1313	0	0	14643,47	2,6
1.5 x 1.5	29+294	1	3976	0	0	0	9946	0	0	0	9945,87	1,7
	29+415	1	4156	0	0	0	10732	0	0	0	10731,66	1,9
2.0 x 2.5	29+703	1	2424	1342	334	0	7225	7487	1846	0	16557,14	2,9
	30+368	1	2272	1764	0	0	3111	15306	0	0	18416,9	3,2
	30+485	1	2650	2290	0	0	3909	18338	0	0	22247,43	3,9
<b>TOTAL PEMBESIAN</b>											<b>597185,151</b>	<b>105</b>

Pengecoran Box Culvert								
Type	STA	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas Box Culvert (m <sup>2</sup> )	Volume Lean Concrete (m <sup>3</sup> )	Volume Pengecoran (m <sup>3</sup> )	Durasi (Hari)	
							LC	BC
2.0 x 2.0	25+455	44,15	3,00	2,50	13,25	110,38	0,28	1,13
	25+697	41,45	3,00	2,50	12,44	103,63	0,28	1,07
	26+960	39,92	3,00	2,50	11,98	99,80	0,28	1,05
	27+205	37,96	3,00	2,50	11,39	94,90	0,27	1
	27+316	37,49	3,00	2,50	11,25	93,73	0,27	0,99
	27+488	35,73	3,00	2,50	10,72	89,33	0,27	0,95
	27+596	35,70	3,00	2,50	10,71	89,25	0,27	0,95
	27+727	35,70	3,00	2,50	10,71	89,25	0,27	0,95
	27+898	39,94	3,00	2,50	11,98	99,85	0,28	1,05
	28+017	39,74	3,00	2,50	11,92	99,35	0,28	1,05
	28+843	36,98	3,00	2,50	11,09	92,45	0,27	0,99
	28+950	36,66	3,00	2,50	11,00	91,65	0,27	0,98
	28+992	35,99	3,00	2,50	10,80	89,98	0,27	0,95
	29+231	41,03	3,00	2,50	12,31	102,58	0,28	1,06
	30+610	45,02	3,00	2,50	13,51	112,55	0,29	1,16
30+666	47,20	3,00	2,50	14,16	118,00	0,31	1,19	
30+853	48,46	3,00	2,50	14,54	121,15	0,31	1,23	
3.0 x 2.0	26+703	45,24	7,50	6,48	33,93	293,16	0,46	2,71
	26+941	43,10	4,20	3,72	18,10	160,33	0,33	1,56
3.0 x 3.0	28+137	53,90	7,80	9,96	42,04	536,84	0,56	4,83
	28+210	37,62	11,20	14,48	42,13	544,74	0,56	4,9
	29+825	39,05	4,60	5,94	17,96	231,96	0,33	2,2
	30+152	44,71	7,80	9,96	34,87	445,31	0,47	4,04
2.5 x 2.5	28+495	38,23	3,70	3,72	14,15	142,22	0,31	1,42
	28+571	39,85	3,70	3,72	14,74	148,24	0,32	1,47
1.5 x 1.5	29+294	43,94	2,30	1,52	10,11	66,79	0,27	0,76
	29+415	46,10	2,50	2,00	11,53	92,20	0,28	0,99
2.0 x 2.5	29+703	41,72	3,50	2,75	14,60	114,73	0,32	1,18
	30+368	40,62	3,20	3,42	13,00	138,92	0,28	1,38
	30+485	42,86	3,20	3,42	13,72	146,58	0,29	1,44
<b>TOTAL PENGECORAN</b>					<b>484,62</b>	<b>4759,82</b>	<b>9,53</b>	<b>46,63</b>

Bekisting Box Culvert											
Type	STA	Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Lebar Dalam (m)	Tinggi Dalam (m)	Sisi Miring (m)	Luas Box Culvert (m <sup>2</sup> )	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Durasi Hari
2.0 x 2.0	25+455	1,00	44,15	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	446,50	5,36
	25+697	1,00	41,45	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	419,50	5,03
	26+960	1,00	39,92	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	404,20	4,85
	27+205	1,00	37,96	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	384,60	4,62
	27+316	1,00	37,49	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	379,90	4,56
	27+488	1,00	35,73	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	362,30	4,35
	27+596	1,00	35,70	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	362,00	4,34
	27+727	1,00	35,70	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	362,00	4,34
	27+898	1,00	39,94	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	404,40	4,85
	28+017	1,00	39,74	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	402,40	4,83
	28+843	1,00	36,98	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	374,80	4,50
	28+950	1,00	36,66	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	371,60	4,46
	28+992	1,00	35,99	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	364,90	4,38
	29+231	1,00	41,03	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	415,30	4,98
	30+610	1,00	45,02	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	455,20	5,46
	30+666	1,00	47,20	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	477,00	5,72
30+853	1,00	48,46	3,00	2,50	2,00	2,00	0,25	2,50	489,60	5,88	
3.0 x 2.0	26+703	2,00	45,24	7,50	2,60	3,00	2,00	0,30	6,48	510,60	6,13
	26+941	1,00	43,10	4,20	2,60	3,00	2,00	0,30	3,72	481,54	5,78
3.0 x 3.0	28+137	2,00	53,90	7,80	3,80	3,00	3,00	0,30	9,96	849,98	10,20
	28+210	3,00	37,62	11,20	3,80	3,00	3,00	0,30	14,48	608,31	7,30
	29+825	1,00	39,05	4,60	3,80	3,00	3,00	0,30	5,94	613,25	7,36
	30+152	2,00	44,71	7,80	3,80	3,00	3,00	0,30	9,96	708,45	8,50
2.5 x 2.5	28+495	1,00	38,23	3,70	3,10	2,50	2,50	0,30	3,72	485,32	5,82
	28+571	1,00	39,85	3,70	3,10	2,50	2,50	0,30	3,72	505,57	6,07
1.5 x 1.5	29+294	1,00	43,94	2,30	1,90	1,50	1,50	0,20	1,52	332,59	3,99
	29+415	1,00	46,10	2,50	2,00	1,50	1,50	0,25	2,00	349,75	4,20
2.0 x 2.5	29+703	1,00	41,72	3,50	2,50	2,50	2,00	0,25	2,75	443,56	5,32
	30+368	1,00	40,62	3,20	3,10	2,00	2,50	0,40	3,42	478,03	5,74
	30+485	1,00	42,86	3,20	3,10	2,50	2,00	0,40	3,42	482,59	5,79
<b>TOTAL BEKISTING</b>										13725,73	164,71

Galian Box Culvert							
Type	STA	Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Vol. Galian (m <sup>2</sup> )	Durasi (Hari)
2.0 x 2.0	25+455	1,00	44,15	3,00	2,50	331,13	0,67
	25+697	1,00	41,45	3,00	2,50	310,88	0,63
	26+960	1,00	39,92	3,00	2,50	299,40	0,61
	27+205	1,00	37,96	3,00	2,50	284,70	0,58
	27+316	1,00	37,49	3,00	2,50	281,18	0,57
	27+488	1,00	35,73	3,00	2,50	267,98	0,54
	27+596	1,00	35,70	3,00	2,50	267,75	0,54
	27+727	1,00	35,70	3,00	2,50	267,75	0,54
	27+898	1,00	39,94	3,00	2,50	299,55	0,61
	28+017	1,00	39,74	3,00	2,50	298,05	0,60
	28+843	1,00	36,98	3,00	2,50	277,35	0,56
	28+950	1,00	36,66	3,00	2,50	274,95	0,56
	28+992	1,00	35,99	3,00	2,50	269,93	0,55
	29+231	1,00	41,03	3,00	2,50	307,73	0,62
	30+610	1,00	45,02	3,00	2,50	337,65	0,68
	30+666	1,00	47,20	3,00	2,50	354,00	0,72
30+853	1,00	48,46	3,00	2,50	363,45	0,74	
3.0 x 2.0	26+703	2,00	45,24	7,50	2,60	882,18	1,79
	26+941	1,00	43,10	4,20	2,60	470,65	0,95
3.0 x 3.0	28+137	2,00	53,90	7,80	3,80	1597,60	3,24
	28+210	3,00	37,62	11,20	3,80	1601,11	3,25
	29+825	1,00	39,05	4,60	3,80	682,59	1,38
	30+152	2,00	44,71	7,80	3,80	1325,20	2,69
2.5 x 2.5	28+495	1,00	38,23	3,70	3,10	438,50	0,89
	28+571	1,00	39,85	3,70	3,10	457,08	0,93
1.5 x 1.5	29+294	1,00	43,94	2,30	1,90	192,02	0,39
	29+415	1,00	46,10	2,50	2,00	230,50	0,47
2.0 x 2.5	29+703	1,00	41,72	3,50	2,50	365,05	0,74
	30+368	1,00	40,62	3,20	3,10	402,95	0,82
	30+485	1,00	42,86	3,20	3,10	425,17	0,86
<b>TOTAL GALIAN</b>						14164,00	28,73

Pembesian RCP									
Type	Diameter	STA	Panjang Total	Panjang RCP	Jumlah	Lebar Lean Concrete	Jumlah Tulangan	Berat Total	Durasi
			m	m	Buah	m	(D13) Buah	Kg	Hari
B	Ø1.00	25+056	46,62	2,45	19	1,8	601	4038,49	1,41
B	Ø1.00	26+750	50,22	2,45	21	1,8	539	3602,39	1,26
B	Ø1.00	26+051	45,70	2,45	19	2	616	4593,24	1,61
B	Ø1.00	26+275	45,70	2,45	19	2	494	3635,97	1,27
A	Ø1.00	25+886	42,45	2,45	18	1,9	0	0	0
A	Ø1.00	26+513	43,45	2,45	18	1,9	0	0	0
<b>TOTAL</b>					114	11,4	2250	15870,09	5,55

Bekisting RCP								
Type	Diameter	STA	Panjang Total	Panjang RCP	Jumlah	Tinggi Selimut	Bekisting	Durasi
			m	m	Buah	m	m <sup>2</sup>	Hari
B	Ø1.00	25+056	46,62	2,45	19	1,6	154,94	1,86
B	Ø1.00	26+750	50,22	2,45	21	1,6	166,46	2
B	Ø1.00	26+051	45,70	2,45	19	1,8	171,72	2,06
B	Ø1.00	26+275	45,70	2,45	19	1,8	171,72	2,06
A	Ø1.00	25+886	42,45	2,45	18	0,56	49,67	0,6
A	Ø1.00	26+513	43,45	2,45	18	0,66	59,86	0,72
<b>TOTAL</b>					114		774,382	9,3

Pengecoran RCP											
Type	Diameter	STA	Panjang Total	Panjang RCP	Jumlah	Lebar Lean Concrete	Luas Selimut	Volume Cor LC	Volume Cor RCP	Durasi LC	Durasi RCP
			m	m	Buah	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Hari	Hari
B	Ø1.00	25+056	46,62	2,45	19	1,8	1,43	8,39	66,67	0,26	0,76
B	Ø1.00	26+750	50,22	2,45	21	1,8	1,43	9,04	71,81	0,26	0,81
B	Ø1.00	26+051	45,70	2,45	19	2	1,61	9,14	73,62	0,26	0,82
B	Ø1.00	26+275	45,70	2,45	19	2	1,61	9,14	73,62	0,26	0,82
A	Ø1.00	25+886	42,45	2,45	18	1,9	0,95	8,07	40,41	0,26	0,52
A	Ø1.00	26+513	43,45	2,45	18	1,9	1,12	8,26	48,75	0,26	0,59
<b>TOTAL</b>					114	11,4	8,156	52,0322	374,8899	1,56	4,32

Galian RCP								
Type	Diameter	STA	Panjang Total	Panjang RCP	Jumlah	Lebar Lean Concrete	Tinggi Selimut	Volume Galian
			m	m	Buah	m	m	m
B	Ø1.00	25+056	46,62	2,45	19	1,8	1,6	134,27
B	Ø1.00	26+750	50,22	2,45	21	1,8	1,6	144,63
B	Ø1.00	26+051	45,70	2,45	19	2	1,8	164,52
B	Ø1.00	26+275	45,70	2,45	19	2	1,8	164,52
A	Ø1.00	25+886	42,45	2,45	18	1,9	0,56	45,17
A	Ø1.00	26+513	43,45	2,45	18	1,9	0,66	54,49
<b>TOTAL</b>					114			707,59

Pembesian Box Tunnel												
Type	STA	Jumlah Buah	Jumlah Tulangan				Berat (Kg)				Berat Total (Kg)	Durasi Hari
			D13	D16	D19	D22	D13	D16	D19	D22		
2.5 x 2.5	25+027	1	2457	979	0	0	8602,02	4822,81	0	0	13424,83	4,7
	25+463	1	2729	1091	0	0	9638,18	5374,36	0	0	15012,54	5,25
3.0 x 2.5	26+709	1	3209	581	0	0	11169,75	3190,46	0	0	14360,21	5,03
2.5 x 2.0	30+036	1	2166	892	594	0	6745,77	4523,77	3150,95	0	14420,49	5,05
4.0 x 3.5	30+657	1	2956	1138	1552	390	3807,47	20722,80	21375,24	4086,05	49991,56	17,50
<b>TOTAL PEMBESIAN</b>											107209,63	37,53

Pengecoran Box Tunnel								
Type	STA	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas Box Tunnel (m <sup>2</sup> )	Volume LC (m <sup>3</sup> )	Volume BT (m <sup>3</sup> )	Durasi (Hari)	
							LC	BT
2.5 x 2.5	25+027	34,7	3,7	3,67	12,84	127,35	0,28	1,29
	25+463	38,69	3,7	3,67	14,32	141,99	0,31	1,42
3.0 x 2.5	26+709	35,07	4,2	3,97	14,73	139,23	0,32	1,38
2.5 x 2.0	30+036	37,18	3,5	2,75	13,01	102,25	0,28	1,06
4.0 x 3.5	30+657	46,65	6	9,125	27,99	425,68	0,41	3,86
<b>TOTAL PENGECORAN</b>					82,89	936,50	1,60	9,01

Bekisting Box Tunnel											
Type	STA	Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Lebar Dalam (m)	Tinggi Dalam (m)	Sisi Miring (m)	Luas Box Tunnel (m <sup>2</sup> )	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Durasi
											Hari
2.5 x 2.5	25+027	1	34,7	3,7	3,1	2,5	2,5	0,25	3,67	517,43	6,21
	25+463	1	38,69	3,7	3,1	2,5	2,5	0,25	3,67	576,08	6,91
3.0 x 2.5	26+709	1	35,07	4,2	3,1	3	2,5	0,25	3,97	541,00	6,49
2.5 x 2.0	30+036	1	37,18	3,5	2,5	2,5	2	0,25	2,75	470,25	5,64
4.0 x 3.5	30+657	1	46,65	6	5	4	3,5	0,25	9,125	1044,55	12,53
<b>TOTAL BEKISTING</b>										3149,32	37,78

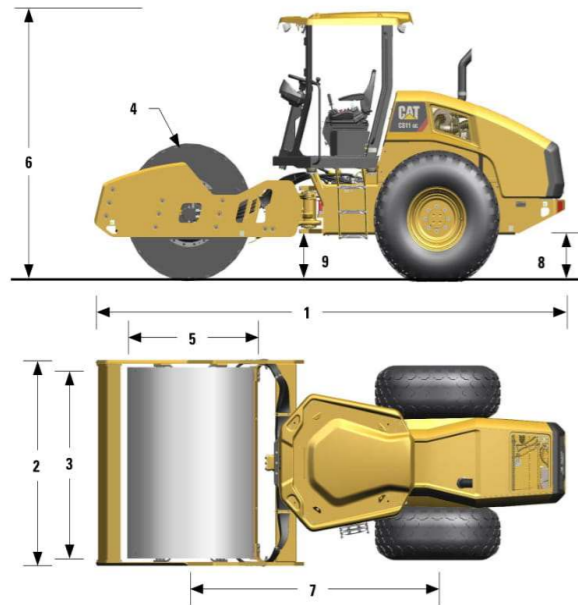
Galian Box Tunnel							
Type	STA	Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Vol. Galian (m <sup>3</sup> )	Durasi
							(Hari)
2.5 x 2.5	25+027	1	34,7	3,7	3,1	398,01	0,81
	25+463	1	38,69	3,7	3,1	443,77	0,90
3.0 x 2.5	26+709	1	35,07	4,2	3,1	456,61	0,93
2.5 x 2.0	30+036	1	37,18	3,5	2,5	325,33	0,66
4.0 x 3.5	30+657	1	46,65	6	5	1399,50	2,84
<b>TOTAL GALIAN</b>						3023,22	6,13



Volume Pekerjaan Timbunan							
No.	STA	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	No.	STA	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1	25+000	190,485		61	28+000	103,311	5313,53
2	25+050	149,626	8502,78	62	28+050	111,982	5382,33
3	25+100	151,848	7536,85	63	28+100	111,656	5590,95
4	25+150	144,151	7399,98	64	28+150	127,353	5975,23
5	25+200	142,947	7177,45	65	28+200	124,401	6293,85
6	25+250	138,526	7036,83	66	28+250	127,676	6301,93
7	25+300	141,007	6988,33	67	28+300	122,977	6266,33
8	25+350	151,019	7300,65	68	28+350	124,904	6197,03
9	25+400	152,868	7597,18	69	28+400	126,283	6279,68
10	25+450	134,857	7193,13	70	28+450	124,512	6269,88
11	25+500	115,220	6251,93	71	28+500	106,698	5780,25
12	25+550	109,416	5615,90	72	28+550	129,128	5895,65
13	25+600	102,194	5290,25	73	28+600	117,077	6155,13
14	25+650	78,889	4527,08	74	28+650	113,594	5766,78
15	25+700	79,295	3954,60	75	28+700	112,648	5656,05
16	25+750	59,965	3481,50	76	28+750	104,391	5425,98
17	25+800	56,437	2910,05	77	28+800	95,827	5005,45
18	25+850	81,540	3449,43	78	28+850	84,603	4510,75
19	25+900	96,168	4442,70	79	28+900	72,609	3930,30
20	25+950	100,087	4906,38	80	28+950	70,701	3582,75
21	26+000	103,189	5081,90	81	29+000	62,839	3338,50
22	26+050	101,628	5120,43	82	29+050	84,261	3677,50
23	26+100	130,074	5792,55	83	29+100	102,799	4676,50
24	26+150	128,951	6475,63	84	29+150	121,510	5607,73
25	26+200	123,928	6321,98	85	29+200	137,446	6473,90
26	26+250	122,888	6170,40	86	29+250	150,108	7188,85
27	26+300	113,069	5898,93	87	29+300	177,038	8178,65
28	26+350	109,649	5567,95	88	29+350	193,417	9261,38
29	26+400	106,113	5394,05	89	29+400	216,936	10258,83
30	26+450	101,825	5198,45	90	29+450	213,854	10769,75
31	26+500	97,228	4976,33	91	29+500	223,61	4374,64
32	26+550	100,575	4945,08	92	29+550	218,643	11056,33
33	26+600	108,356	5223,28	93	29+600	223,505	11053,70
34	26+650	116,882	5630,95	94	29+650	205,472	10724,43
35	26+700	151,403	6707,13	95	29+700	163,135	9215,18
36	26+750	131,924	7083,18	96	29+750	167,868	8275,08
37	26+800	129,476	6535,00	97	29+800	155,743	8090,28
38	26+850	124,287	6344,08	98	29+850	130,352	7152,38
39	26+900	118,038	6058,13	99	29+900	106,588	5923,50
40	26+950	101,188	5480,65	100	29+950	99,800	5159,70
41	27+000	115,025	5405,33	101	30+000	74,014	4345,35
42	27+050	110,679	5642,60	102	30+050	72,010	3650,60
43	27+100	107,488	5454,18	103	30+100	80,931	3823,53
44	27+150	111,772	5481,50	104	30+150	86,805	4193,40
45	27+200	109,219	5524,78	105	30+200	82,274	4226,98
46	27+250	106,411	5390,75	106	30+250	77,909	4004,58
47	27+300	103,664	5251,88	107	30+300	93,124	4275,83
48	27+350	99,011	5066,88	108	30+350	122,924	5401,20
49	27+400	91,458	4761,73	109	30+400	129,671	6314,88
50	27+450	89,029	4512,18	110	30+450	143,108	6819,48
51	27+500	82,192	4280,53	111	30+500	148,746	7296,35
52	27+550	81,151	4083,58	112	30+550	157,537	7657,08
53	27+600	73,207	3858,95	113	30+600	161,687	7980,60
54	27+650	68,972	3554,48	114	30+650	193,253	8873,50
55	27+700	68,001	3424,33	115	30+700	191,208	9611,53
56	27+750	72,777	3519,45	116	30+750	204,186	9884,85
57	27+800	82,283	3876,50	117	30+800	209,686	10346,80
58	27+850	92,223	4362,65	118	30+850	209,256	10473,55
59	27+900	101,222	4836,13	119	30+900	214,517	10594,33
60	27+950	109,230	5261,30	120	30+950	218,058	10814,38
				121	31+000	213,331	10784,73
<b>TOTAL VOLUME</b>						<b>734528,64</b>	

REKAPITULASI												
No.	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Jumlah Harga	Produktivitas		Durasi Hari	Tenaga Kerja			Alat Yang Digunakan
						Per Jam	Per Hari		Mandor	Tukang	Pekerja	
<b>1</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>											
1.1	Stripping Area	m <sup>3</sup>	108000,00	125.311,64	13.533.657.350,03	68,66	480,64	225	1	0	8	1 Bulldozer, 1 Excavator, 4 Dump Truck
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>											
2.1	Pekerjaan Timbunan	m <sup>3</sup>	734528,64	266.831,25	195.995.198.440,21	133,77	936,38	784	1	0	8	2 Excavator, 8 Dump Truck, 1 Vibro Roller, 1 Motor Grader, 1 Water Tank
2.3	Geotekstil	m <sup>2</sup>	241776,00	22.268,31	5.383.943.523,00	142,86	1.000,00	242	1	0	10	-
2.2	Pekerjaan Galian	m <sup>3</sup>	48407,51	114.830,29	5.558.648.381,88	70,42	492,97	98	1	0	4	1 Excavator, 4 Dump Truck
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>											
3.1	Drainase Samping	m <sup>3</sup>	7719,82	635.545,50	4.906.296.851,87	34,86	244,02	32	1	2	5	1 Excavator, 4 Dump Truck, 1 Concrete Mixer
3.2	Pengecoran LC RCP	m <sup>3</sup>	52,03	960.266,14	49.964.759,83	27,09	189,64	1	1	0	2	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump
3.3	Penulangan RCP	Kg	15870,09	12.207,83	193.739.281,45	408,16	2.857,14	6	1	20	20	-
3.4	Bekisting RCP	m <sup>2</sup>	774,38	262.433,50	203.223.778,27	11,90	83,33	9	3	30	30	-
3.5	Pengecoran RCP	m <sup>3</sup>	374,89	1.081.465,69	405.430.563,82	27,09	189,64	3	1	0	2	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump, 1 Water Tank
3.6	Pemasangan RCP	Buah	114,00	1.395.672,23	159.106.634,31	5	38	3	1	0	4	1 Flat Bed Truck, 1 Mobile Crane
3.7	Pengecoran LC Box Culvert	m <sup>3</sup>	484,62	961.959,58	466.182.543,02	27,09	189,64	4	1	0	4	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump
3.8	Penulangan Box Culvert	Kg	597185,15	13.210,05	7.888.845.703,97	816,33	5.714,29	105	2	40	40	-
3.9	Bekisting Box Culvert	m <sup>2</sup>	18561,37	262.433,50	4.871.124.761,09	11,90	83,33	165	3	30	30	-
3.10	Pengecoran Box Culvert	m <sup>3</sup>	4759,82	1.094.120,48	5.207.811.493,18	27,09	189,64	41	1	0	4	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump, 1 Water Tank
3.11	Pengecoran LC Box Tunnel	m <sup>3</sup>	82,89	961.959,58	79.733.655,13	27,09	189,64	1	1	0	4	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump
3.12	Penulangan Box Tunnel	Kg	107209,63	12.207,83	1.308.796.401,35	5.979,39	41.855,70	38	1	20	20	-
3.13	Bekisting Box Tunnel	m <sup>2</sup>	3149,32	262.433,50	826.486.281,57	97,38	681,68	38	3	30	30	-
3.14	Pengecoran Box Tunnel	m <sup>3</sup>	936,50	1.094.120,48	1.024.638.847,93	27,09	189,64	8	1	0	4	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump, 1 Water Tank
3.15	Median Drainase	Buah	1459,00	538.978,67	786.369.879,65	5	38	38	1	0	4	1 Flat Bed Truck, 1 Mobile Crane
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat</b>											
4.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m <sup>3</sup>	22410,00	488.918,39	10.956.661.042,71	133,77	936,38	24	1	0	6	2 Excavator, 8 Dump Truck, 1 Vibro Roller, 1 Motor Grader, 1 Water Tank
<b>5</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Beton</b>											
5.1	Lean Concrete	m <sup>3</sup>	14520,00	950.985,73	13.808.312.841,88	74,70	522,90	28	1	0	8	1 Batching Plan, 7 Truck Mixer, 1 Concrete Pump
5.2	Fabrikasi Dowel & Tie Bar	Kg	425937,68	14.955,75	6.370.217.425,95	3.922,08	27.454,55	16	1	10	10	-
5.3	Perkerasan Beton	m <sup>3</sup>	42120,00	1.169.472,08	49.258.163.885,30	74,70	522,90	81	1	5	10	1 Batching Plan, 1 Excavator, 1 Concrete Paver, 4 Dump Truck, 1 Water Tank
<b>6</b>	<b>Pekerjaan Lain - Lain</b>											
6.1	Concrete Barrier	m'	6000,00	1.059.692,84	6.358.157.049,40	9	63	95	1	0	4	1 Flat Bed Truck, 1 Mobile Crane
6.2	Marka Jalan	m <sup>2</sup>	3876,92	541.301,33	2.098.583.634,81	6,20	43,41	89	1	2	4	1 Mesin Cat Thermoplastic
<b>TOTAL BIAYA</b>					<b>337.699.295.011,63</b>			<b>2173</b>				

## CS12 GC Vibratory Soil Compactor



### Dimensions

	m	ft
1 Overall Length	5.70 m	18.71 ft
2 Overall Width	2.30 m	7.53 ft
3 Drum Width	2134 mm	84 in
4 Drum Shell Thickness	25 mm	0.98 in
5 Drum Diameter	1535 mm	60.4 in
6 Maximum Overall Height	2.99 m	9.8 ft
with Padfoot Shell Kit option	3.09 m	10.1 ft
7 Wheelbase	3.00 m	9.8 ft
8 Ground Clearance	518 mm	20.4 in
9 Curb Clearance	492 mm	19.4 in
Inside Turning Radius	3.86 m	12.7 ft
Hitch Articulation Angle	34°	
Hitch Oscillation Angle	15°	

### Optional Padfoot Shell Kit Specifications

Number of Pads	120	
Pad Height, oval pads	90 mm	3.5 in
Pad Face Area, oval pads	63.5 cm <sup>2</sup>	9.8 in <sup>2</sup>
Pad Height, square pads	90 mm	3.5 in
Pad Face Area, square pads	105.6 cm <sup>2</sup>	16.4 in <sup>2</sup>
Number of Chevrons	16	

### STANDARD EQUIPMENT Varies by market- contact your Dealer for specifics.

#### ELECTRICAL

- 12-volt Electrical System
- 120-ampere Alternator
- 900 Cold-cranking Amps Battery Capacity

#### OPERATOR ENVIRONMENT

- Sun Canopy with Platform Handrails/Guardrails
- Vinyl Adjustable Seat, Seat Belt
- Steering Wheel Console with gauges and/or audible warning alarm for: Hydraulic oil temperature, Engine oil pressure, Engine coolant temperature, Alternator charge, Fuel level, Service hour meter, Engine RPM, Optional Cat Compaction Control
- Adjustable Tilting Steering Column
- 12-volt Power Outlet
- Floor Mat
- Interior Rear View Mirror
- Horn, Backup Alarm

#### POWERTRAIN

- Cat® C4.4 Diesel Engine, 4-cylinder
- Propel Pump
- Dual Fuel Filters, Water Separator, Electronic Priming Pump, Water Indicator
- Radiator/Hydraulic Oil Cooler, Charge Air Cooler
- Dual Braking System
- Two-speed Hydrostatic Transmission

#### VIBRATORY SYSTEM

- Smooth Drum, Adjustable Steel Scraper
- Dual Amplitude, Dual Frequency
- Pod-Style Eccentric Weight System
- Auto-vibe Function

#### OTHER

- Sight Gauges for Hydraulic Oil Level and Radiator Coolant Level
- Cat ToughGuard™ Hose
- S-O-S™ Sampling Valves, Engine Oil, Hydraulic Oil and Coolant
- Product Link™

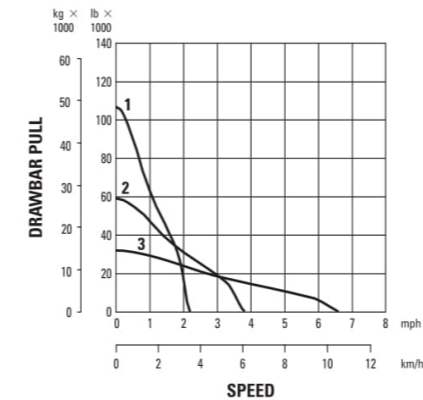
### OPTIONAL EQUIPMENT

- Padfoot Shell Kit (oval or square pad)
- Rotating Beacon
- Polyurethane Drum Scrapers
- Additional Steel Drum Scraper
- High Ambient Temperature Oil Factory Fill
- Cat Compaction Control, Machine Drive Power or CMV or Both
- SBAS GNSS Mapping for Cat Compaction Control (RTK available)
- Machine-to-Machine Communication for Cat Compaction Control
- Upgraded LED Light Package
- Flotation Tread or Lug Tread Tires
- Transmission Guard
- Side Mounted Rear View Mirrors
- Sound Reduction Kit
- Sun/Debris Shields

## D7R Track-Type Tractor Specifications

Engine	
Engine Model	Cat® C9 ACERT™
Maximum Power at 1,900 rpm	
Gross Power – ISO 14396	204 kW 274 hp
Net Power – ISO 9249	194 kW 260 hp
Bore	112 mm 4.4 in
Stroke	149 mm 5.9 in
Displacement	8.8 L 537 in <sup>3</sup>
Transmission	
1.0 Forward	3.52 km/h 2.19 mph
2.0 Forward	6.10 km/h 3.79 mph
3.0 Forward	10.54 km/h 6.55 mph
1.0 Reverse	4.54 km/h 2.82 mph
2.0 Reverse	7.85 km/h 4.88 mph
3.0 Reverse	13.58 km/h 8.44 mph

D7R Standard/XR/LGP  
Differential Steer



KEY  
1 — 1st Gear  
2 — 2nd Gear  
3 — 3rd Gear

NOTE: Usable pull will depend upon weight and traction of equipped tractor.

Service Refill Capacities	
Fuel Tank	479 L 126.5 gal
Cooling System	73 L 19.3 gal
Engine Crankcase	28 L 7.4 gal
Power Train	178 L 47 gal
Final Drives (each)	13 L 3.4 gal
Pivot Shaft	32 L 8.5 gal
Hydraulic Tank	54 L 14.3 gal

### Weights

Operating Weight – Standard	24 962 kg 55,041 lb
Shipping Weight – Standard	20 288 kg 44,735 lb
Operating Weight – XR	25 441 kg 56,097 lb
Shipping Weight – XR	20 767 kg 45,791 lb
Operating Weight – LGP	27 101 kg 59,758 lb
Shipping Weight – LGP	22 380 kg 49,348 lb

- Operating weight includes lubricants, coolant, full fuel tank, standard track, ROPS cab, hydraulic controls, SU-blade, drawbar and operator.
- Shipping weight includes lubricants, coolant, 10% fuel tank, standard track, ROPS cab and hydraulic controls.

Undercarriage	
Standard Width of Shoe – STD/XR	560 mm 22 in
Standard Width of Shoe – LGP	914 mm 36 in
Shoes/Side – STD	40
Shoes/Side – XR	41
Shoes/Side – LGP	43
Grouser Height	71 mm 2.8 in
Track on Ground – STD	2870 mm 113 in
Track on Ground – XR	3048 mm 120 in
Track on Ground – LGP	3175 mm 125 in
Ground Contact Area (STD Track) – STD	3.21 m <sup>2</sup> 4,972 in <sup>2</sup>
Ground Contact Area (STD Track) – XR	3.41 m <sup>2</sup> 5,280 in <sup>2</sup>
Ground Contact Area (STD Track) – LGP	5.81 m <sup>2</sup> 9,000 in <sup>2</sup>
Ground Pressure (STD Track) – STD	76.32 kPa 11.07 psi
Ground Pressure (STD Track) – XR	73.22 kPa 10.62 psi
Ground Pressure (STD Track) – LGP	45.78 kPa 6.64 psi

- STD, XR and LGP with SU-blade, with rear drawbar only.
- Ground pressure is subject to change based on shoe width and machine overall configuration affecting operating weight.

### Hydraulic Controls – Pump

Pump Type	Variable Displacement Piston
Pump Capacity	38 500 kPa 5,584 psi
RPM at Rated Engine Speed	2,231 rpm
Pump Output	289 L/min 76.3 gal/min
Lift Cylinder Flow	190 L/min 50.2 gal/min
Tilt Cylinder Flow	80 L/min 21.1 gal/min
Ripper Cylinder Flow	190 L/min 50.2 gal/min

For more complete information on Cat products, dealer services, and industry solutions, visit us on the web at [www.cat.com](http://www.cat.com)

QEHQ2429 (08/18)

Materials and specifications are subject to change without notice. Featured machines in photos may include additional equipment.

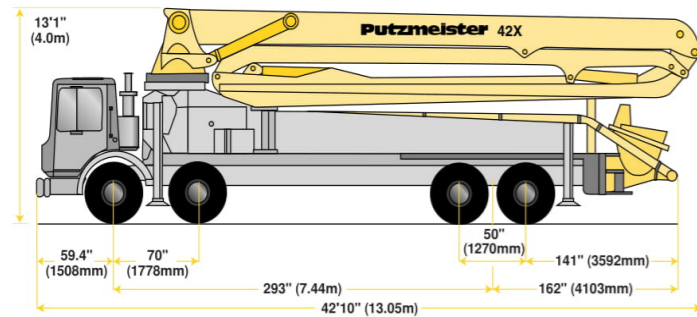
©2018 Caterpillar Inc.  
All Rights Reserved.

CAT, CATERPILLAR, ACERT, BUILT FOR IT, their respective logos, "Caterpillar Yellow" and the "Power Edge" trade dress, as well as corporate and product identity used herein, are trademarks of Caterpillar and may not be used without permission.

Product ID: CS12 GC



## Specifications 42X-Meter Concrete Pump



### Truck-Mounted Specifications

Based on Model Mack MR 688S with .16H pump cell.

Length	42'10"	(13.05m)
Width	8'2"	(2.50m)
Height	13'1"	(4.00m)
Wheelbase	293"	(7442mm)
Front axle weight	33,431 lbs	(15,178kg)
Rear axle weight	38,961 lbs	(17,688kg)
Approx total weight	72,392 lbs	(32,866kg)

Weights are approximate and include pump, boom, truck, full hydraulic oil, driver and some fuel. Varies with options selected.  
Dimensions will vary with different truck makes, models and specifications.

### Boom Specifications - Roll and Fold Design

<b>Height &amp; Reach</b>		
Vertical reach	136'10"	(41.70m)
Horizontal reach	124'8"	(38.00m)
Reach from front of truck*	115'9"	(35.30m)
Reach depth	92'9"	(28.29m)
Unfolding height	32'6"	(9.90m)

### 4-Section Boom

1st section articulation	99°
2nd section articulation	180°
3rd section articulation	180°
4th section articulation	255°
1st section length	33'4" (10.16m)
2nd section length	30'10" (9.40m)
3rd section length	30'2" (9.19m)
4th section length	30'4" (9.25m)

### General Specs

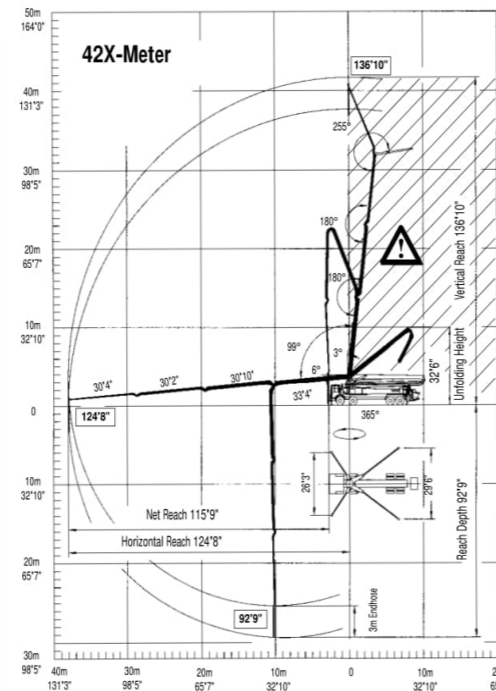
Pipeline size (ID) metric ends with couplings	5" (125mm)
Rotation	365°
End hose-length (heavy duty)	10' (3m)
End hose-diameter	5" (125mm)
Outrigger spread L-R-front telescopic diagonal	26'3" (8.00m)
Outrigger spread L-R-rear swing-out	29'6" (9.00m)

### Pump Specifications

	42X.16H	42X.20H
Output- rod side	210 yd <sup>3</sup> /hr (160m <sup>3</sup> /hr)	—
piston side	146 yd <sup>3</sup> /hr (112m <sup>3</sup> /hr)	260 yd <sup>3</sup> /hr (200m <sup>3</sup> /hr)
Pressure- rod side	1233 psi (85 bar)	—
piston side	1885 psi (130 bar)*	1233 psi (85 bar)*
Concrete cylinder diameter	9" (230mm)	11" (280mm)
Stroke length	83" (2100mm)	83" (2100mm)
Max strokes per minute- rod side	31	—
piston side	21	26
Volume control	0-Full	0-Full
Vibrator	Standard	Standard
Hard chromed concrete cylinders	Standard	Standard
Hydraulic system	Free Flow	Free Flow
Hydraulic system pressure	5075 psi (350 bar)	5075 psi (350 bar)
Differential cylinder diameter	5.5" (140mm)	5.5" (140mm)
Rod diameter	3.1" (80mm)	3.1" (80mm)
Maximum size aggregate	2.5" (63mm)	2.5" (63mm)
Water tank - pedestal	40 gal (150L)	40 gal (150L)
- outrigger	170 gal (640L)	170 gal (640L)

Maximum theoretical values listed.  
\* Applies to units mounted on PMA stock truck-Mack MR 688S  
• Standard delivery line system rated at max line pressure of 1233 psi (85 bar)

Right to make technical amendments reserved.



⚠ End hose not to be operated in caution area.



**Putzmeister America**  
1733 90th Street  
Sturtevant  
Wisconsin 53177 USA

Telephone (262) 886-3200  
(800) 884-7210  
Facsimile (262) 884-6338  
www.putzmeister.com

Printed in the USA (3.50401)

## Technical specification

	Slipform paver SP 500 Vario	
<b>Engine</b>		
Manufacturer	Deutz	
Type	BF 6M 2012C	
Cooling	Water	
Number of cylinders	6	
Output	kW/HP/PS	131 / 176 / 178
Engine speed	min <sup>-1</sup>	2,100
Displacement	cm <sup>3</sup>	6,057
Fuel consumption, 1/1 load	l/h	32.2
Fuel consumption, 2/3 load	l/h	21.5
<b>Speed/gradeability</b>		
Paving speed	m/min	0-5
Travel speed	m/min	0-17
<b>Crawler tracks</b>		
Crawler track dimensions (L x W x H)	mm	1,550 x 300 x 540
Stroke of levelling cylinders	mm	1,000
<b>Concrete paving kit</b>		
Min. working width	mm	2,000
Max. working width	mm	6,000
Max. paving thickness	mm	400
Max. number of vibrators hydr./elec.		16 / 18
<b>Weights</b>		
Own weight, basic configuration	t	18
Own weight, maximum configuration	t	42
<b>Tank capacities</b>		
Fuel tank	l	350
Hydraulic fluid tank	l	380
Water tank	l	475
<b>Electrical system</b>		
	V	24
Min. shipping dimensions (L x W x H)	mm	8,900 x 3,000 x 3,000
Max. shipping dimensions (L x W x H)	mm	8,900 x 3,000 x 3,000



**AUTO-LINK HOLDINGS SDN BHD**  
International Heavy Equipment Provider

Call : +6012-398 2681  
www.autolink.com.my

**Machine Specification**

<b>Category</b>	: Crawler Hydraulic Excavator
<b>Brand</b>	: Komatsu
<b>Model</b>	: PC200-5
<b>Condition</b>	: Imported, Reconditioned

**Dimensions (mm)**

<b>Overall Length</b>	: 9,425 mm
<b>Overall Width</b>	: 2,800 mm
<b>Overall Height</b>	: 2,970 mm
<b>Operating Weight</b>	: 19,550 kg
<b>Std Bucket Capacity</b>	: 0.7 m <sup>3</sup>
<b>Std Shoe Width</b>	: 600 mm
<b>Std Arm Length</b>	: 2,900 mm
<b>Track Length</b>	: 3,270 mm
<b>Crawler Length</b>	: 4,080 mm
<b>U/C Width</b>	: 2,780 mm

**Engine**

<b>Maker</b>	: KOM
<b>Model</b>	: S6D95L
<b>Displacement</b>	: 4,900 cc
<b>No of Cylinder</b>	: 6
<b>Max Torque (kg-m/ rpm)</b>	:

MOTOR GRADER **GD535-5**

**SPECIFICATIONS**

**ENGINE**

Model .....KOMATSU SAA6D107E-1  
 Type.....Water-cooled, 4-cycle, direct injection  
 Aspiration .....Turbocharged and air to air aftercooled  
 Number of cylinders .....6  
 Bore.....107 mm  
 Stroke .....124 mm  
 Piston displacement .....6.69 L  
 Horsepower (Manual mode)  
 P-mode  
 SAE J 1995 .....Gross 115 kW 154 HP/2000 min<sup>-1</sup>  
 ISO 9249/SAE J 1349 .....Net 108 kW 145 HP/2000 min<sup>-1</sup>  
 E-mode  
 SAE J 1995 .....Gross 107 kW 143 HP/2000 min<sup>-1</sup>  
 ISO 9249/SAE J 1349 .....Net 101 kW 135 HP/2000 min<sup>-1</sup>  
 Maximum torque.....658 Nm 67.1 kgm/1450 min<sup>-1</sup>  
 Torque rise .....24 %  
 Fan speed .....Max 1628 min<sup>-1</sup>  
 Air cleaner .....2-stage, dry-type  
 U.S. EPA Tier 3 and EU Stage 3A emissions equivalent.

**TRANSMISSION AND TORQUE CONVERTER**

Full power shift transmission with torque converter and lock-up.  
 Speeds (at rated engine speed)

Gear	Forward	Reverse
1st	4.2 km/h	4.7 km/h
2nd	5.9 km/h	9.1 km/h
3rd	8.0 km/h	17.8 km/h
4th	11.3 km/h	34.1 km/h
5th	15.7 km/h	-
6th	22.0 km/h	-
7th	30.1 km/h	-
8th	42.0 km/h	-

Maximum travel speed at engine high idle is 46.0 km/h.

**TANDEM DRIVE**

Oscillating welded box section .....490 mm x 203 mm  
 Side wall thickness: Inner .....22 mm  
 Outer .....19 mm  
 Wheel axle spacing .....1525 mm  
 Tandem oscillation .....11 ° forward, 13 ° reverse

**FRONT AXLE**

Type.....Solid bar construction welded steel sections  
 Ground clearance at pivot .....580 mm  
 Wheel lean angle, right or left .....16 °  
 Oscillation, total .....32 °

**REAR AXLE**

Alloy steel, heat treated, full floating axle with lock/unlock differential.

**WHEELS, FRONT AND REAR**

Bearings .....Tapered roller  
 Tires.....13.00-24-12PR, tubeless  
 Tire rims (demountable) .....9" one-piece rims

**STEERING**

Hydraulic power steering providing stopped engine steering meeting ISO 5010.  
 Minimum turning radius .....7.0 m  
 Maximum steering range, right or left .....49 °  
 Articulation .....25 °

**BRAKES**

Service brake .....Foot operated, wet multiple-disc brakes, hydraulically actuated on four tandem wheels.  
 Parking brake .....Manually actuated, spring applied, hydraulically released caliper.

**FRAME**

Front Frame Structure  
 Height .....300 mm  
 Width .....280 mm  
 Side .....22 mm  
 Upper, Lower .....28 mm

**DRAWBAR**

A-shaped, welded construction for maximum strength with a replaceable drawbar ball.  
 Drawbar frame .....220 mm x 16 mm

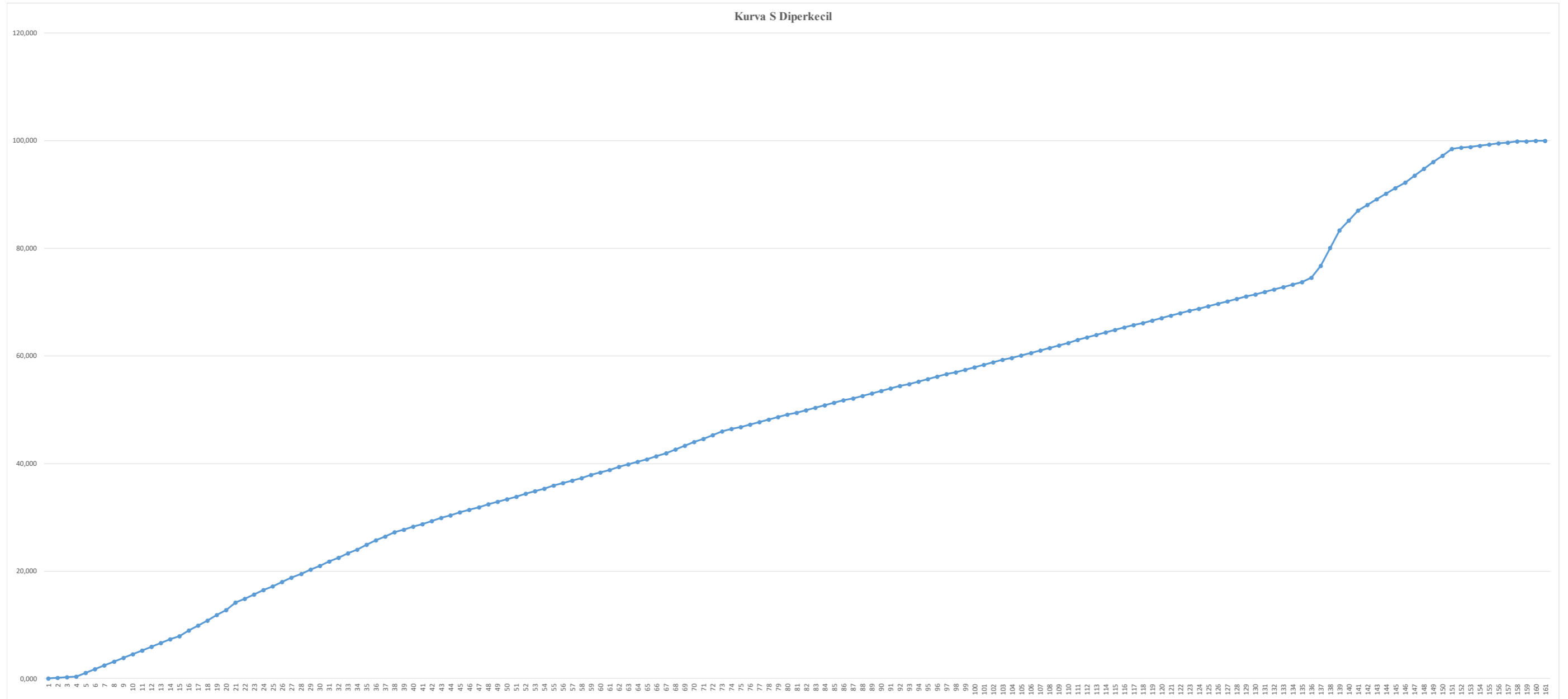
**CIRCLE**

Single piece rolled ring forging. Six circle support shoes with replaceable wear surface. Circle teeth hardened on front 180 ° of circle.  
 Diameter (outside) .....1410 mm  
 Circle reversing control hydraulic rotation .....360 °





# KURVA S

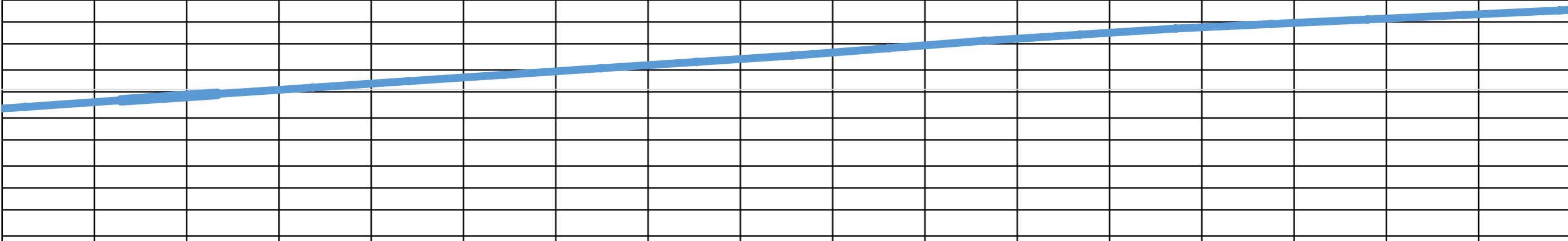




NO.	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Volume	HARGA TOTAL	Bobot (%)	Nov-17		Dec-17				Jan-18					
						3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>																
1.1	Stripping Area	m <sup>3</sup>	108000	Rp 13.533.657.350	4,008	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>																
2.1	Pekerjaan Timbunan	m <sup>3</sup>	734528,64	Rp 195.995.198.440	58,038					0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
2.2	Geotekstil	m <sup>2</sup>	241776	Rp 5.383.943.523	1,594					0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
2.3	<b>Pekerjaan Galian Drainase</b>																
2.3.1	Galian DS	m <sup>3</sup>	14164	Rp 3.355.995.295	0,994					0,099	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099
2.3.2	Galian RCP	m <sup>3</sup>	3023,22	Rp 81.253.028	0,024												
2.3.3	Galian BC	m <sup>3</sup>	707,59	Rp 1.626.456.284	0,482												
2.3.4	Galian BT	m <sup>3</sup>	1287	Rp 347.157.192	0,103												
2.3.5	Galian MD	m <sup>3</sup>	29225,70	Rp 147.786.582	0,044												
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>																
3.1	Drainase Samping	m <sup>3</sup>	7719,82	Rp 4.906.296.852	1,453												
3.2	Pengecoran LC RCP	m <sup>3</sup>	52,03	Rp 49.964.760	0,015												
3.3	Penulangan RCP	Kg	15870,09	Rp 193.739.282	0,057												
3.4	Bekisting RCP	m <sup>2</sup>	774,38	Rp 203.223.778	0,060												
3.5	Pengecoran RCP	m <sup>3</sup>	374,89	Rp 405.430.564	0,120												
3.6	Pemasangan RCP	Buah	114	Rp 159.106.634	0,047												
3.7	Pengecoran LC Box Culvert	m <sup>3</sup>	484,62	Rp 466.182.543	0,138												
3.8	Penulangan Box Culvert	Kg	597185,15	Rp 7.888.845.704	2,336												
3.9	Bekisting Box Culvert	m <sup>2</sup>	18561,37	Rp 4.871.124.761	1,442												
3.10	Pengecoran Box Culvert	m <sup>3</sup>	4759,82	Rp 5.207.811.493	1,542												
3.11	Pengecoran LC Box Tunnel	m <sup>3</sup>	82,89	Rp 79.733.655	0,024												
3.12	Penulangan Box Tunnel	Kg	107209,63	Rp 1.308.796.401	0,388												
3.13	Bekisting Box Tunnel	m <sup>2</sup>	3149,32	Rp 826.486.282	0,245												
3.14	Pengecoran Box Tunnel	m <sup>3</sup>	936,50	Rp 1.024.638.848	0,303												
3.15	Median Drainase	Buah	1459	Rp 786.369.880	0,233												
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat</b>																
4.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	m <sup>3</sup>	22410	Rp 10.956.661.043	3,245												
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Beton</b>																
5.1	Lean Concrete	m <sup>3</sup>	14520	Rp 13.808.312.842	4,089												
5.2	Fabrikasi Dowel & Tie Bar	Kg	425937,68	Rp 6.370.217.426	1,886												
5.3	Perkerasan Beton	m <sup>3</sup>	42120	Rp 49.258.163.885	14,586												
<b>VI</b>	<b>Pekerjaan Lain - Lain</b>																
6.1	Concrete Barrier	m'	6000,00	Rp 6.358.157.049	1,883												
6.2	Marka Jalan	m <sup>2</sup>	3876,92	Rp 2.098.583.635	0,621												
<b>TOTAL</b>				Rp 337.699.295.011	100,00												
Jumlah Bobot Rencana Pelaksanaan (%)						0,105	0,105	0,105	0,105	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687	0,687
Kumulatif Bobot Rencana Pelaksanaan (%)						0,105	0,211	0,316	0,422	1,109	1,795	2,482	3,169	3,856	4,542		

Feb-18				Mar-18				Apr-18				May-18				
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
0,099	0,099	0,099	0,099													
				0,024												
					0,096	0,096	0,096	0,096	0,096							
										0,103						
					0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242						
					0,015											
					0,057											
						0,030	0,030									
								0,120								
								0,047								
										0,138						
										0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130
										0,024						
										0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
0,687	0,687	0,687	0,687	0,611	0,998	0,956	0,956	1,093	0,926	1,279	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773
5,229	5,916	6,603	7,290	7,901	8,899	9,855	10,811	11,904	12,830	14,109	14,881	15,654	16,427	17,199	17,972	18,744

Jun-18			Jul-18				Aug-18				Sep-18				Oct	
2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105	0,105						
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,130						
											0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035										
							0,152	0,152								
0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,869	0,869	0,717	0,717	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
19,496	20,248	21,001	21,753	22,505	23,257	24,009	24,878	25,747	26,464	27,181	27,715	28,248	28,782	29,315	29,848	30,382



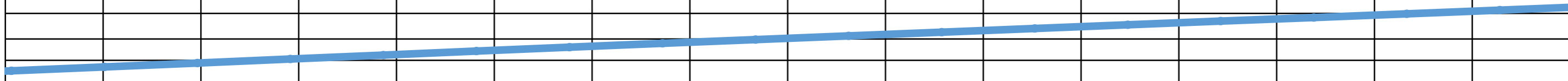
-18		Nov-18				Dec-18				Jan-19				Feb-19		
3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
0,039																
0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
0,533	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,495
30,915	31,410	31,904	32,399	32,894	33,388	33,883	34,377	34,872	35,366	35,861	36,355	36,850	37,345	37,839	38,334	38,828

	Mar-19				Apr-19				May-19				Jun-19			
4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
0,052	0,052	0,052	0,052	0,052												
					0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220				
0,495	0,495	0,495	0,495	0,495	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,443	0,443	0,443	0,443
39,323	39,817	40,312	40,806	41,301	41,964	42,628	43,291	43,954	44,618	45,281	45,944	46,387	46,830	47,274	47,717	48,160

Jul-19				Aug-19				Sep-19				Oct-19				
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
48,603	49,046	49,489	49,932	50,375	50,818	51,261	51,704	52,147	52,590	53,033	53,476	53,919	54,362	54,805	55,248	55,691

Nov-19			Dec-19				Jan-20				Feb-20					
2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	
												0,044				
													0,033	0,033	0,033	
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,487	0,476	0,476	0,476
56,134	56,577	57,020	57,463	57,907	58,350	58,793	59,236	59,679	60,122	60,565	61,008	61,495	61,971	62,447	62,924	

Mar-20			Apr-20				May-20				Jun-20				
2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
0,033	0,033	0,033	0,033												
0,476	0,476	0,476	0,476	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
63,400	63,876	64,352	64,829	65,272	65,715	66,158	66,601	67,044	67,487	67,930	68,373	68,816	69,259	69,702	70,145







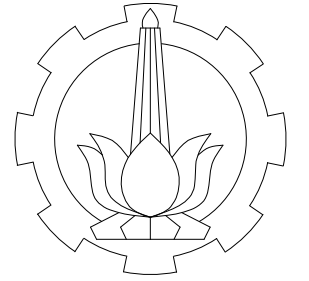
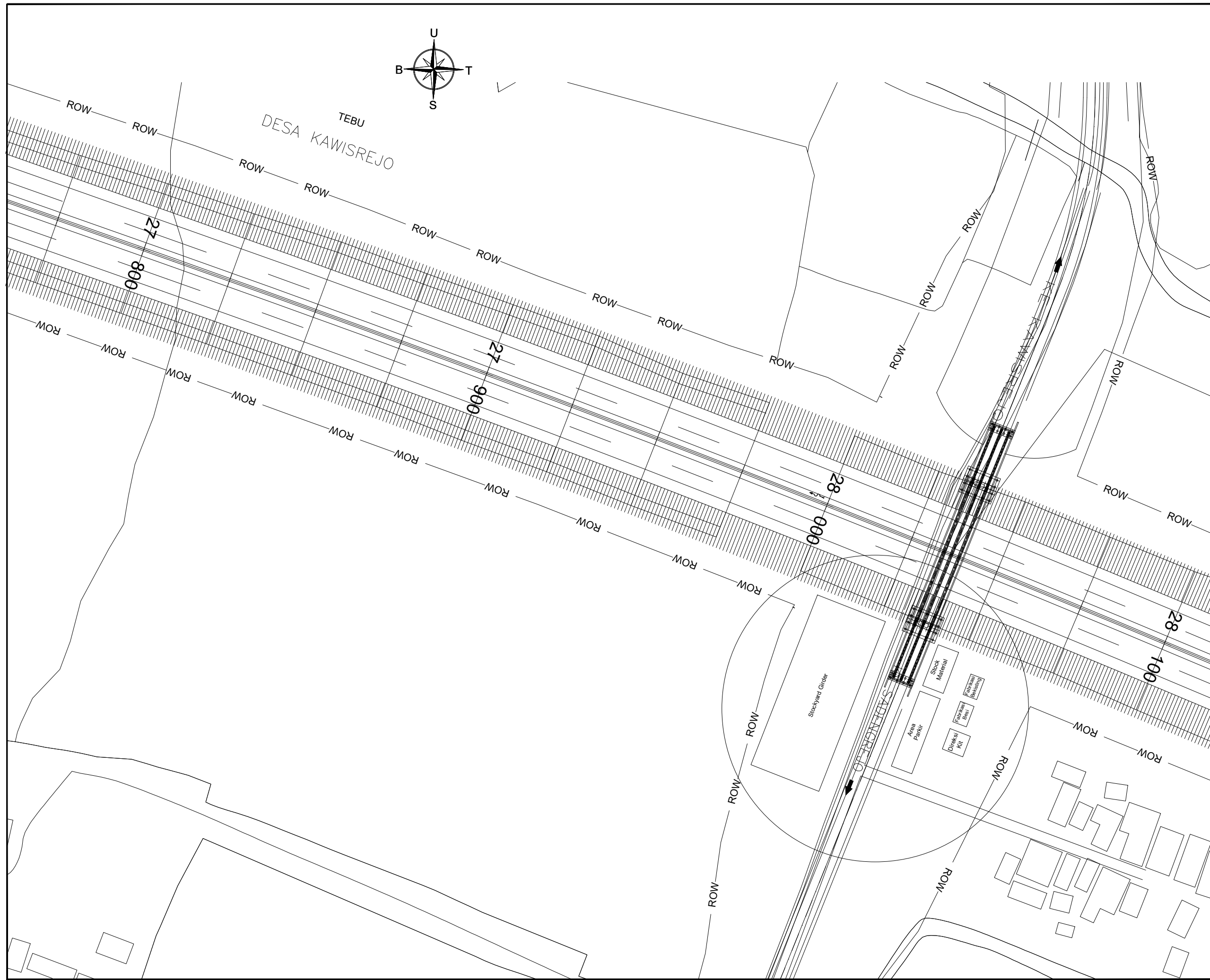




ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1		<b>Proyek Gempas 3B</b>	<b>916 days</b>	<b>Fri 11/17/17</b>	<b>Fri 5/21/21</b>							
2		<b>Pekerjaan Persiapan</b>	<b>225 days</b>	<b>Fri 11/17/17</b>	<b>Thu 9/27/18</b>							
3		Stripping Area	225 days	Fri 11/17/17	Thu 9/27/18							
4		<b>Pekerjaan Tanah</b>	<b>784 days</b>	<b>Thu 12/21/17</b>	<b>Tue 12/22/20</b>							
5		Pekerjaan Timbunan	784 days	Thu 12/21/17	Tue 12/22/20							
6		Geotekstil	242 days	Thu 12/21/17	Fri 11/23/18							
7		<b>Pekerjaan Galian Drainase</b>	<b>591 days</b>	<b>Thu 12/21/17</b>	<b>Thu 3/26/20</b>							
8		Galian DS	59 days	Thu 12/21/17	Tue 3/13/18							
9		Galian RCP	1 day	Mon 1/15/18	Mon 1/15/18							
10		Galian BC	29 days	Tue 1/16/18	Fri 2/23/18							
11		Galian BT	6 days	Mon 2/26/18	Mon 3/5/18							
12		Galian MD	3 days	Tue 3/24/20	Thu 3/26/20							
13		<b>Pekerjaan Drainase</b>	<b>611 days</b>	<b>Tue 1/16/18</b>	<b>Tue 5/19/20</b>							
14		Drainase Samping	32 days	Wed 3/14/18	Thu 4/26/18							
15		Pengecoran LC RCP	1 day	Tue 1/16/18	Tue 1/16/18							
16		Penulangan RCP	6 days	Wed 1/17/18	Wed 1/24/18							
17		Bekisting RCP	9 days	Thu 1/25/18	Tue 2/6/18							
18		Pengecoran RCP	3 days	Wed 2/7/18	Fri 2/9/18							
19		Pemasangan RCP	3 days	Mon 2/12/18	Wed 2/14/18							
20		Pengecoran LC Box Culvert	4 days	Mon 2/26/18	Thu 3/1/18							
21		Penulangan Box Culvert	105 days	Fri 3/2/18	Thu 7/26/18							
22		Bekisting Box Culvert	165 days	Fri 7/27/18	Thu 3/14/19							
23		Pengecoran Box Culvert	41 days	Fri 3/15/19	Fri 5/10/19							
24		Pengecoran LC Box Tunnel	1 day	Tue 3/6/18	Tue 3/6/18							
25		Penulangan Box Tunnel	38 days	Wed 3/7/18	Fri 4/27/18							
26		Bekisting Box Tunnel	38 days	Mon 4/30/18	Wed 6/20/18							
27		Pengecoran Box Tunnel	8 days	Thu 6/21/18	Mon 7/2/18							
28		Median Drainase	38 days	Fri 3/27/20	Tue 5/19/20							
29		<b>Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat</b>	<b>24 days</b>	<b>Thu 11/19/20</b>	<b>Tue 12/22/20</b>							
30		Lapis Pondasi Agregat Kelas B	24 days	Thu 11/19/20	Tue 12/22/20							
31		<b>Pekerjaan Perkerasan Beton</b>	<b>87 days</b>	<b>Mon 11/30/20</b>	<b>Tue 3/30/21</b>							
32		Lean Concrete	28 days	Mon 11/30/20	Wed 1/6/21							
33		Fabrikasi Dowel & Tie Bar	16 days	Mon 11/30/20	Mon 12/21/20							
34		Perkerasan Beton	81 days	Tue 12/8/20	Tue 3/30/21							
35		<b>Pekerjaan Lain - Lain</b>	<b>89 days</b>	<b>Tue 1/19/21</b>	<b>Fri 5/21/21</b>							
36		Concrete Barrier	69 days	Tue 1/19/21	Fri 4/23/21							
37		Marka Jalan	89 days	Tue 1/19/21	Fri 5/21/21							

Project: TOL GEMPAS SEKSI 3 B  
Date: Wed 6/26/19

Task		Inactive Task		Manual Summary Rollup		External Milestone		Manual Progress	
Split		Inactive Milestone		Manual Summary		Deadline			
Milestone		Inactive Summary		Start-only		Critical			
Summary		Manual Task		Finish-only		Critical Split			
Project Summary		Duration-only		External Tasks		Progress			



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+600

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B RUAS KARANGPANDAN - REJOSO  
 ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

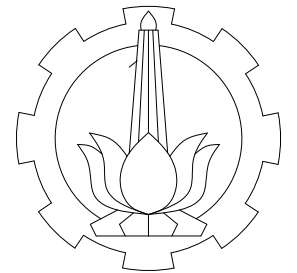
Judul Gambar :  
 SITE PLAN PROYEK TOL GEMPOL - PASURUAN

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+600

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASISWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

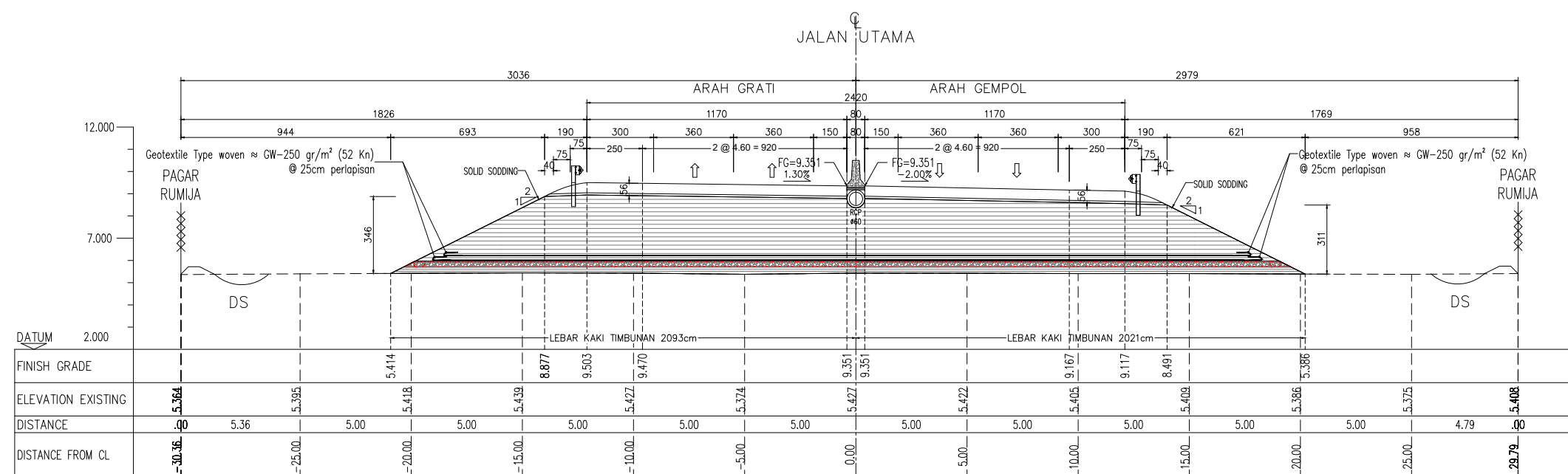
Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B RUAS KARANGPANDAN - REJOSO  
 (STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000)

Judul Gambar :  
**TIPIKAL CROSS SECTION MAIN ROAD**

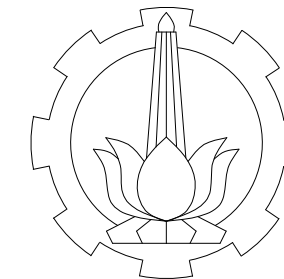
Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :  
 1 : 250



**TIPIKAL CROSS SECTION MAIN ROAD**  
 SKALA 1 : 250



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+600

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B RUAS KARANGPANDAN - REJOSO  
( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

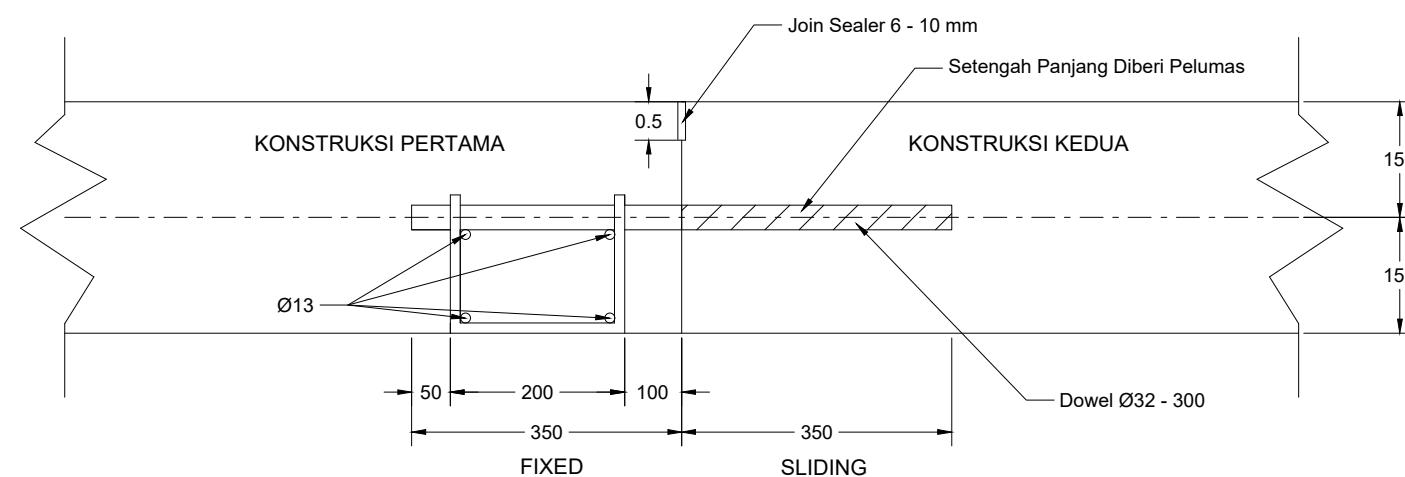
DETAIL SAMBUNGAN PERKERASAN BETON

Catatan :

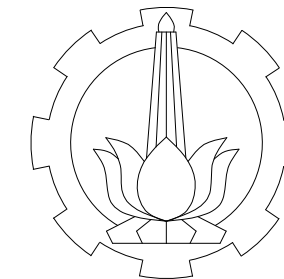
NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 200



DETAIL MEMANJANG DOWEL



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN  
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+600

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B RUAS KARANGPANDAN - REJOSO  
( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

SKEMA PENGECORAN PERKERASAN RIGID

Catatan :

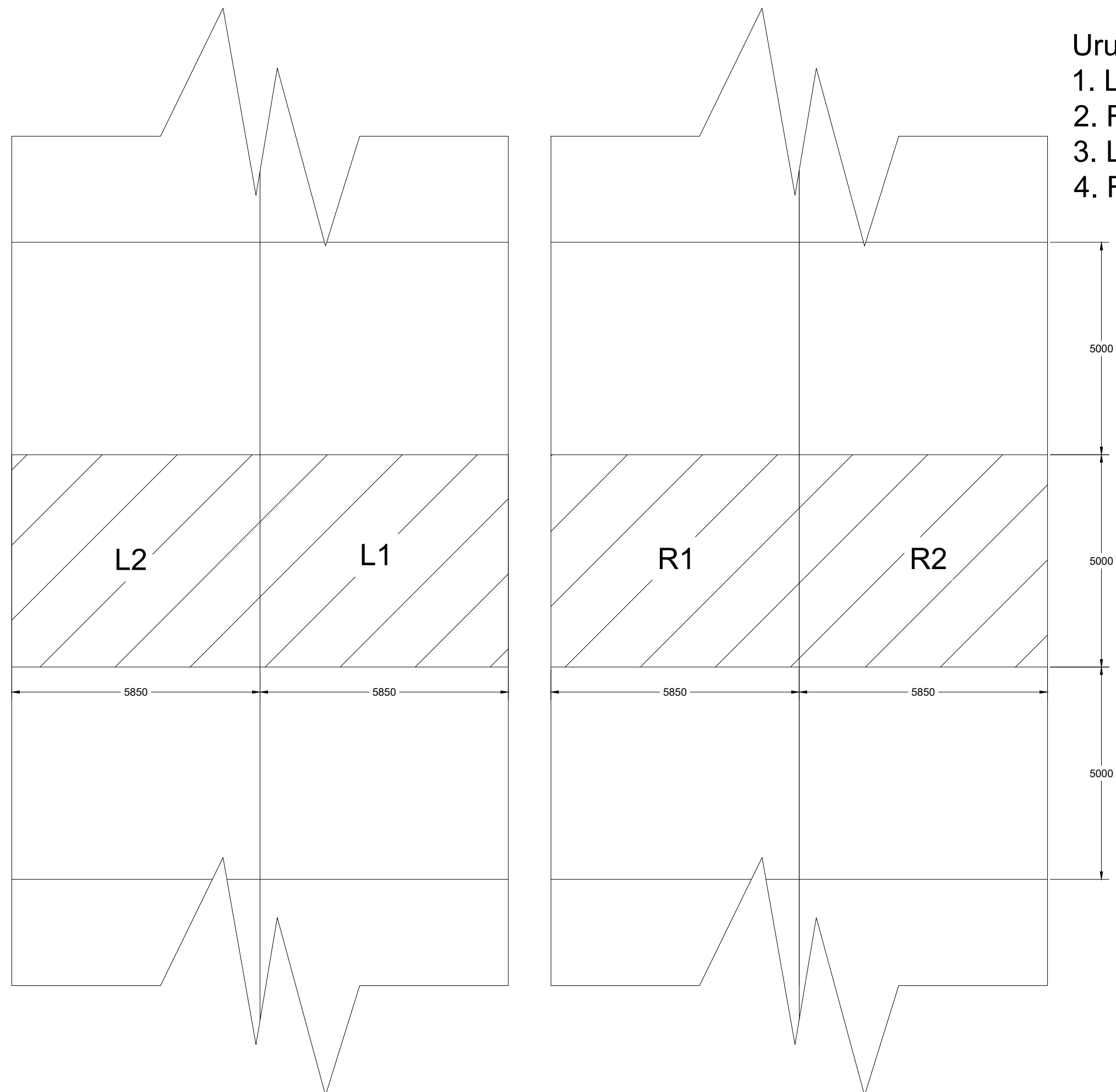
NO. GAMBAR :

Skala :

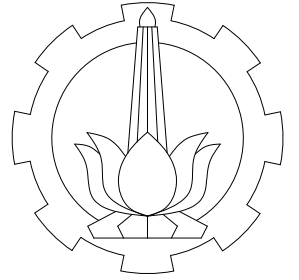
1 : 100

**Urutan Pengecoran**

1. L1
2. R1
3. L2
4. R2







PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

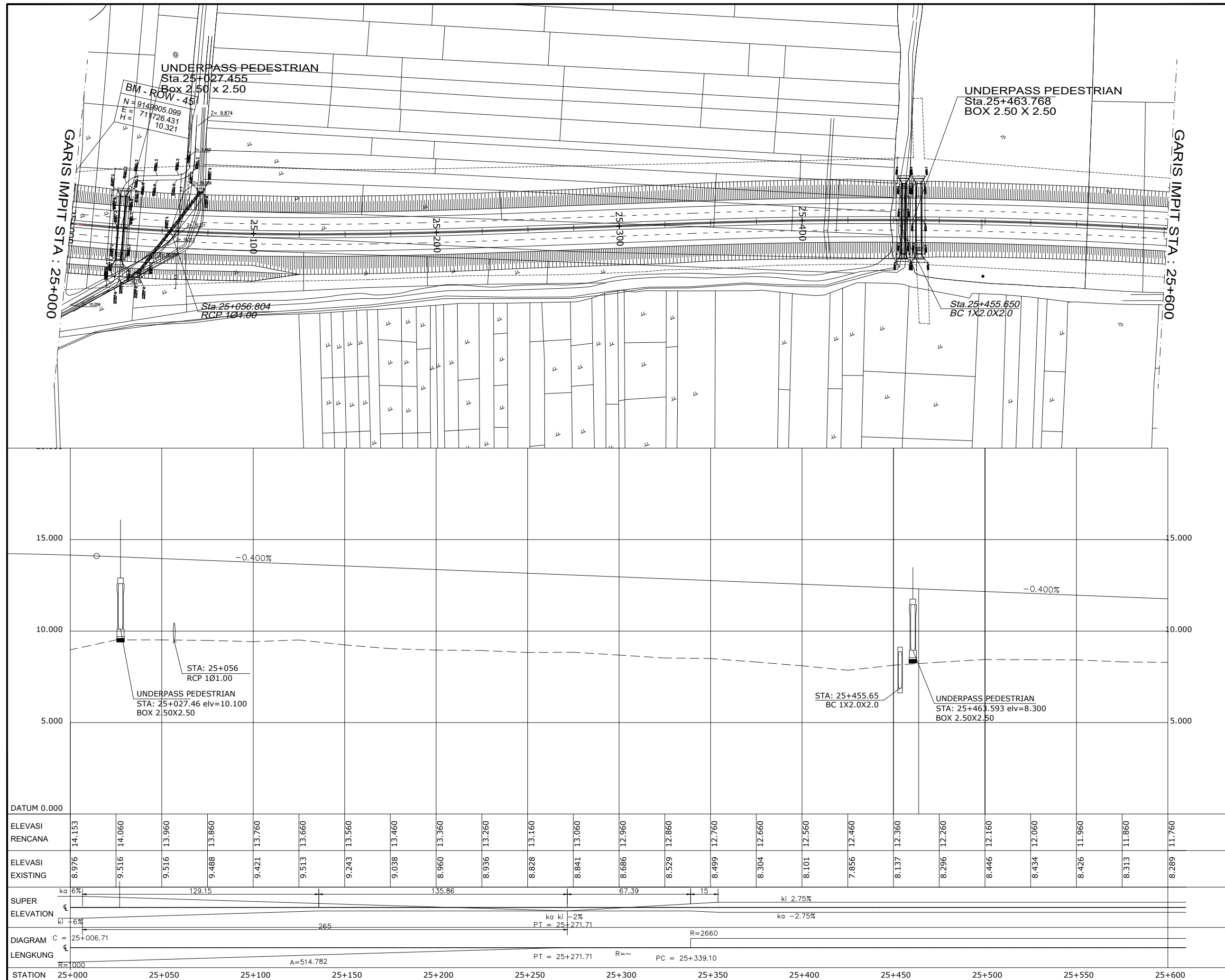
MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 25+000 - STA. 25+600

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

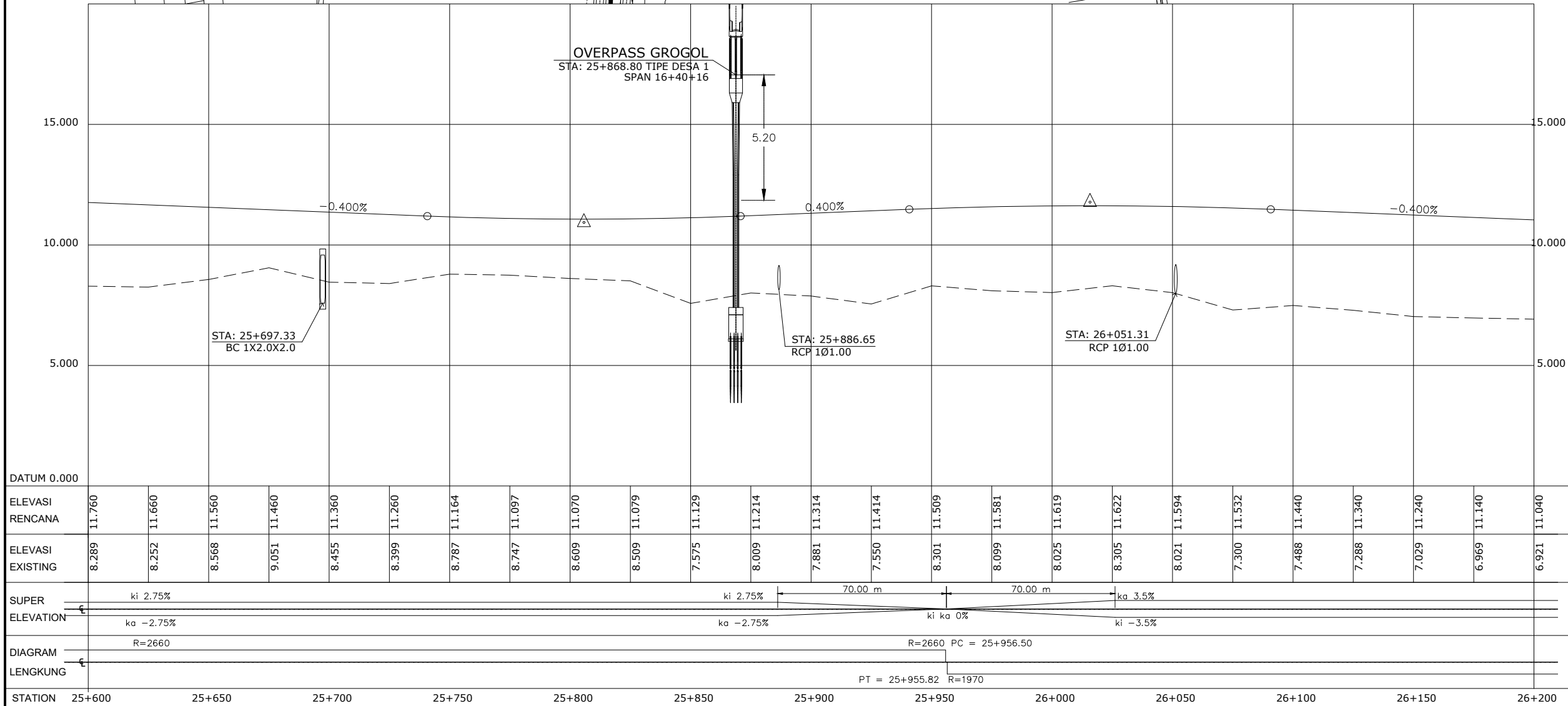
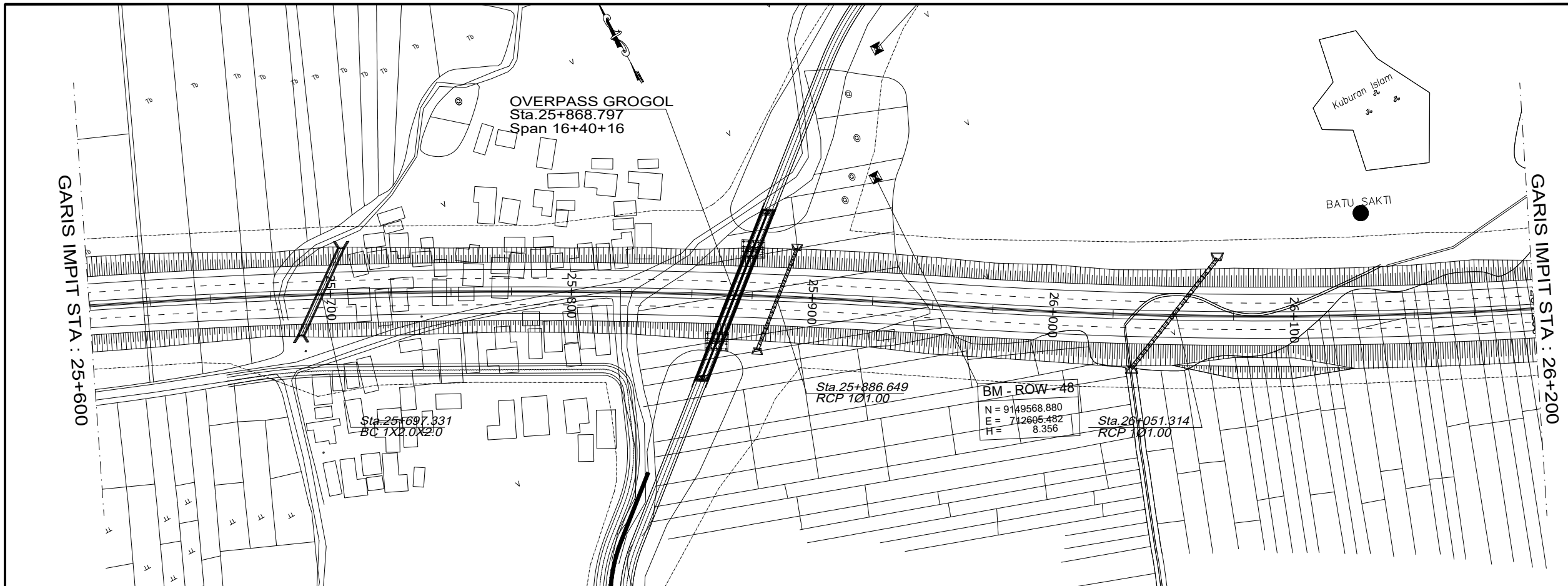
MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

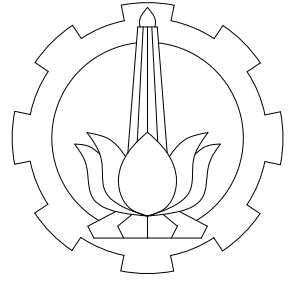
Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 25+600 - STA. 26+200

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

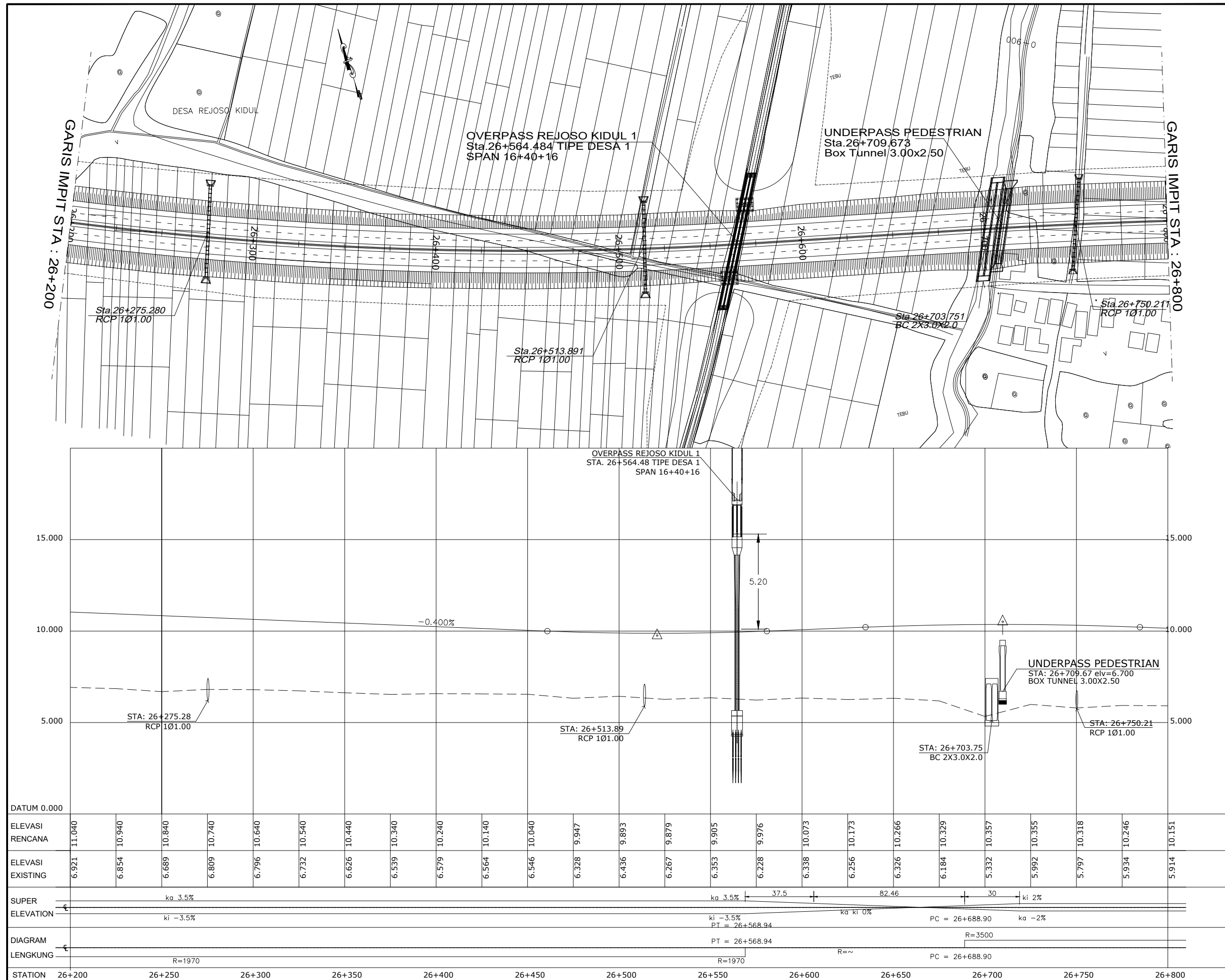
PLAN PROFILE MAIN ROAD  
STA. 26+200 - STA. 26+800

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

H = 1 : 2000  
V = 1 : 200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

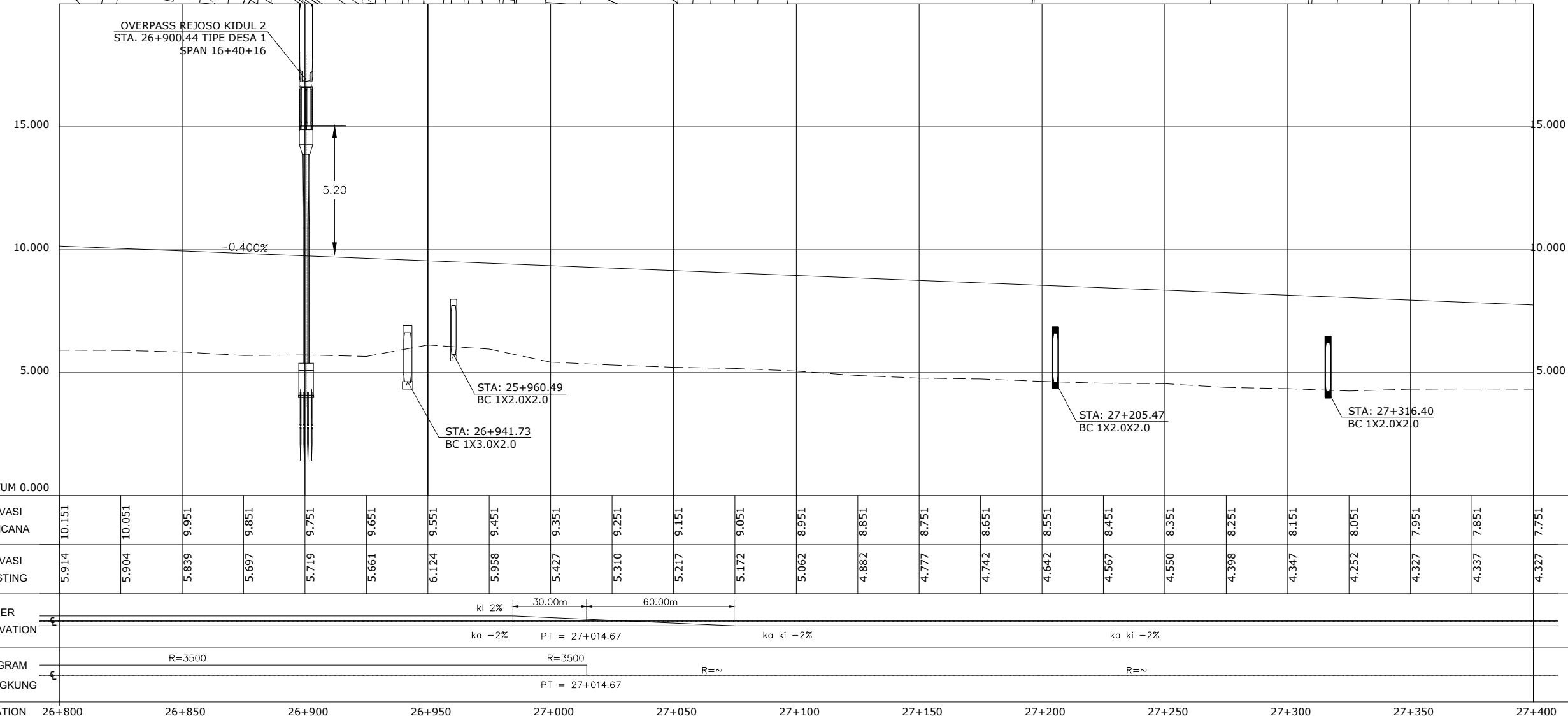
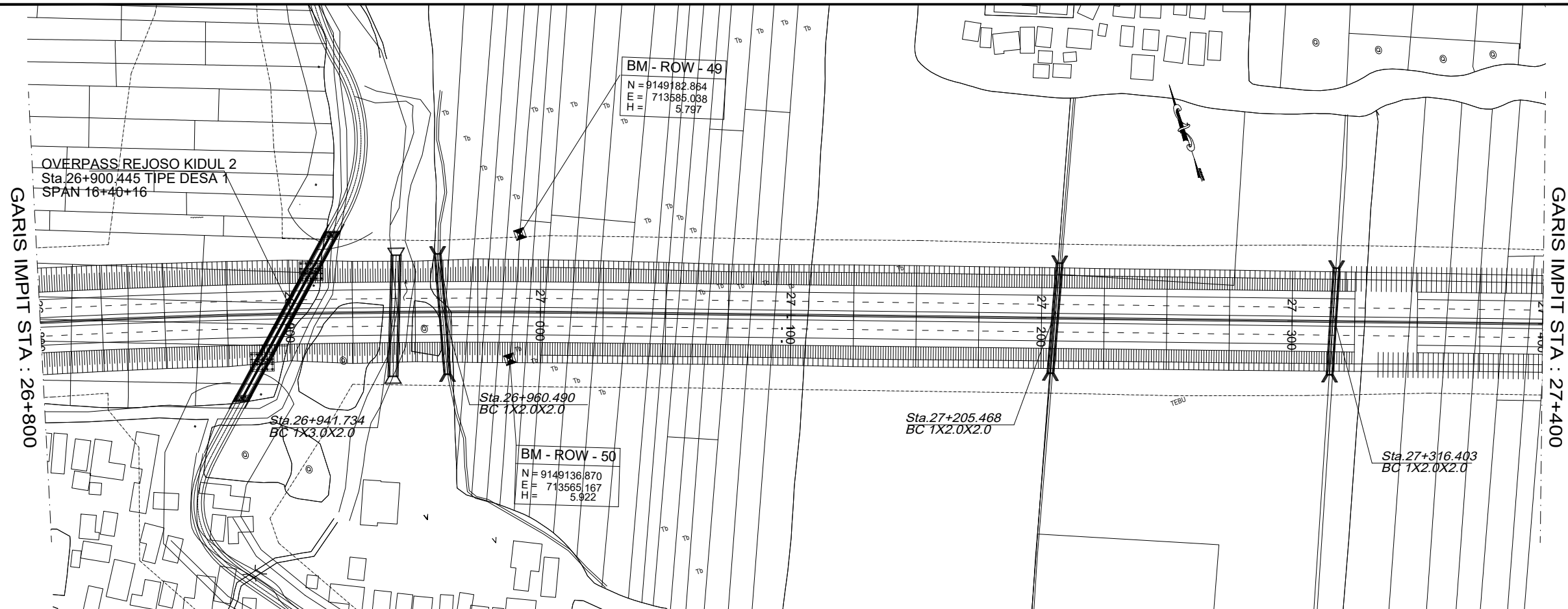
MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

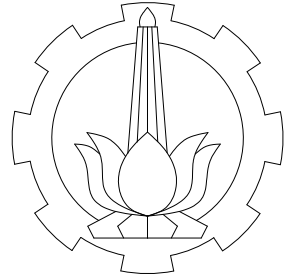
Judul Gambar :  
  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 26+800 - STA. 27+400

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200



STATION 26+800 26+850 26+900 26+950 27+000 27+050 27+100 27+150 27+200 27+250 27+300 27+350 27+400



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

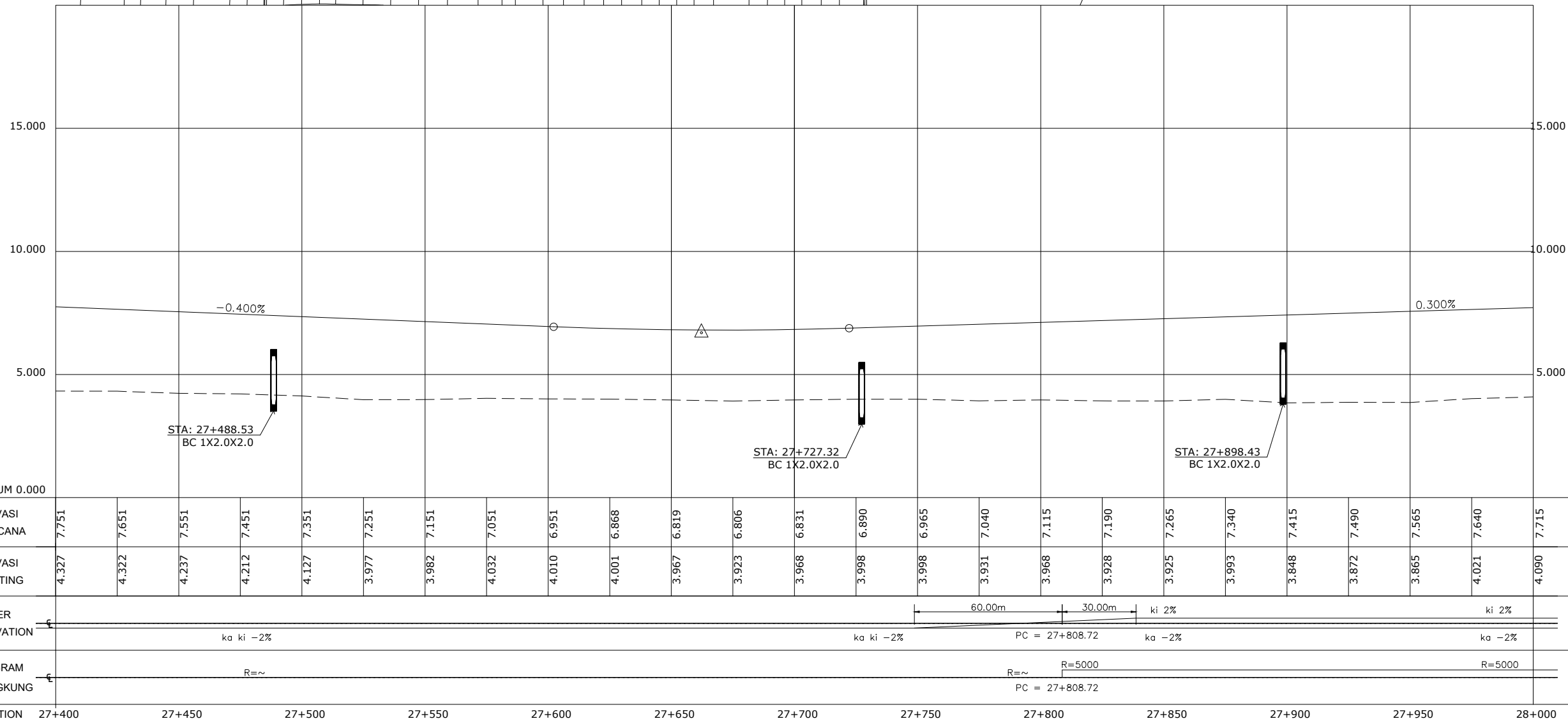
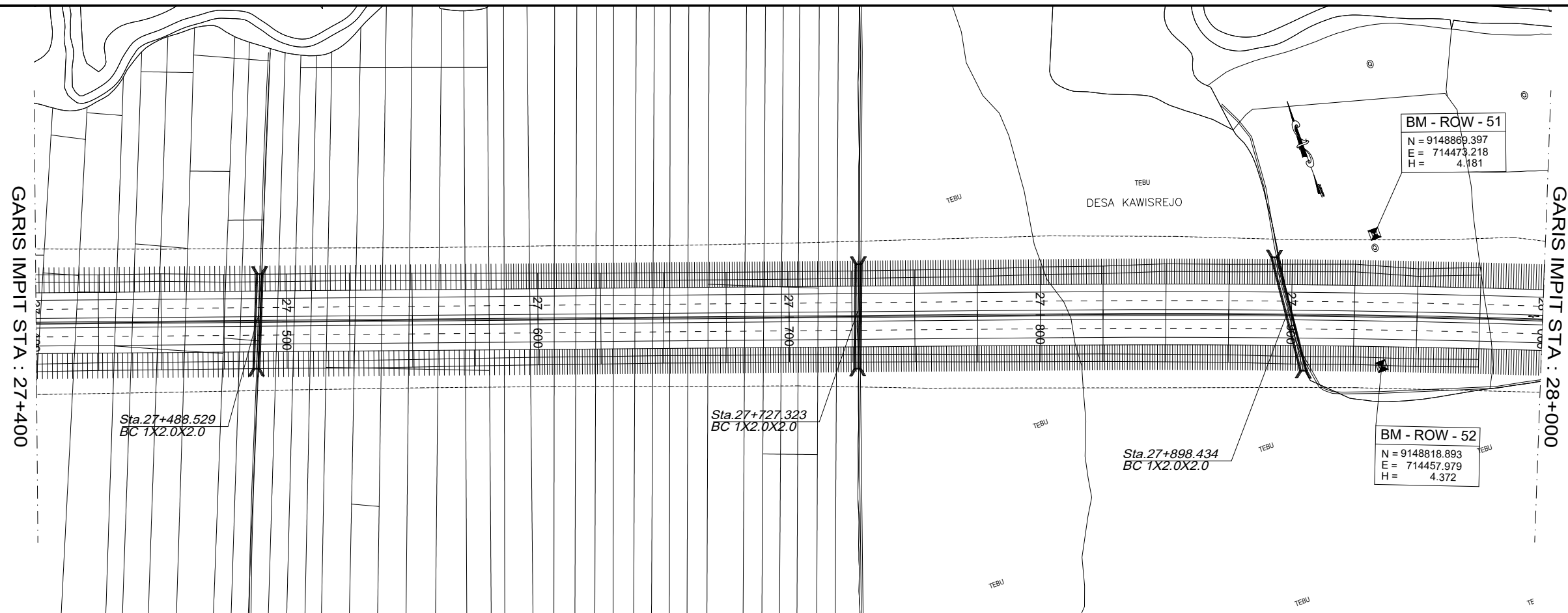
MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
  
**PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 27+400 - STA. 28+000**

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 28+000 - STA. 28+600

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200

GARIS IMPIT STA : 28+000

GARIS IMPIT STA : 28+600

OVERPASS KAWISREJO  
 Sta.28+036.743 DESA 2  
 SPAN 16+40+40

Sta.28+017.055  
 BC 1X2X2  
 UTILITAS PLN

Sta. 28+002.316  
 PVC 400.15-62.50  
 UTILITAS PLN

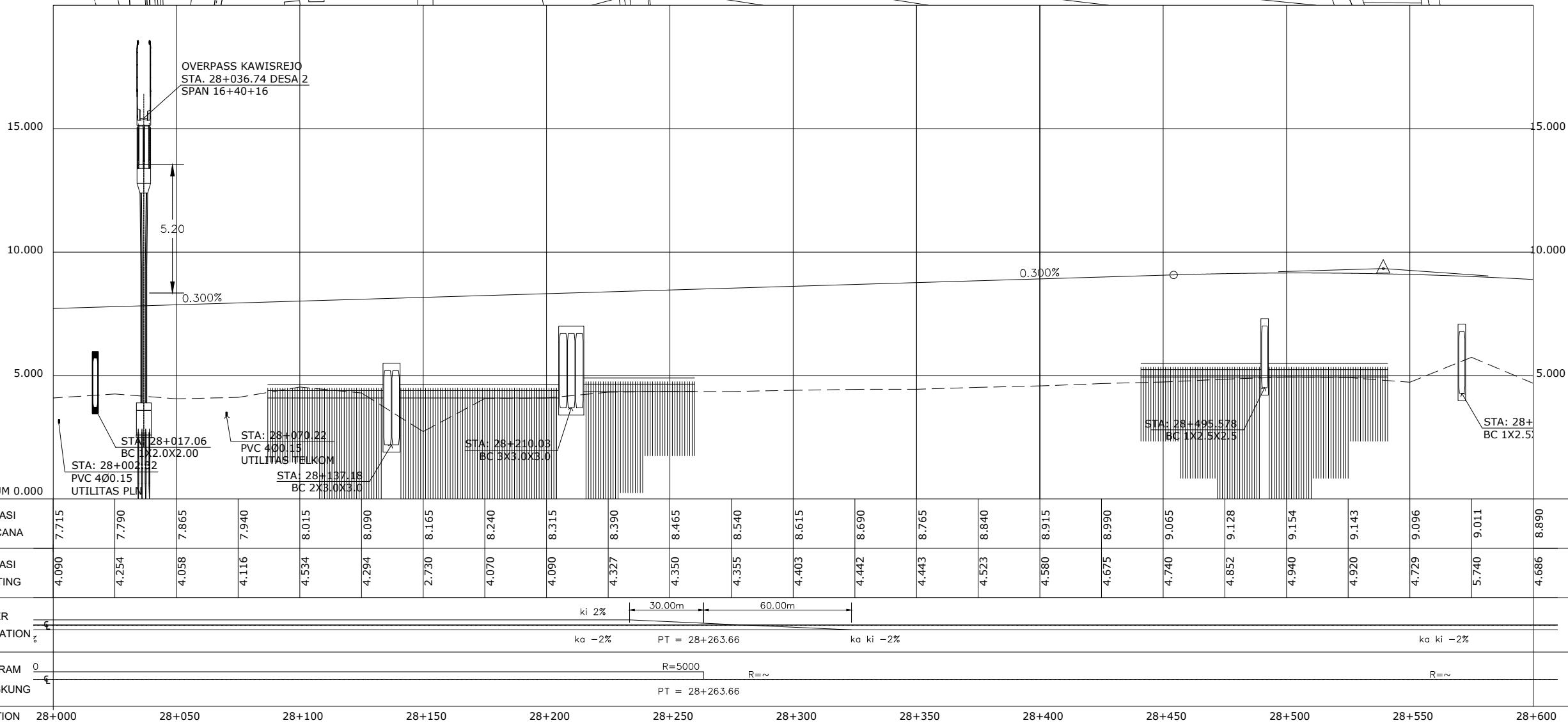
Sta.28+137.179  
 BC 2X3.0X3.0  
 UTILITAS TELKOM

Sta. 28+070.221  
 PVC 400.15-61.67  
 UTILITAS TELKOM

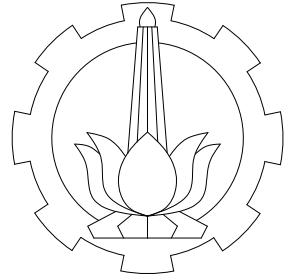
Sta.28+210.032  
 BC 3X3.0X3.0  
 UTILITAS TELKOM

Sta.28+495.578  
 BC 1X2.5X2.5  
 UTILITAS TELKOM

Sta.28+571.067  
 BC 1X2.5X2.5  
 UTILITAS TELKOM



DATUM 0.000	7.715	7.790	7.865	7.940	8.015	8.090	8.165	8.240	8.315	8.390	8.465	8.540	8.615	8.690	8.765	8.840	8.915	8.990	9.065	9.128	9.154	9.143	9.096	9.011	8.890
ELEVASI RENCANA	7.715	7.790	7.865	7.940	8.015	8.090	8.165	8.240	8.315	8.390	8.465	8.540	8.615	8.690	8.765	8.840	8.915	8.990	9.065	9.128	9.154	9.143	9.096	9.011	8.890
ELEVASI EXISTING	4.090	4.254	4.058	4.116	4.534	4.294	2.730	4.070	4.090	4.327	4.350	4.355	4.403	4.442	4.443	4.523	4.580	4.675	4.740	4.852	4.940	4.920	4.729	5.740	4.686
SUPER ELEVATION	ki 2%   30.00m   60.00m   ka -2%   PT = 28+263.66   ka ki -2%																								
DIAGRAM LENGKUNG	R=5000   R=∞   R=∞																								
STATION	28+000	28+050	28+100	28+150	28+200	28+250	28+300	28+350	28+400	28+450	28+500	28+550	28+600												



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

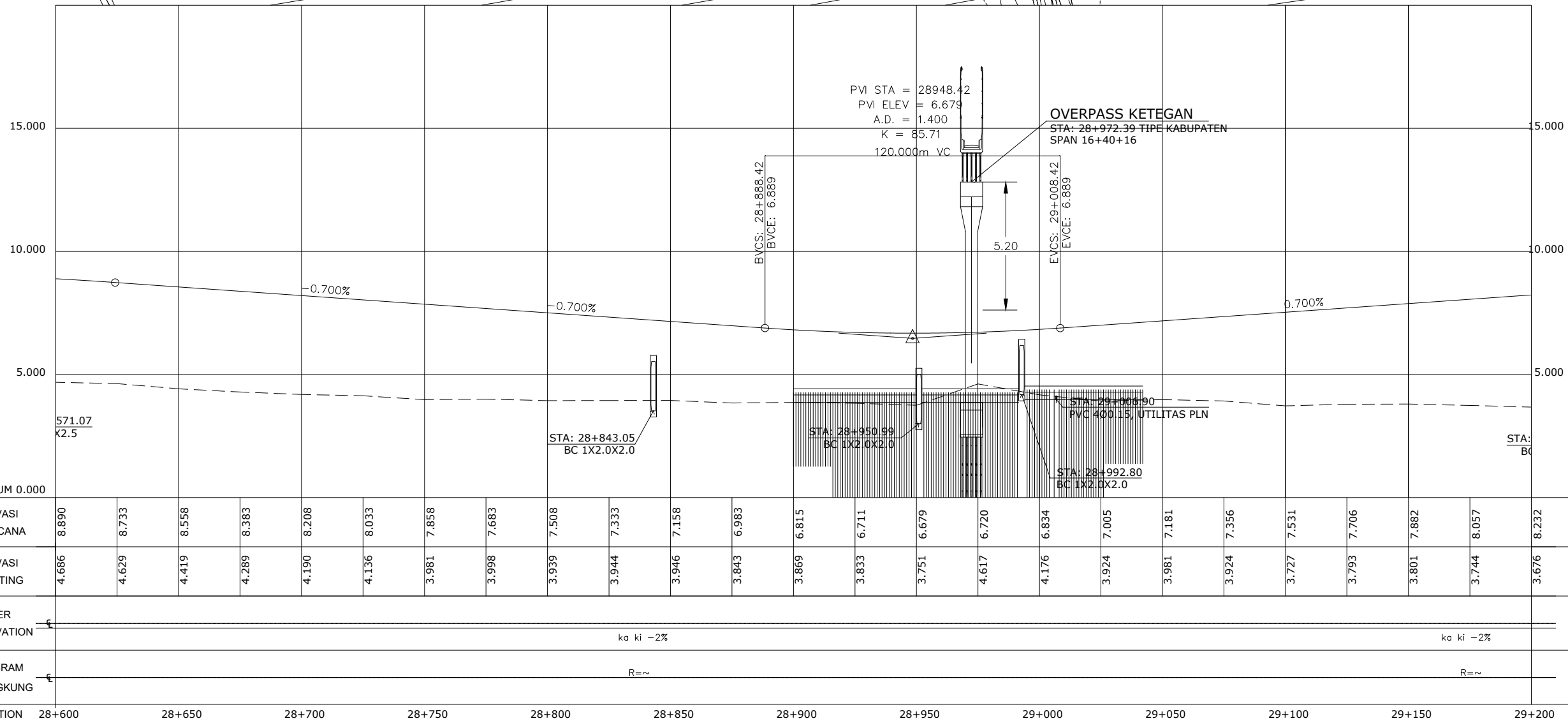
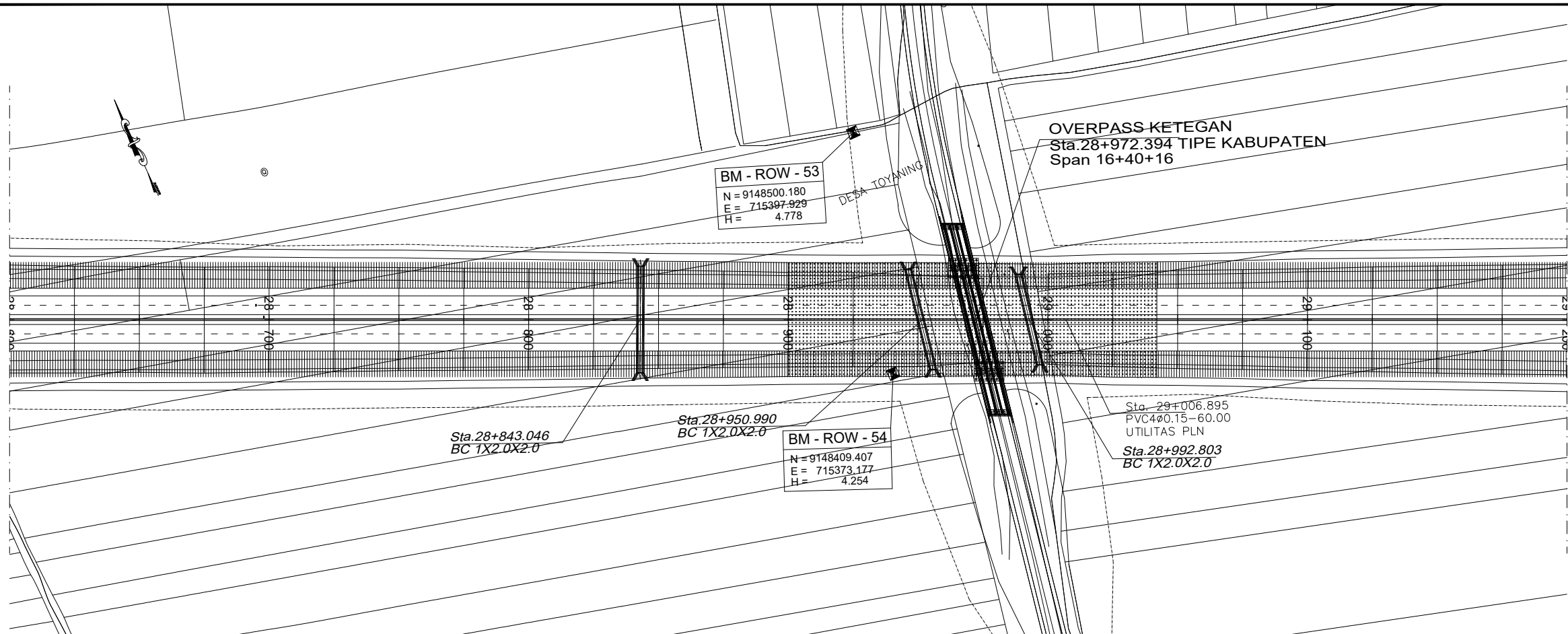
Judul Gambar :  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 28+600 - STA. 29+200

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200

GARIS IMPIT STA : 28+600

GARIS IMPIT STA : 29+200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

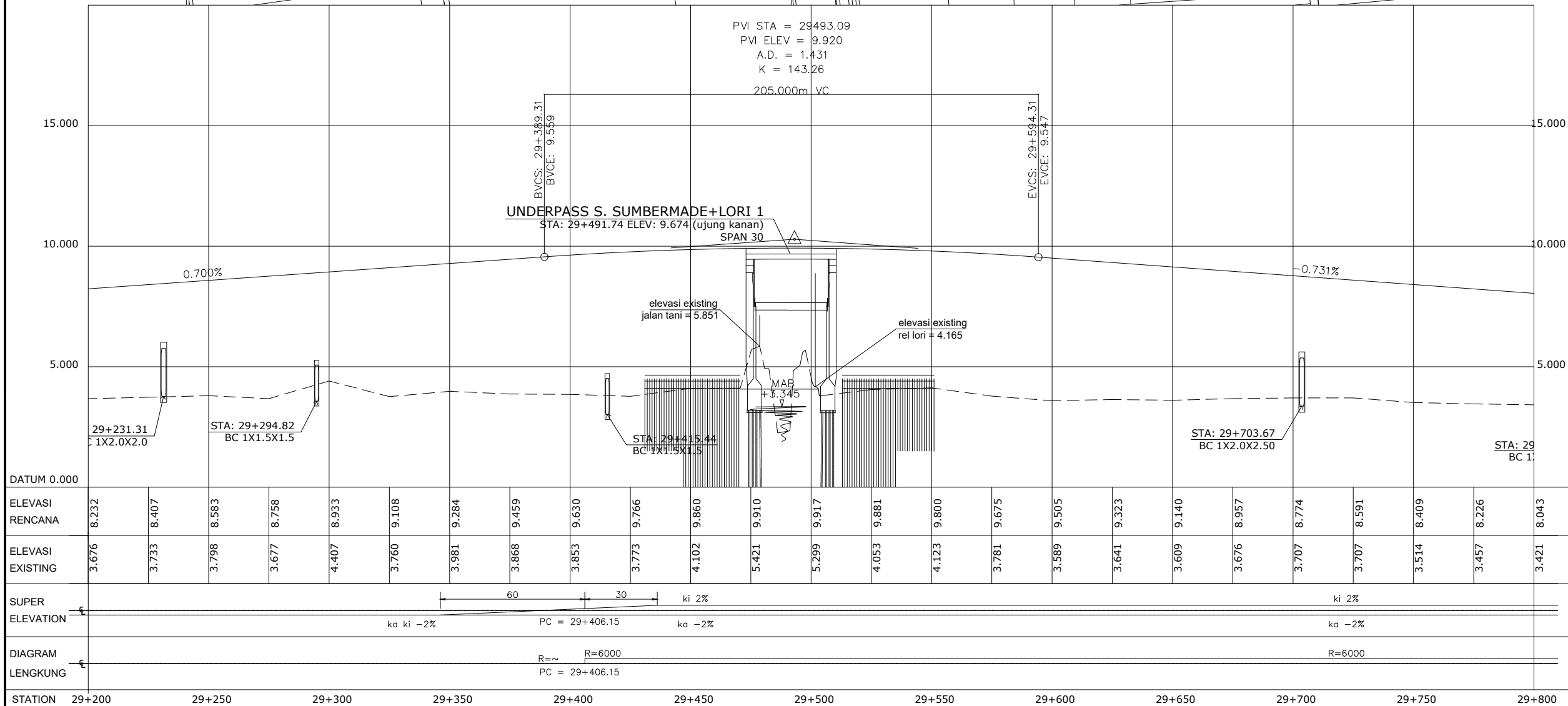
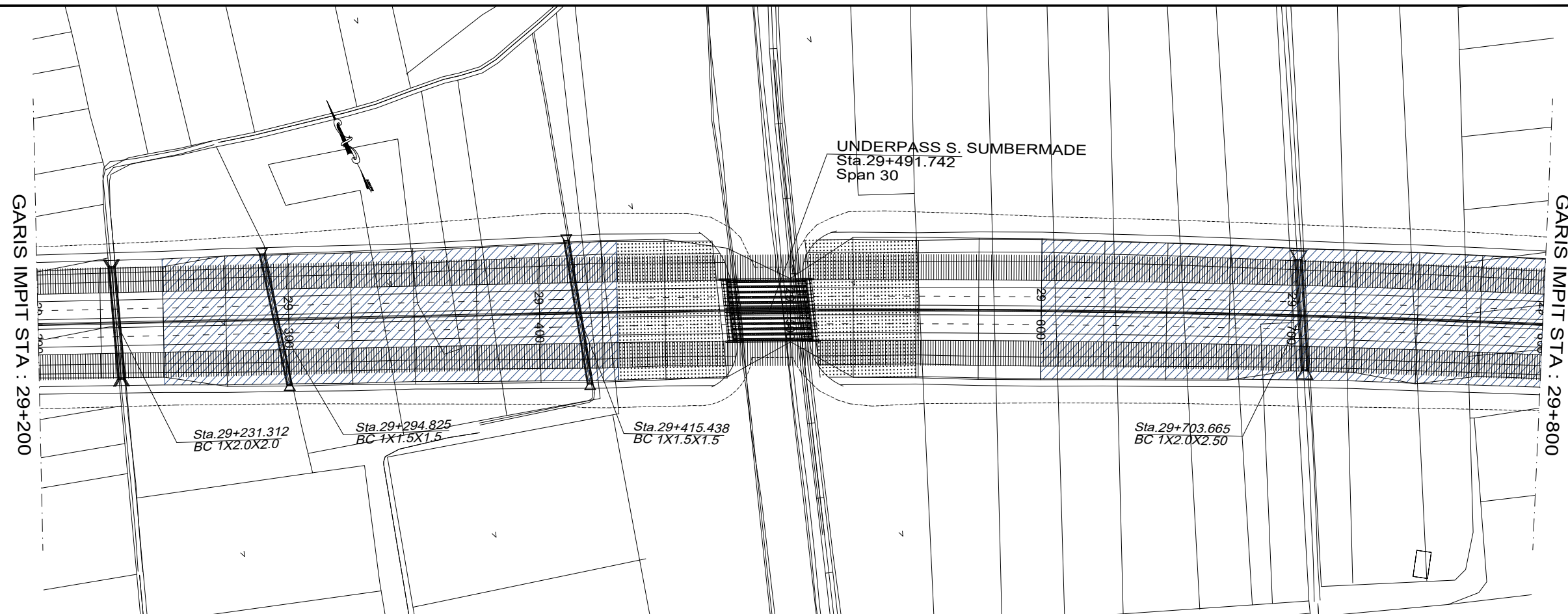
MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 29+200 - STA. 29+800

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200







PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

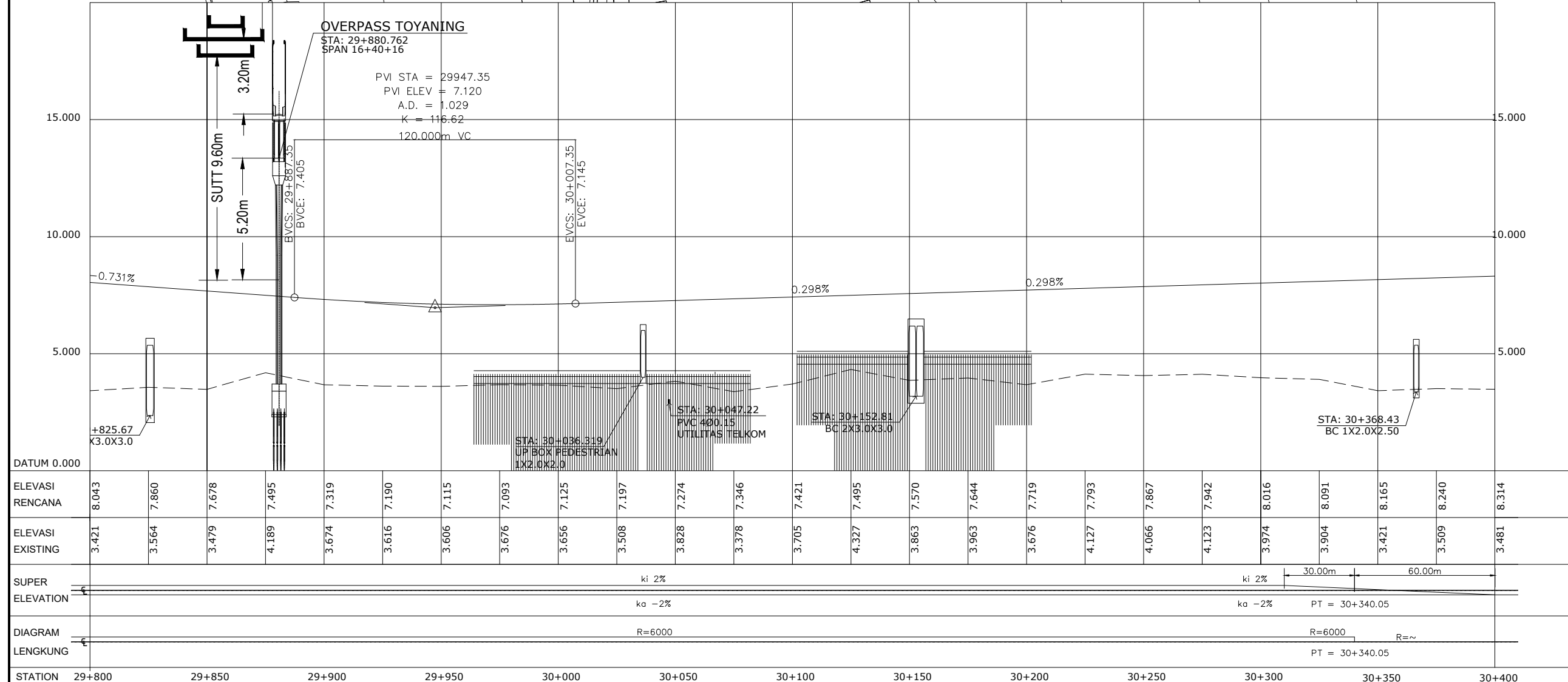
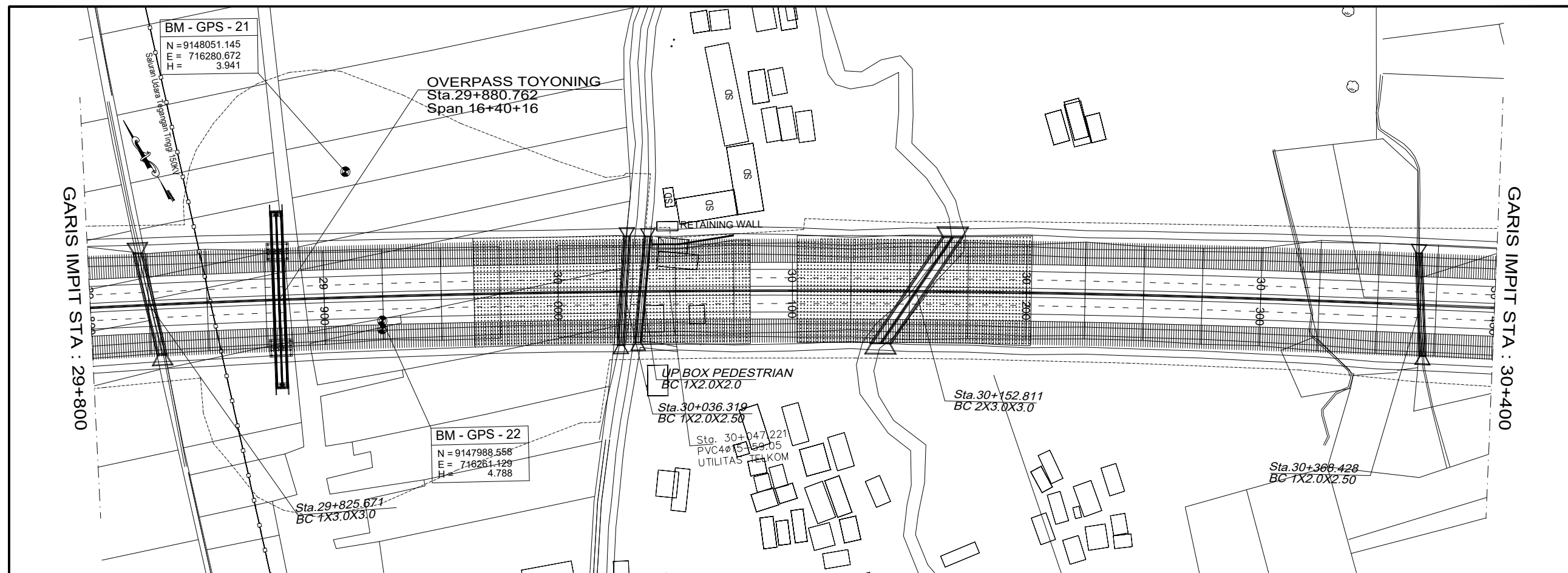
PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 29+800 - STA. 30+400

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

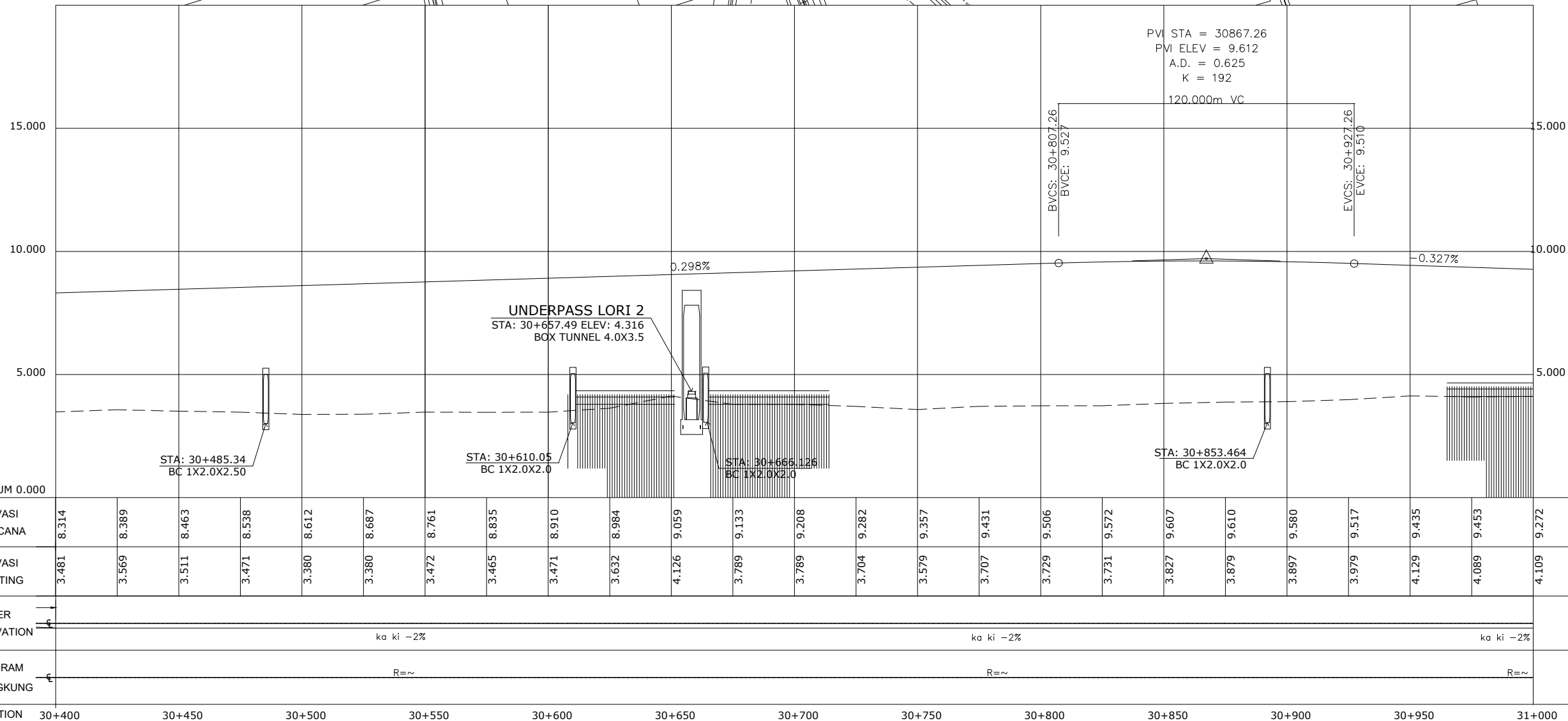
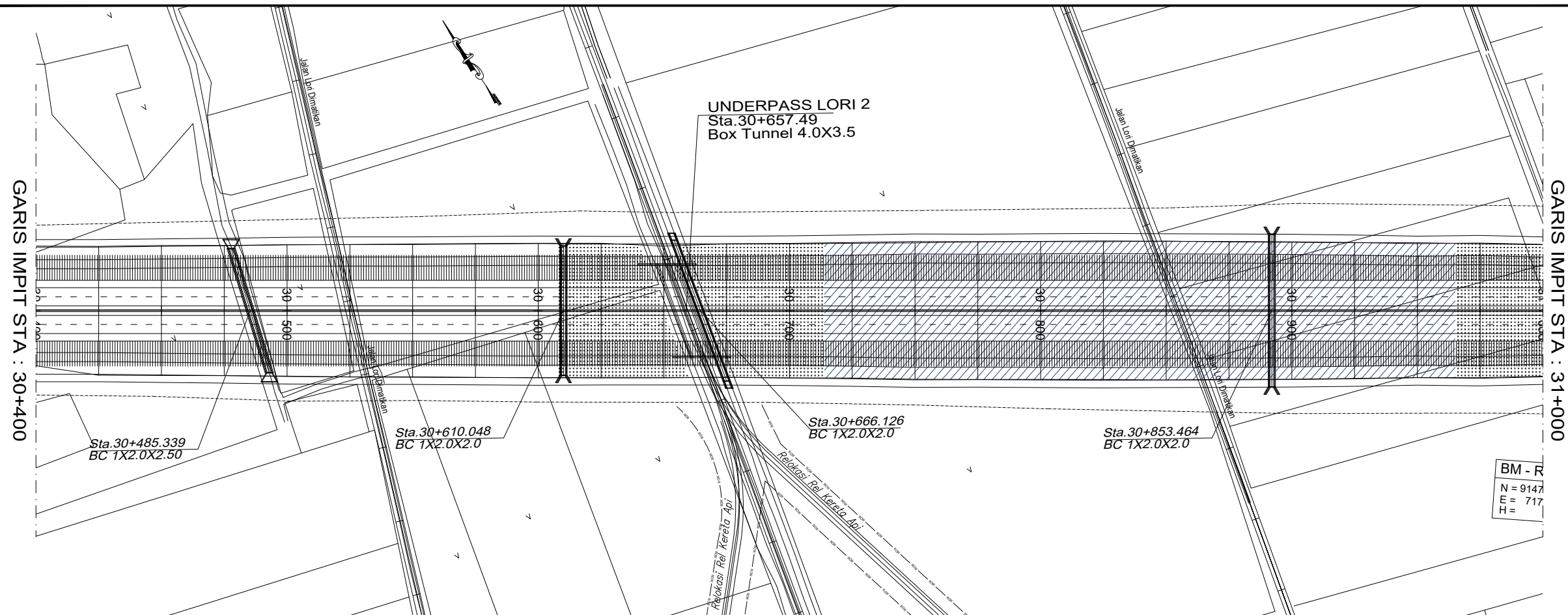
MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

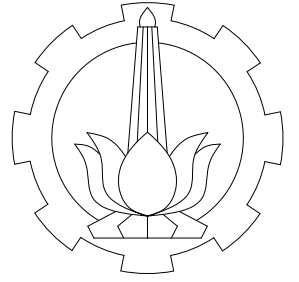
Nama Proyek :  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
 PLAN PROFILE MAIN ROAD  
 STA. 30+400 - STA. 31+000

Catatan :

NO. GAMBAR :  
 Skala :  
 H = 1 : 2000  
 V = 1 : 200





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

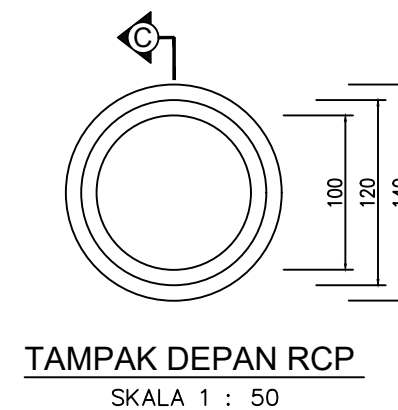
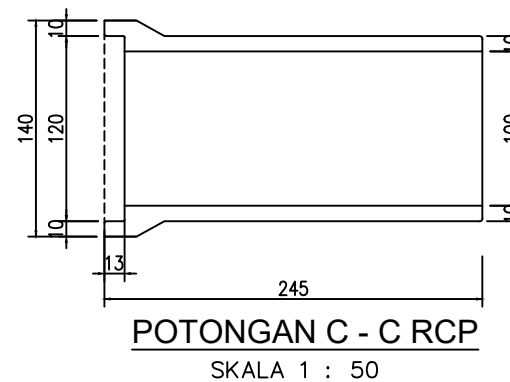
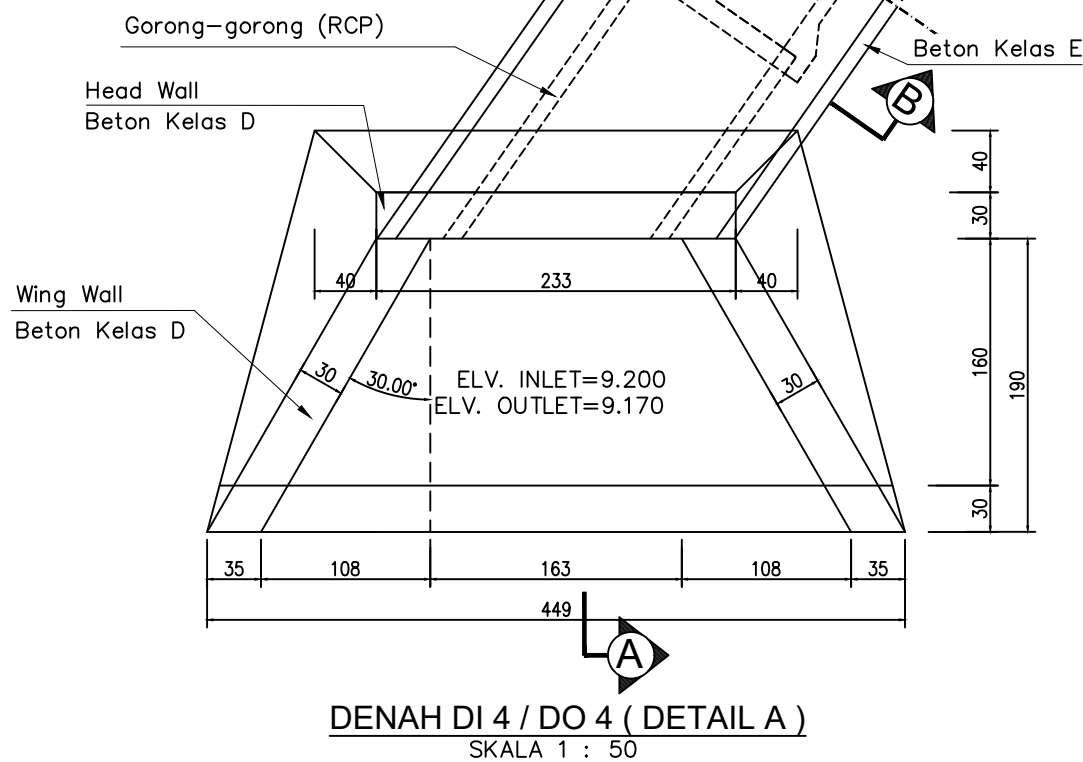
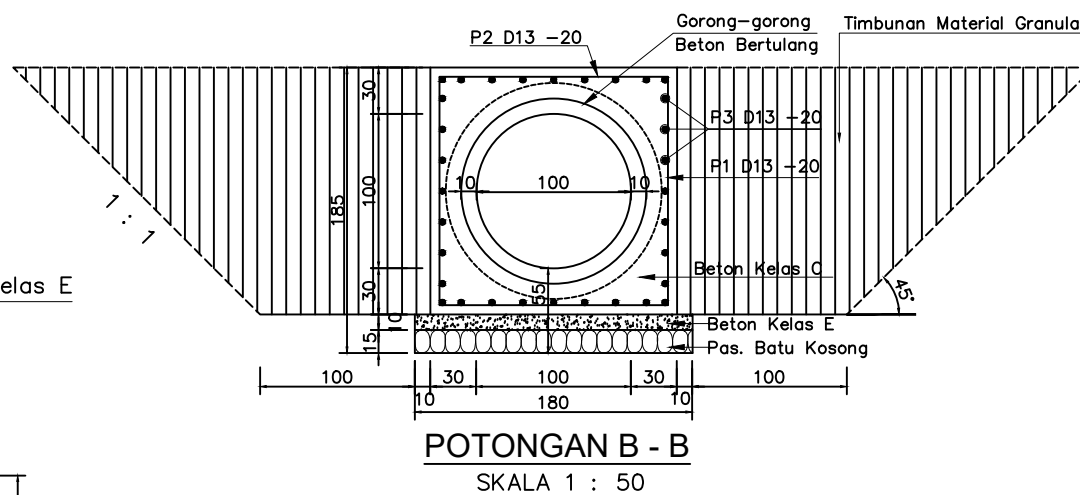
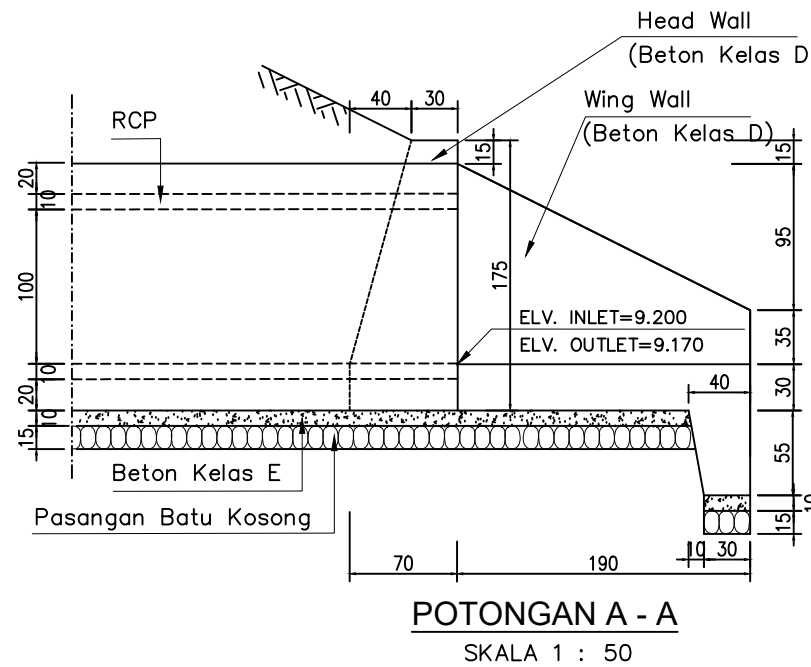
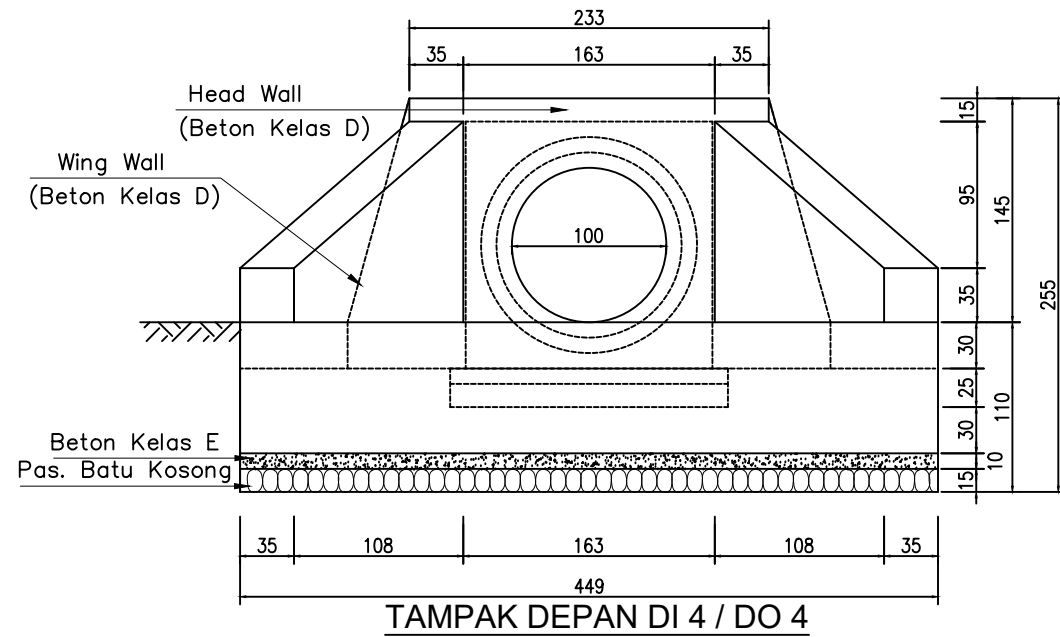
DETAIL  
RCP 10100 TIPE B  
STA. 25+056.804

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250



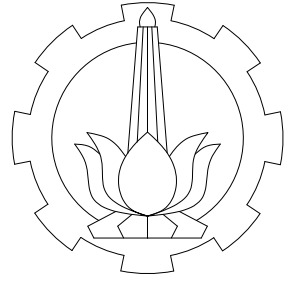
RCP 1 Ø 1,00 TIPE B										Panjang	5679	cm	
NAMA	DIA/JRK TUL	TIPE	DIMENSI (cm)							TOTAL	TOTAL		
			a	b	c	d	e	f	g	PANJANG (cm)	BERAT (kg/m)	JML	TOTAL BERAT (kg)
P1	D13-20	A	150	150	150					450	1.040	284	1,331.226
P2	D13-20	B	52	150	52					254	1.040	284	751.403
P3	D13-20	C	1200	1200	1200	1200	1077			5877	1.040	32	1,955.866
<b>Berat Total</b>												<b>4,038.495</b>	

**CATATAN:**

- \* SEMUA DIMENSI DALAM CENTIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN
- \* PEMASANGAN BATU KOSONG HARUS TERTUTUP RAPAT UNTUK MENGHINDARI ALIRAN AIR
- \* MUTU BAJA TULANGAN BJTD-40 (U-39)
- \* DI = DRAIN INLET, DO = DRAIN OUTLET
- \* MUTU BETON KELAS C
- \* SELIMUT BETON = 5 cm

TIPE RCP BERDASARKAN KEDALAMAN TIMBUNAN

DIMENSI : cm	
D	TYPE - B
100	H > 300



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

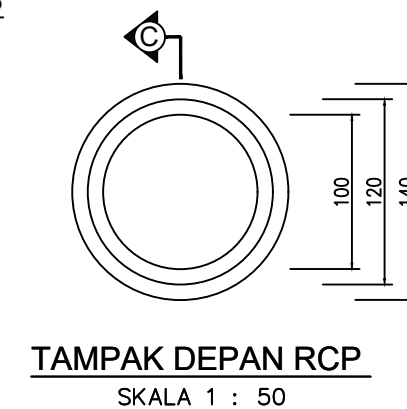
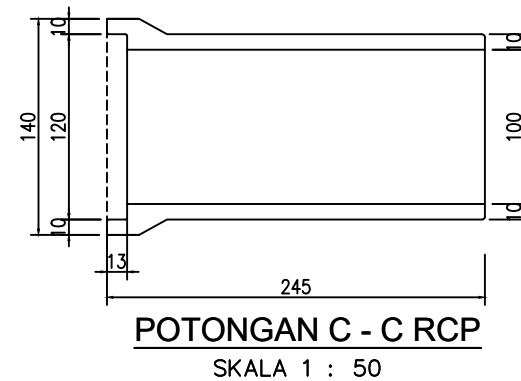
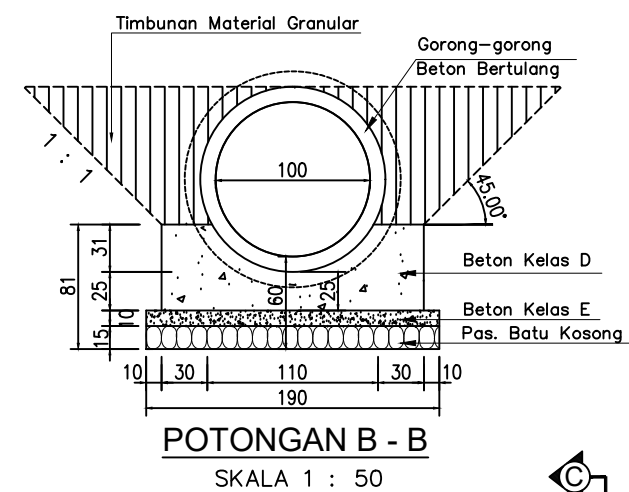
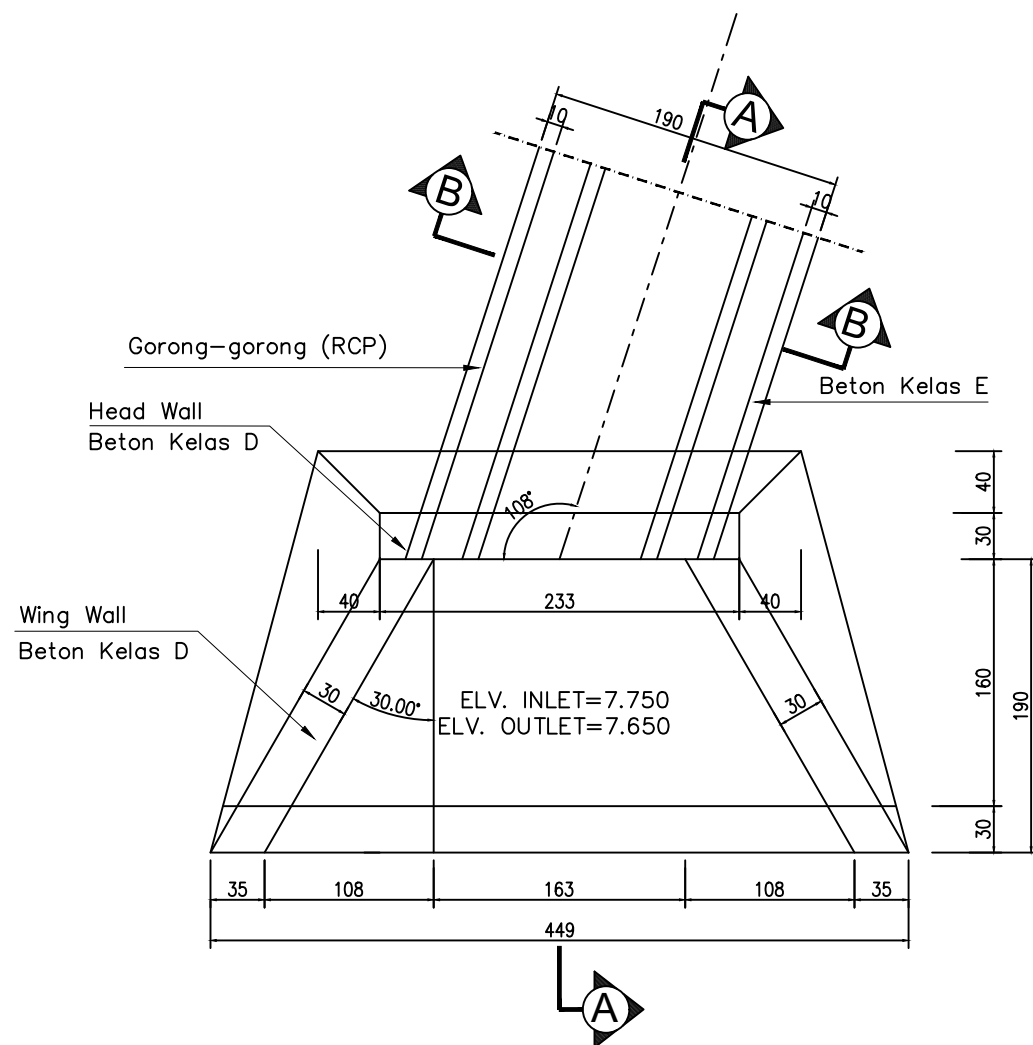
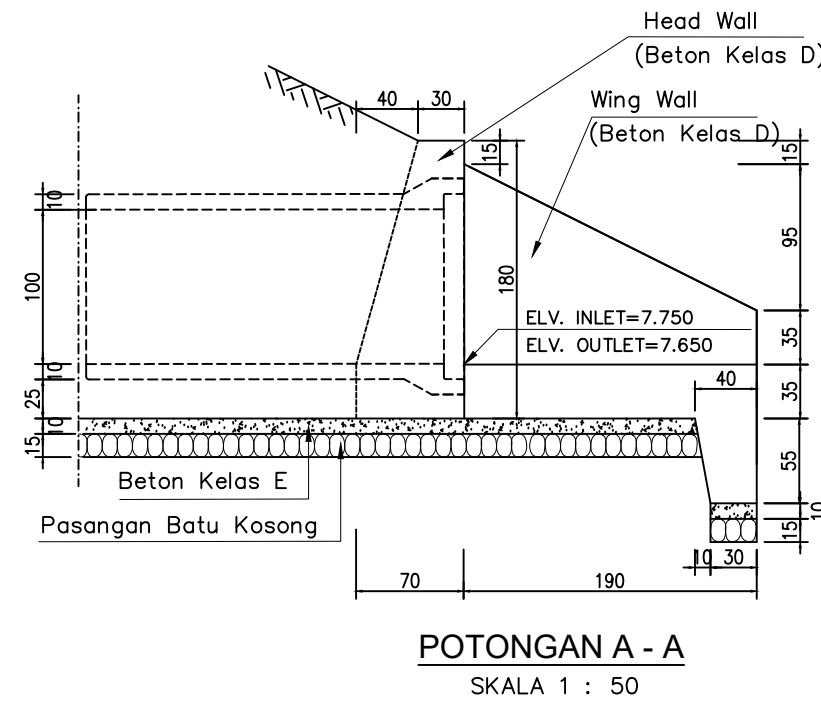
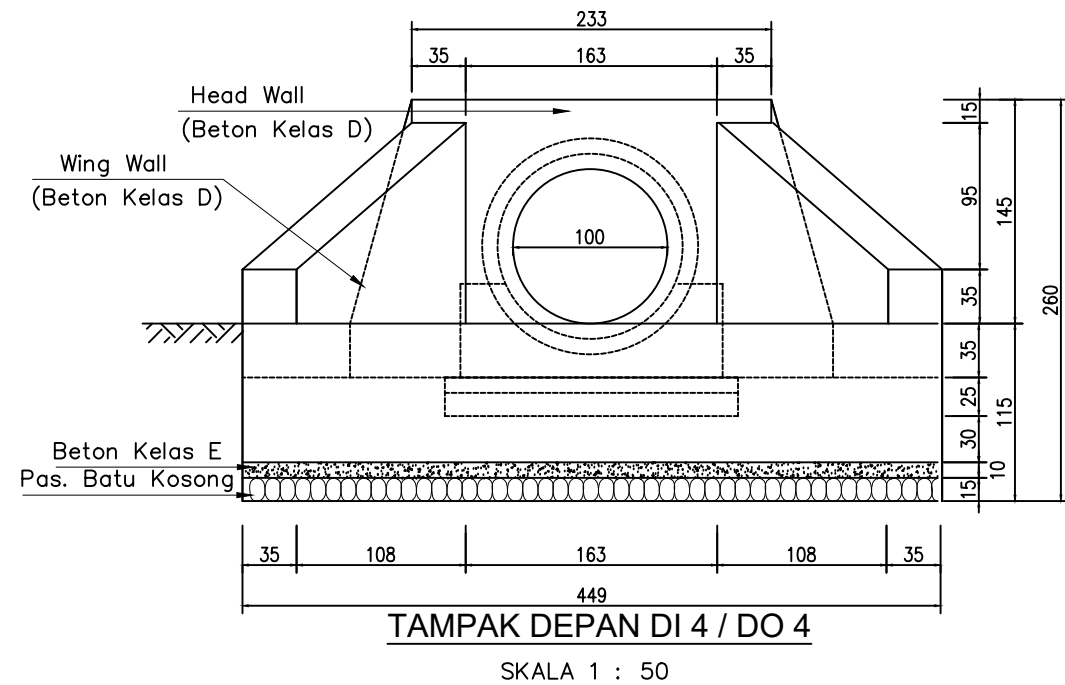
DETAIL  
 RCP 10100 TIPE A  
 STA. 25+886.649

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250

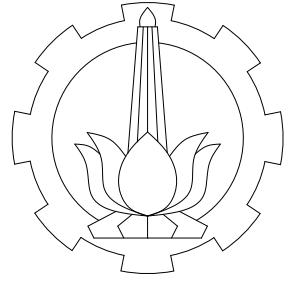


**CATATAN:**

- \* SEMUA DIMENSI DALAM CENTIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN
- \* PEMASANGAN BATU KOSONG HARUS TERTUTUP RAPAT UNTUK MENGHINDARI ALIRAN AIR
- \* MUTU BAJA TULANGAN BJTD-40 (U-39)
- \* DI = DRAIN INLET, DO = DRAIN OUTLET
- \* SELIMUT BETON = 5 cm

TIPE RCP BERDASARKAN KEDALAMAN TIMBUNAN

DIMENSI : cm	
D	TYPE - A
100	50 ≤ H ≤ 300



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

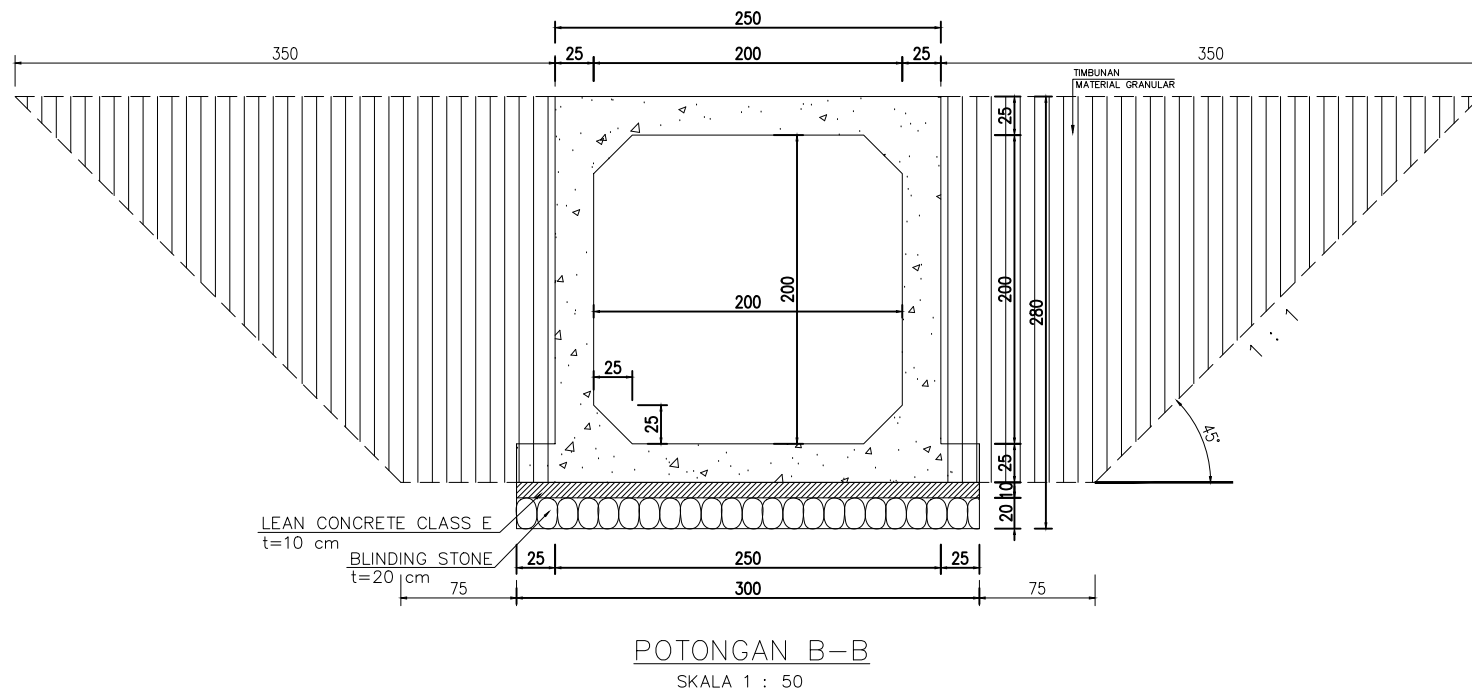
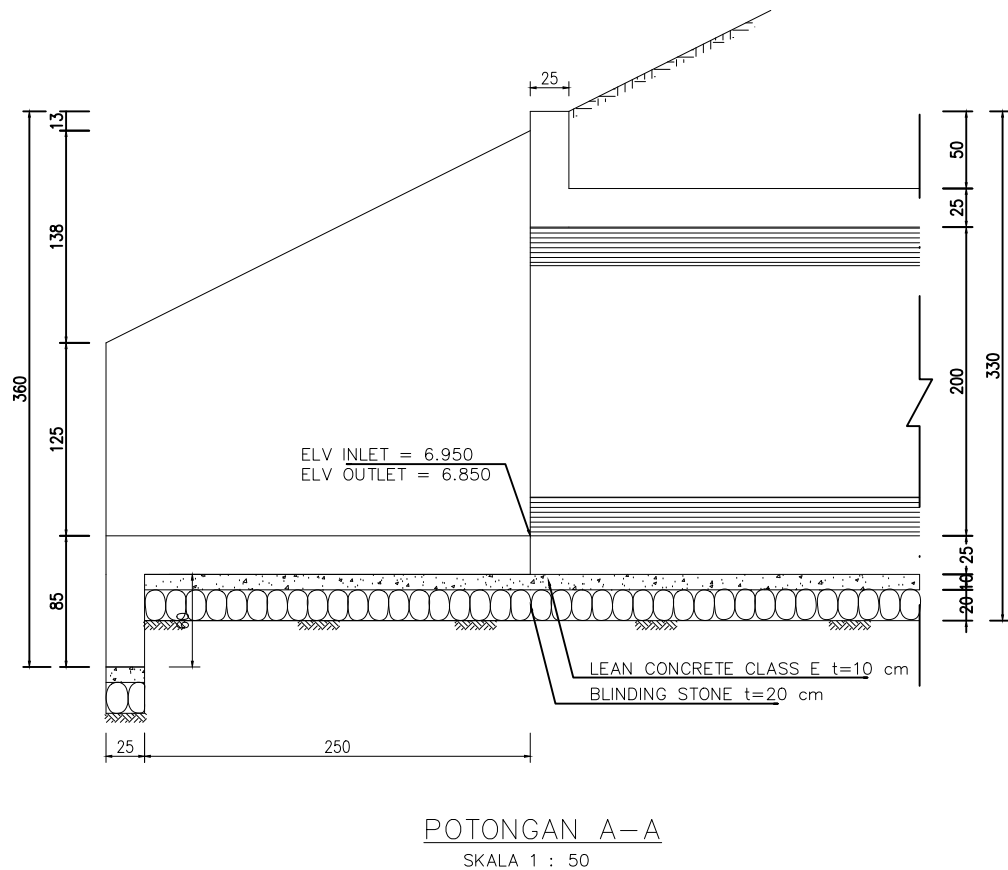
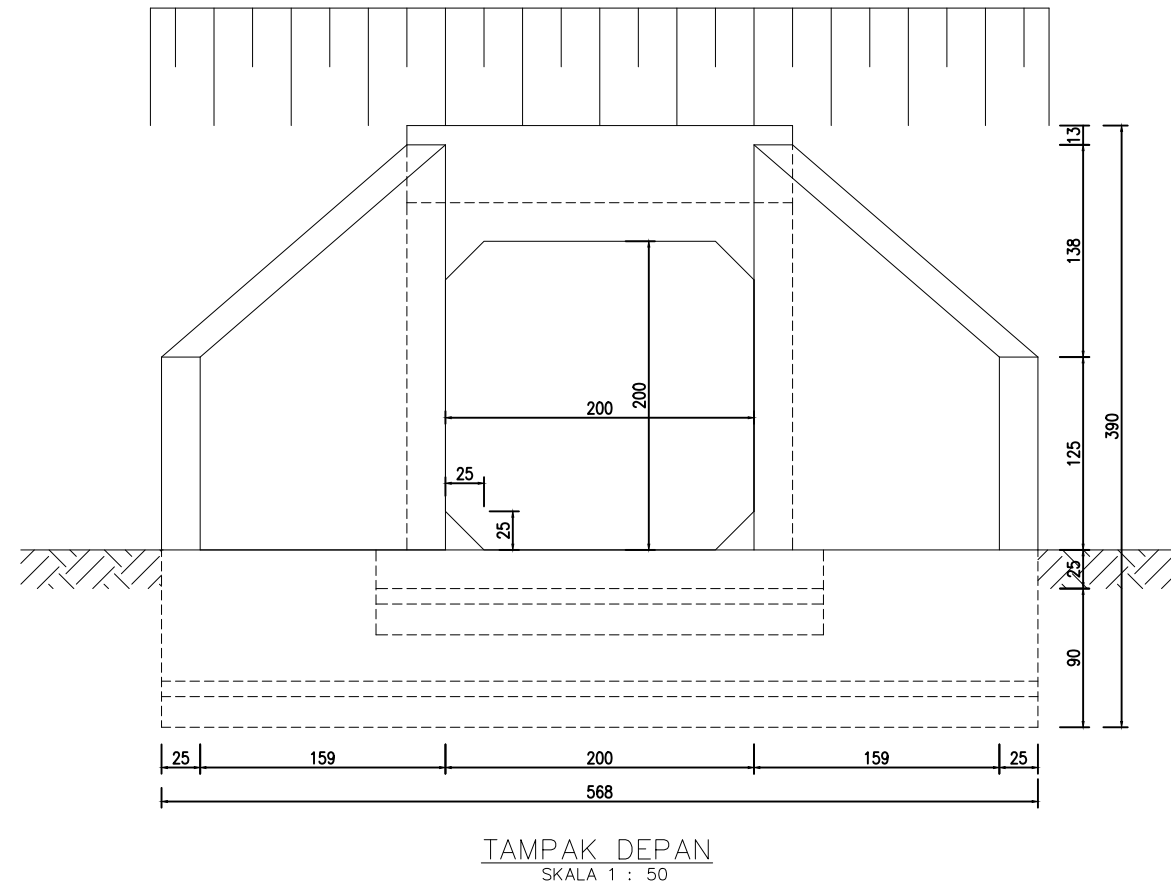
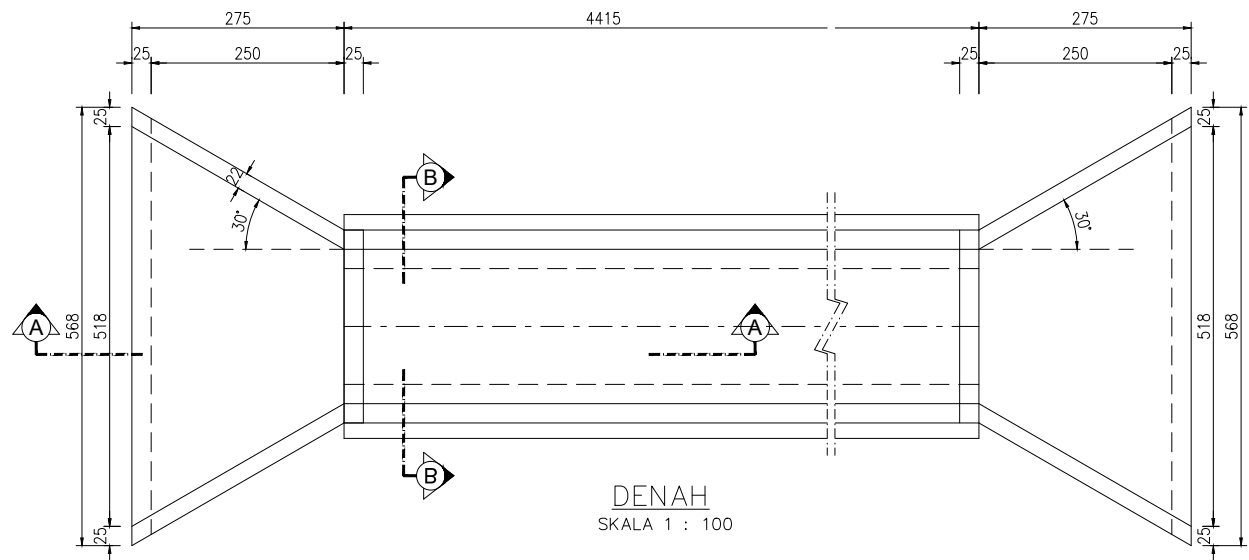
DIMENSI  
 BOX CULVERT 1x2.0x2.0  
 STA. 25+455.650

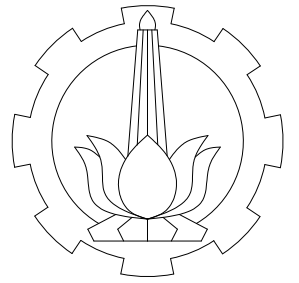
Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TABEL TULANGAN  
BOX CULVERT 1x2.0x2.0  
STA. 25+455.650

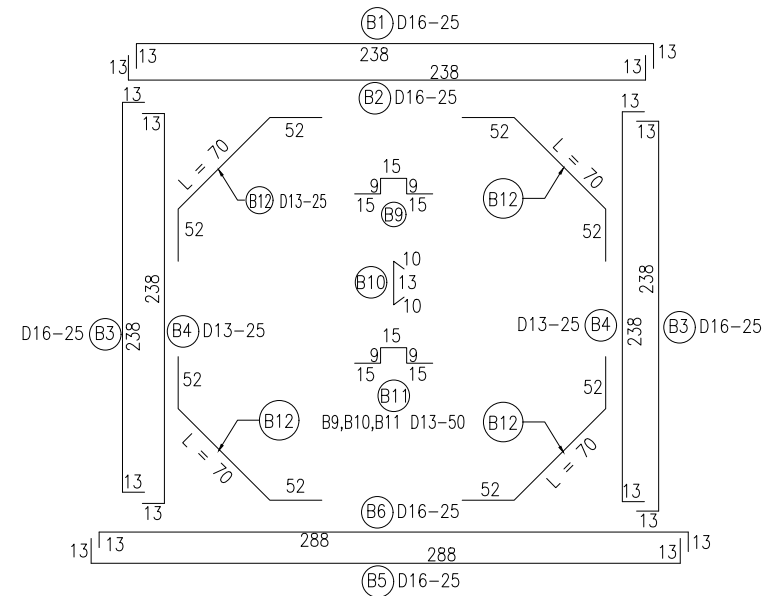
Catatan :

NO. GAMBAR :

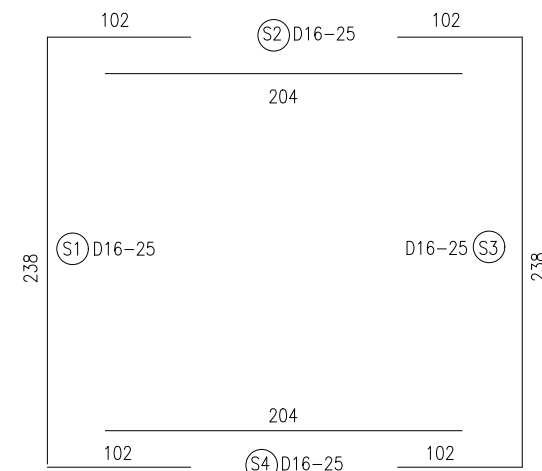
Skala :

1 : 250

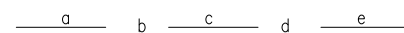
**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



**TULANGAN POKOK**



**TULANGAN EXTRA**

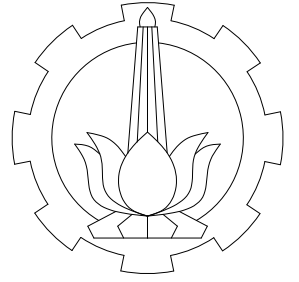


**TULANGAN MEMANJANG**

**PENULANGAN BOX CULVERT 1x2.0x2.0**

PANJANG= **4415** cm

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 1x2.0x2.0</b>												
B1	<b>D 16</b> -25	13	238	13			264	1.58	177	738.30		
B2	<b>D 16</b> -25	13	238	13			264	1.58	177	738.30		
B3	<b>D 16</b> -25	13	238	13			264	1.58	177	738.30		
B4	<b>D 13</b> -25	13	238	13			264	1.04	177	485.97		
B5	<b>D 16</b> -25	13	288	13			314	1.58	177	878.13		
B6	<b>D 16</b> -25	13	288	13			314	1.58	177	878.13		
B7	<b>D 13</b> -25	1200	1200	1200	959		4559	1.04	40	1896.54		
B8	<b>D 13</b> -25	1200	1200	1200	959		4559	1.04	56	2655.16		
B9	<b>D 13</b> -50	15	9	15	9	15	63	1.04	352	230.63		
B10	<b>D 13</b> -50	10	13	10			33	1.04	704	241.61		
B11	<b>D 13</b> -50	15	9	15	9	15	63	1.04	352	230.63		
B12	<b>D 13</b> -25	52	70	52			174	1.04	708	1281.20		
S1	<b>D 16</b> -25	102	238	102			442	1.58	176	1229.11		
S2	<b>D 16</b> -25	204					204	1.58	176	567.28		
S3	<b>D 16</b> -25	102	238	102			442	1.58	176	1229.11		
S4	<b>D 16</b> -25	204					204	1.58	176	567.28		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>14585.71</b>	<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

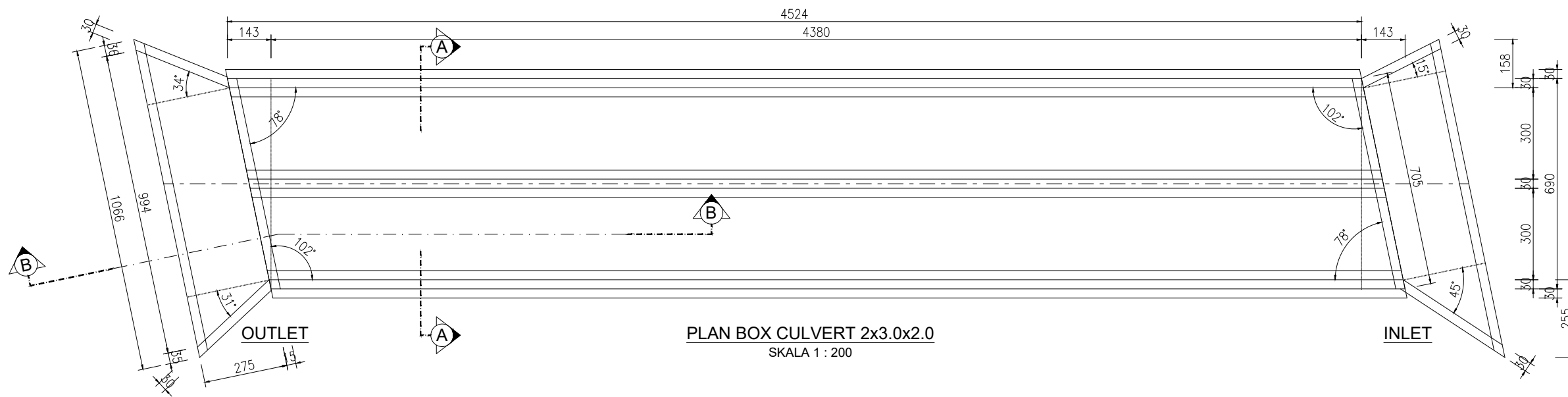
DIMENSI  
 BOX CULVERT 2x3.0x2.0  
 STA. 26+703.750

Catatan :

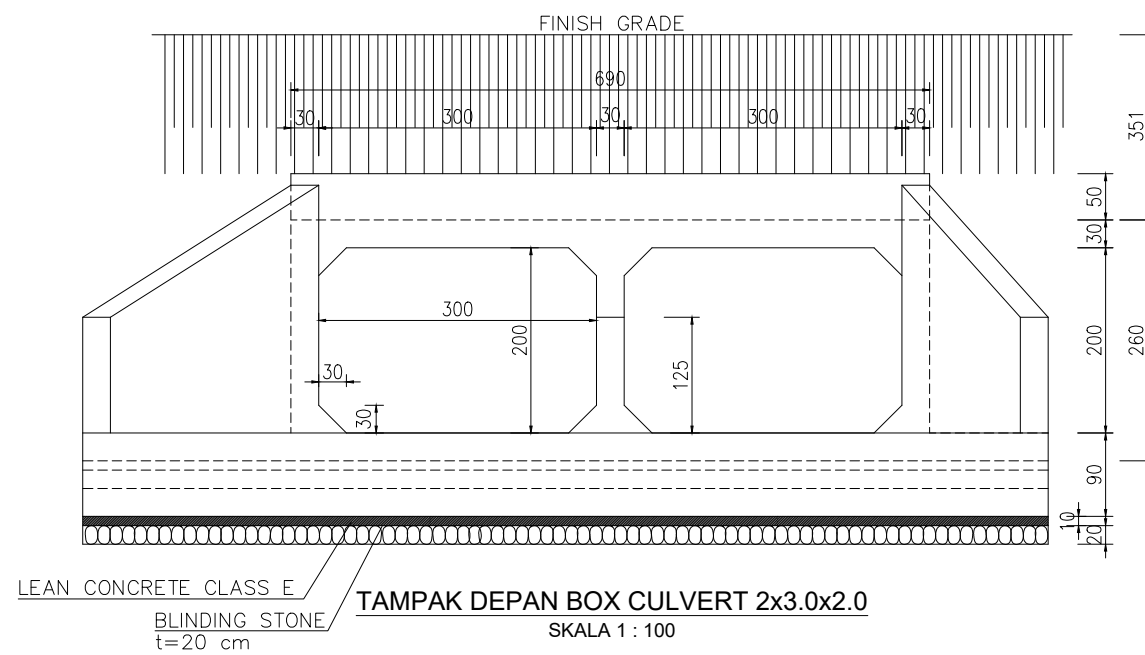
NO. GAMBAR :

Skala :

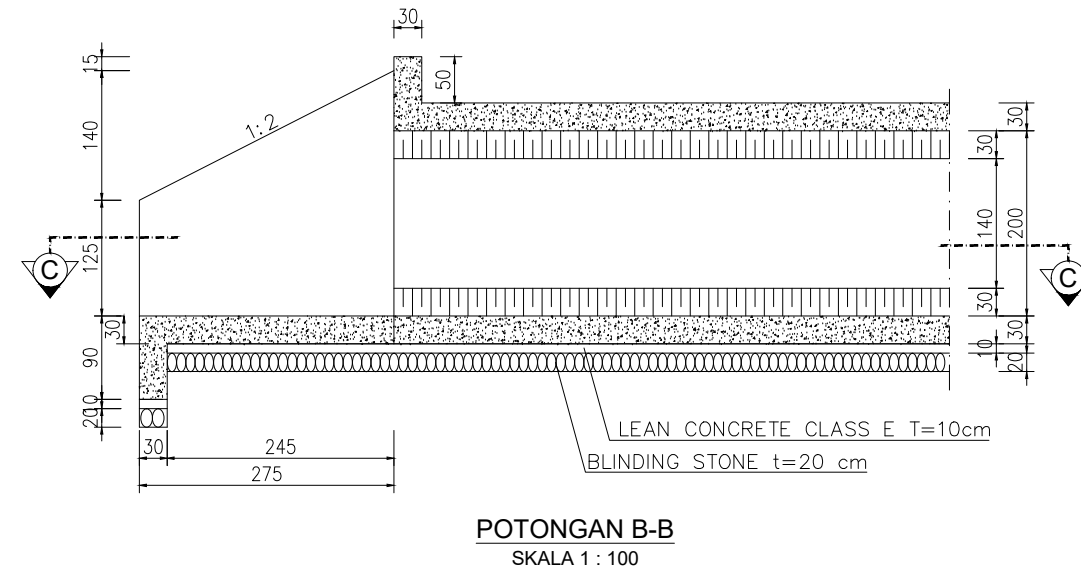
1 : 250



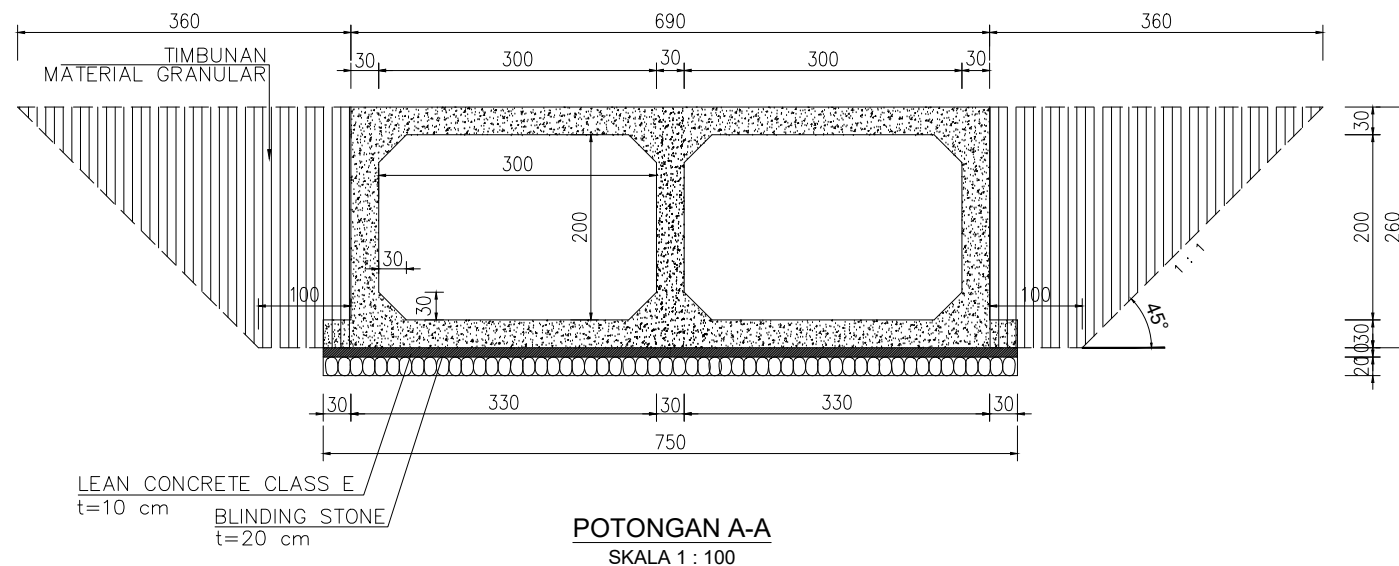
**PLAN BOX CULVERT 2x3.0x2.0**  
 SKALA 1 : 200



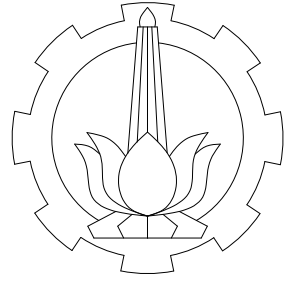
**TAMPAK DEPAN BOX CULVERT 2x3.0x2.0**  
 SKALA 1 : 100



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 100



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

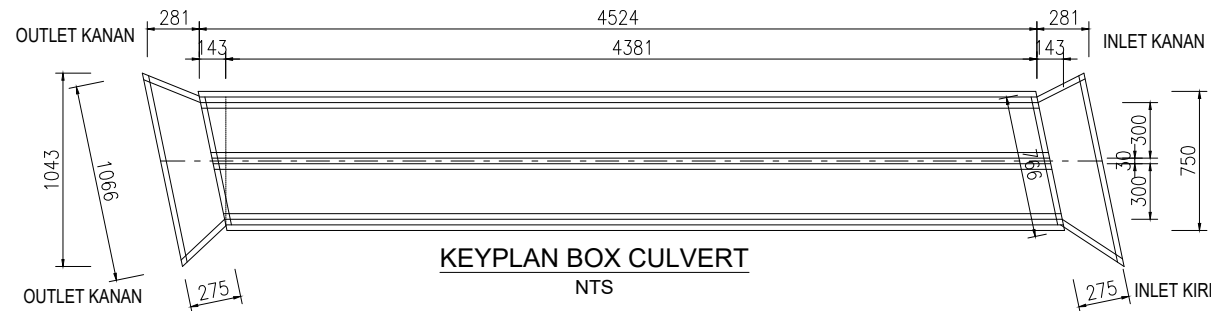
DIAGRAM DAN TABEL  
PEMBESIAN BOX CULVERT 2x3.0x2.0  
STA. 26+703.750

Catatan :

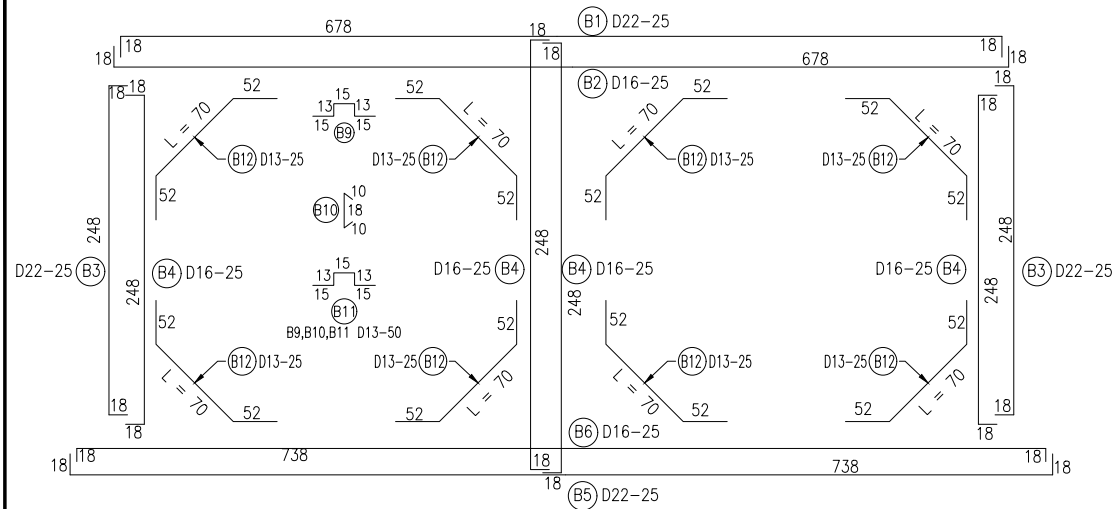
NO. GAMBAR :

Skala :

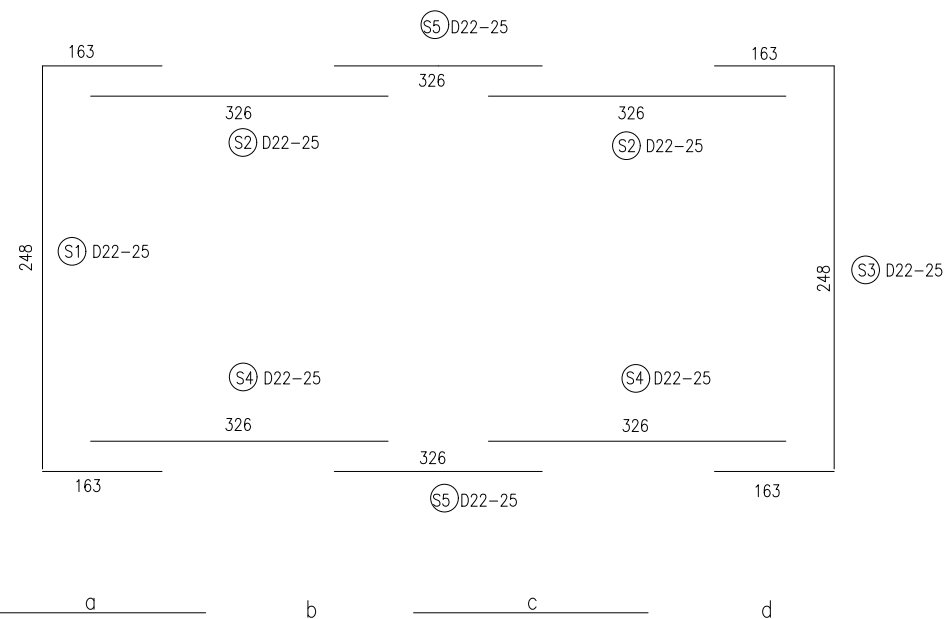
1 : 250



BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



BENTUK TULANGAN EXTRA PELAT DAN DINDING

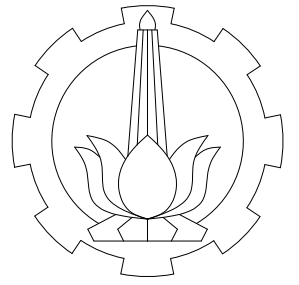


TULANGAN MEMANJANG

**PENULANGAN BOX CULVERT 2x3.0x2.0**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 2x3.0x2.0</b>												
B1	D 22 -25	18	678	18			714	2.98	176	3744.79		
B1'	D 22 -25	18	693	18			729	2.98	14	304.14		
B2	D 16 -25	18	678	18			714	1.58	176	1985.49		
B2'	D 16 -25	18	693	18			729	1.58	14	161.25		
B3	D 22 -25	18	248	18			284	2.98	364	3080.60		
B4	D 16 -25	18	248	18			284	1.58	728	3266.68		
B5	D 22 -25	18	738	18			774	2.98	176	4059.48		
B5'	D 22 -25	18	754	18			790	2.98	14	329.59		
B6	D 16 -25	18	738	18			774	1.58	176	2152.34		
B6'	D 16 -25	18	754	18			790	1.58	14	174.75		
B7	D 13 -25	1200	1200	1200	1068		4668	1.04	88	4272.15		
B8	D 13 -25	1200	1200	1200	1068		4668	1.04	88	4272.15		
B9	D 13 -50	15	13	15	13	15	71	1.04	890	657.18		
B10	D 13 -50	10	18	10			38	1.04	1068	422.07		
B11	D 13 -50	15	13	15	13	15	71	1.04	890	657.18		
B12	D 13 -25	52	70	52			174	1.04	1456	2634.78		
S1	D 22 -25	163	248	163			574	2.98	175	2993.41		
S1'	D 22 -25	166	248	166			580	2.98	8	138.27		
S2	D 22 -25	326					326	2.98	350	3400.18		
S2'	D 22 -25	333					333	2.98	18	178.62		
S3	D 22 -25	163	248	163			574	2.98	175	2993.41		
S3'	D 22 -25	166	248	166			580	2.98	8	138.27		
S4	D 22 -25	326					326	2.98	350	3400.18		
S4'	D 22 -25	333					333	2.98	18	178.62		
S5	D 22 -25	326					326	2.98	350	3400.18		
S5'	D 22 -25	333					333	2.98	16	158.77		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>49154.54</b>	<b>Kg</b>	





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

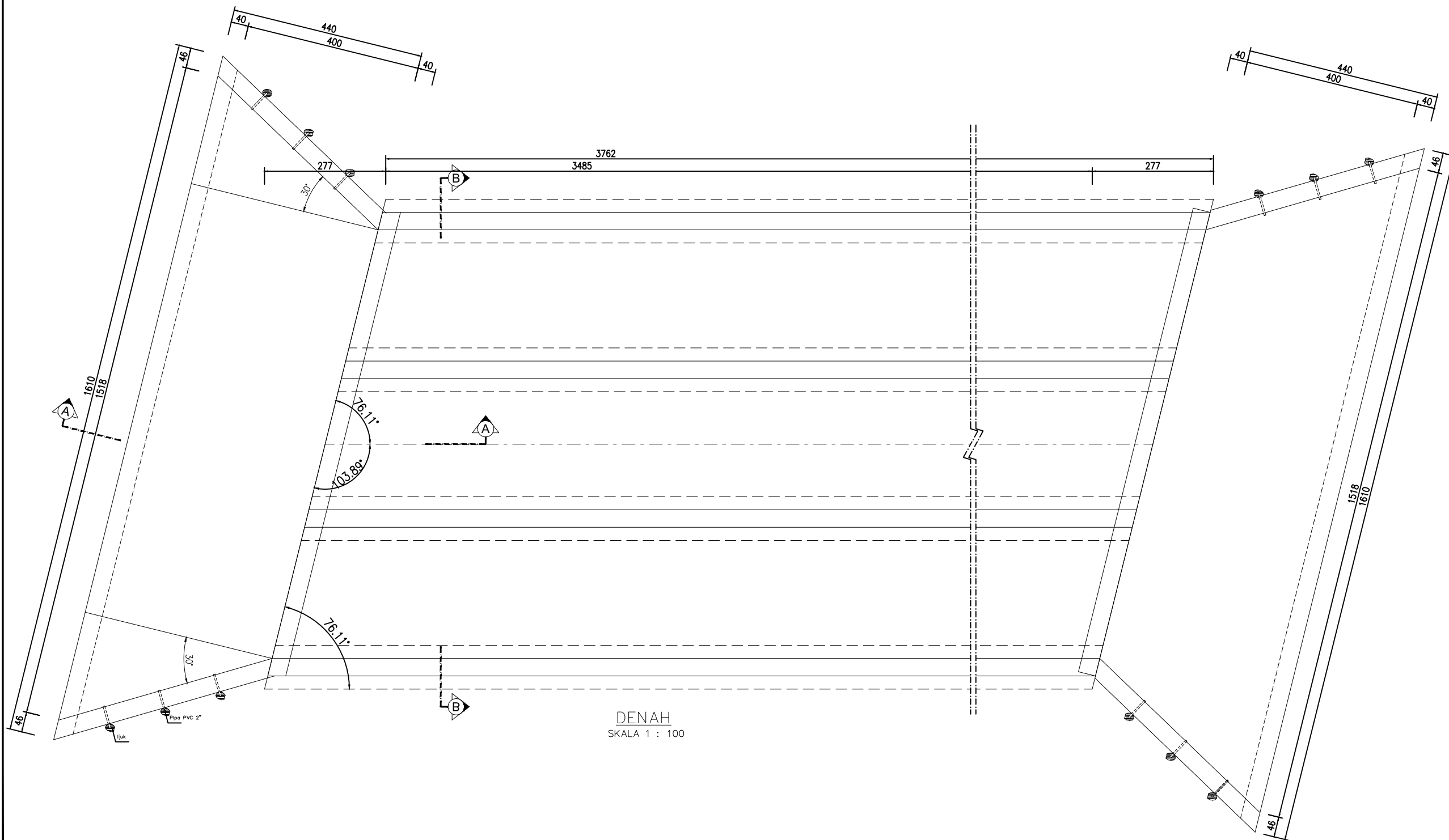
DIMENSI  
 BOX CULVERT 3x3.0x3.0  
 STA. 28+210.032

Catatan :

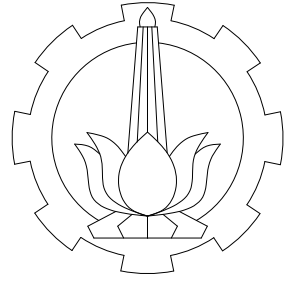
NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 100



DENAH  
 SKALA 1 : 100



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

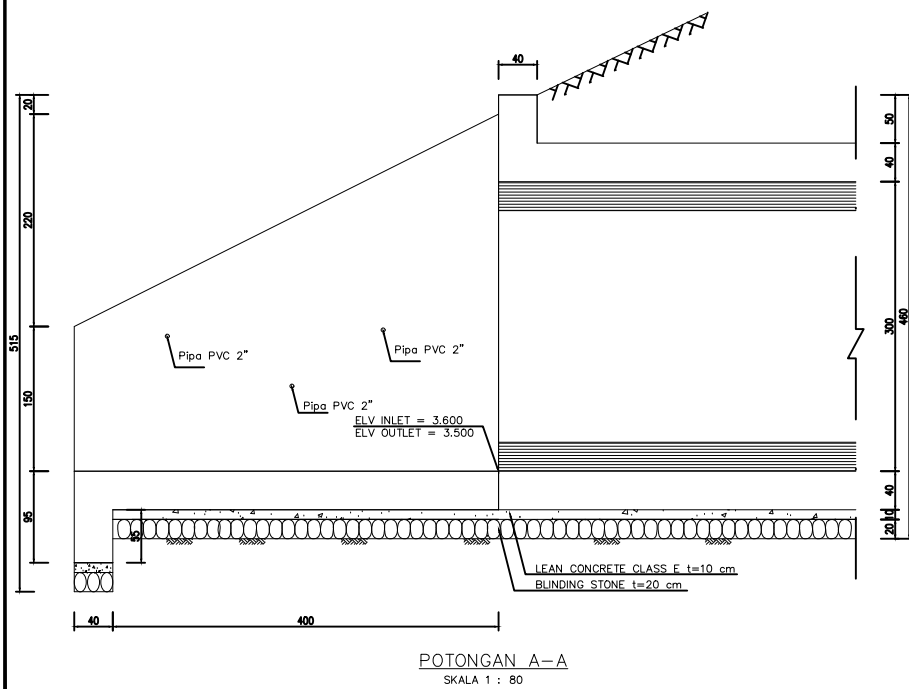
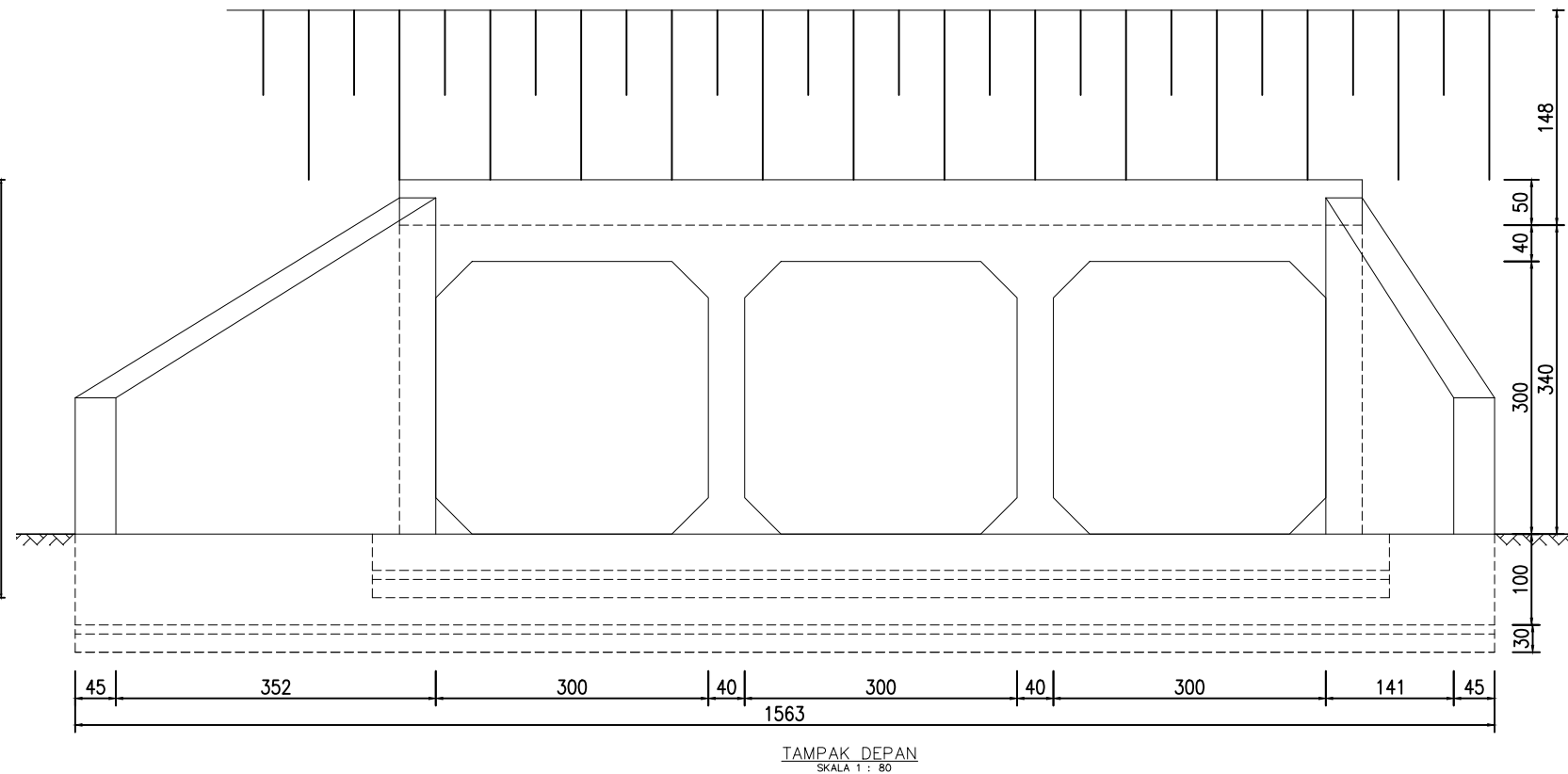
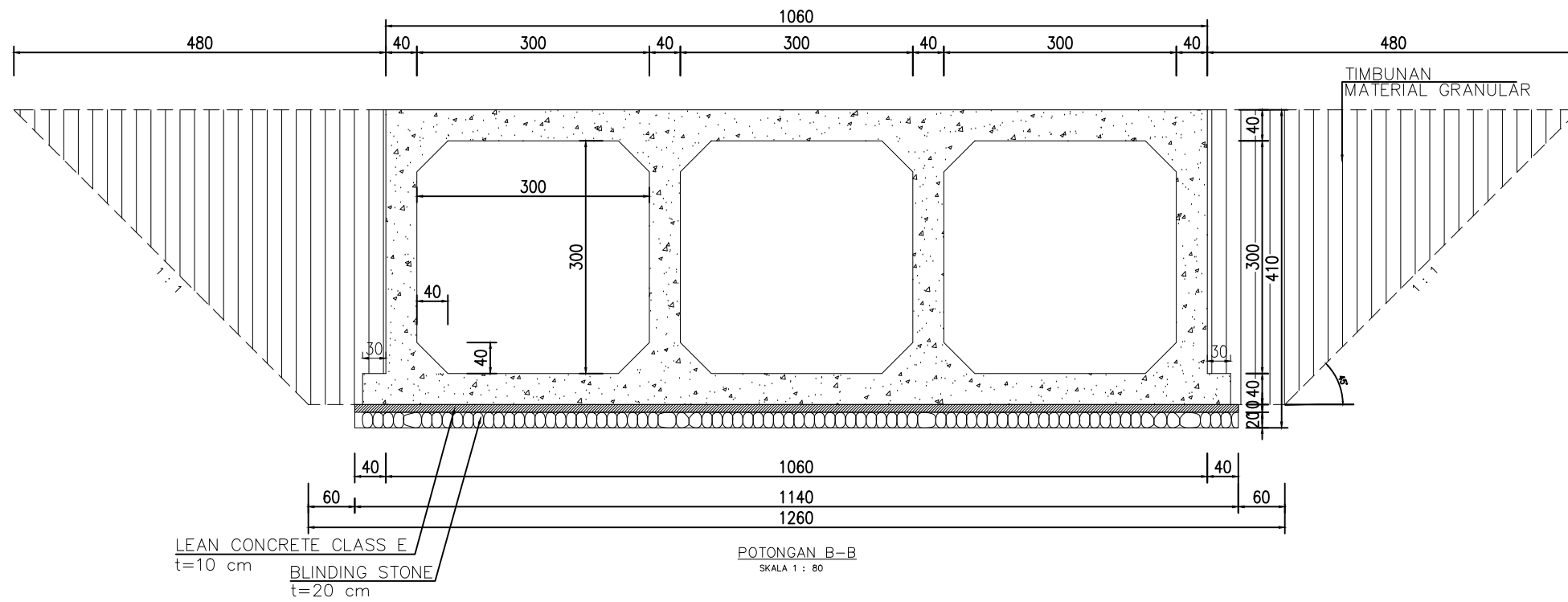
DIMENSI  
 BOX CULVERT 3x3.0x3.0  
 STA. 28+210.032

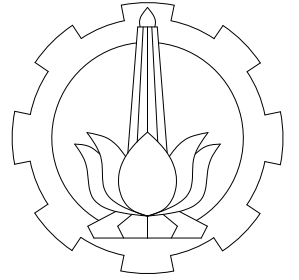
Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 80





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN

10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

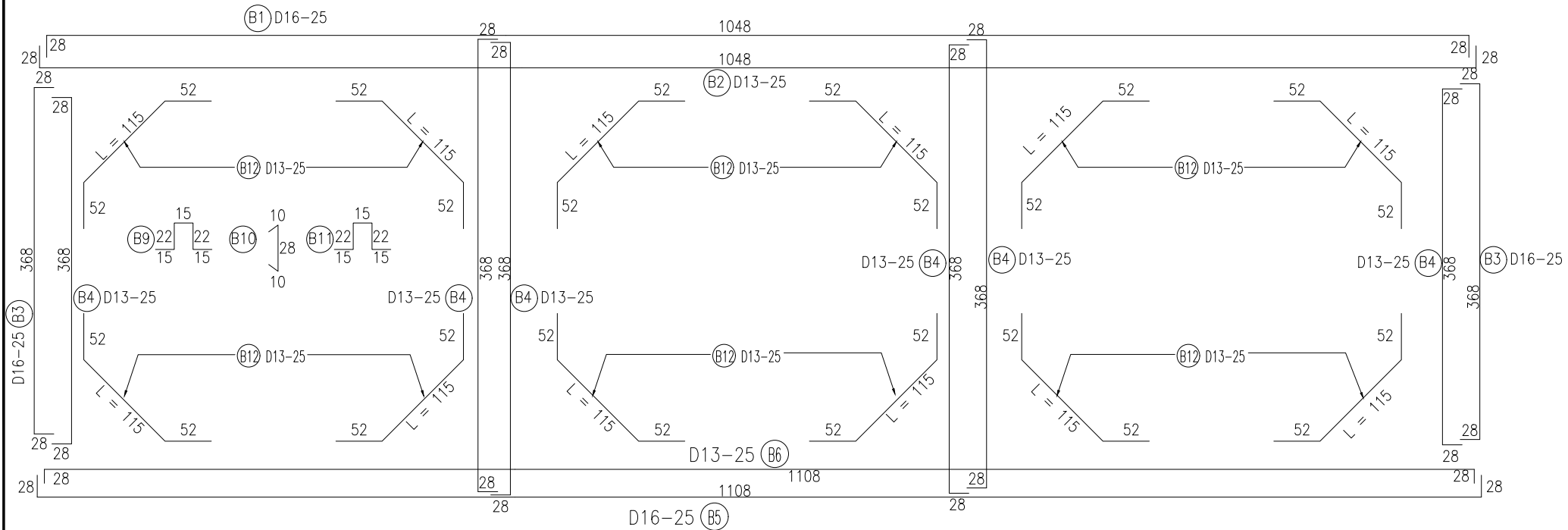
TABEL TULANGAN  
BOX CULVERT 3x3.0x3.0  
STA. 28+210.032

Catatan :

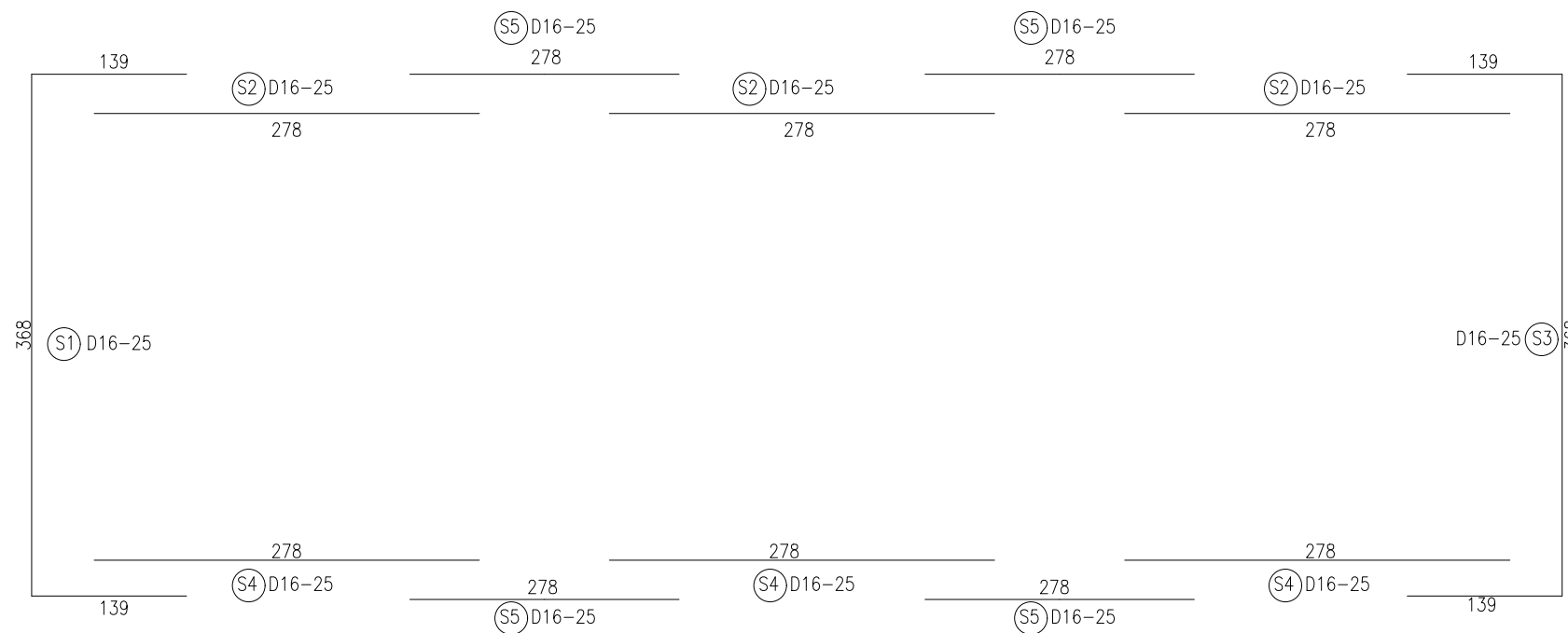
NO. GAMBAR :

Skala :

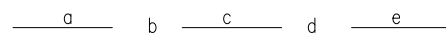
### BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



### TULANGAN POKOK



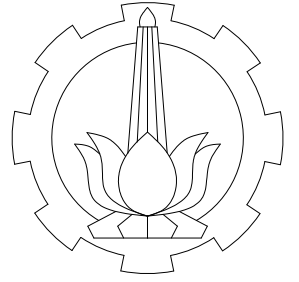
### TULANGAN EXTRA



### TULANGAN MEMANJANG

### PENULANGAN BOX CULVERT 3x3.0x3.0 STA. 28+210.032

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 3x3.0x3.0</b>												
B1	D 16	-25	28	1048	28			1104	1.58	141	2459.49	
B1'	D 16	-25	28	1080	28			1136	1.58	26	466.67	
B2	D 13	-25	28	1048	28			1104	1.04	141	1618.91	
B2'	D 13	-25	28	1080	28			1136	1.04	26	307.17	
B3	D 16	-25	28	368	28			424	1.58	302	2023.16	
B4	D 13	-25	28	368	28			424	1.04	906	3995.10	
B5	D 16	-25	28	1108	28			1164	1.58	141	2593.16	
B5'	D 16	-25	28	1141	28			1197	1.58	26	491.73	
B6	D 13	-25	28	1108	28			1164	1.04	141	1706.89	
B6'	D 13	-25	28	1141	28			1197	1.04	26	323.67	
B7	D 13	-25	1200	1200	1200	306		3906	1.04	144	5849.63	
B8	D 13	-25	1200	1200	1200	306		3906	1.04	168	6824.56	
B9	D 13	-50	15	22	15	22	15	89	1.04	1110	1027.42	
B10	D 13	-50	10	28	10			48	1.04	1480	738.82	
B11	D 13	-50	15	22	15	22	15	89	1.04	1110	1027.42	
B12	D 13	-25	52	115	52			219	1.04	1812	4127.01	
S1	D 16	-25	139	368	139			646	1.58	140	1428.95	
S1'	D 16	-25	143	368	143			654	1.58	24	248.00	
S2	D 16	-25	278					278	1.58	420	1844.81	
S2'	D 16	-25	286					286	1.58	72	325.35	
S3	D 16	-25	139	368	139			646	1.58	140	1428.95	
S3'	D 16	-25	143	368	143			654	1.58	24	248.00	
S4	D 16	-25	278					278	1.58	420	1844.81	
S4'	D 16	-25	286					286	1.58	72	325.35	
S5	D 16	-25	278					278	1.58	560	2459.74	
S5'	D 16	-25	286					286	1.58	96	433.80	
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>46168.56</b>	Kg	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

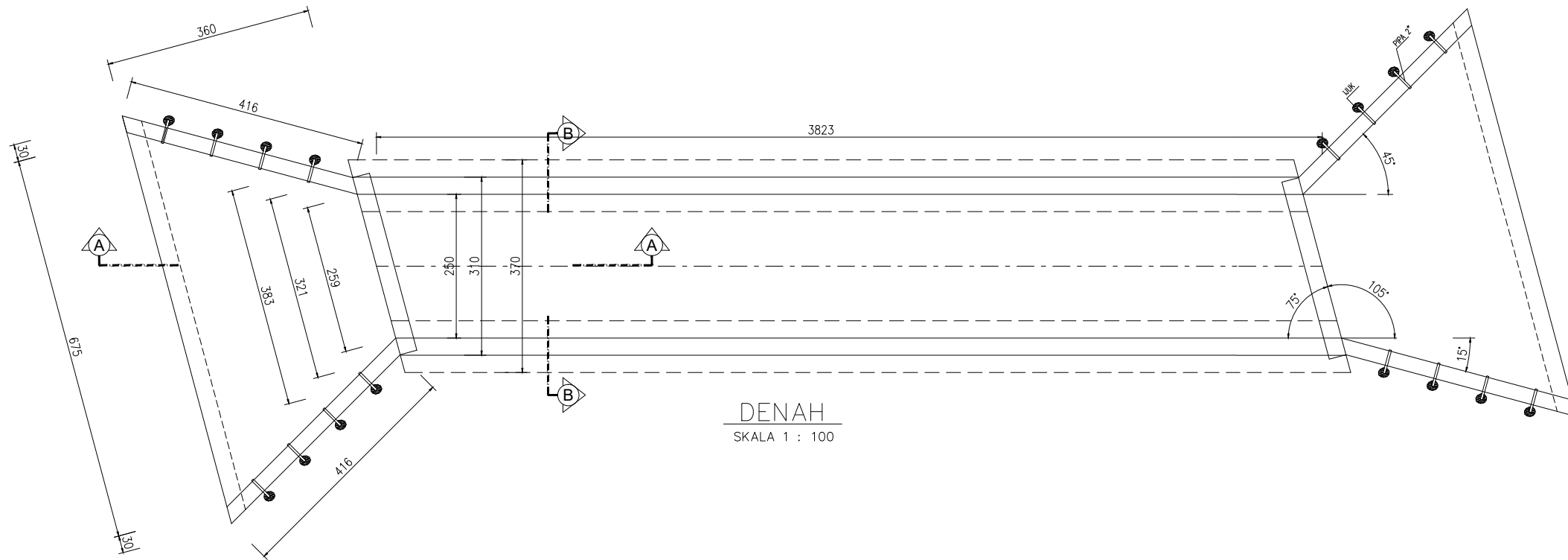
**DIMENSI  
 BOX CULVERT 1x2.5x2.5  
 STA. 28+495.578**

Catatan :

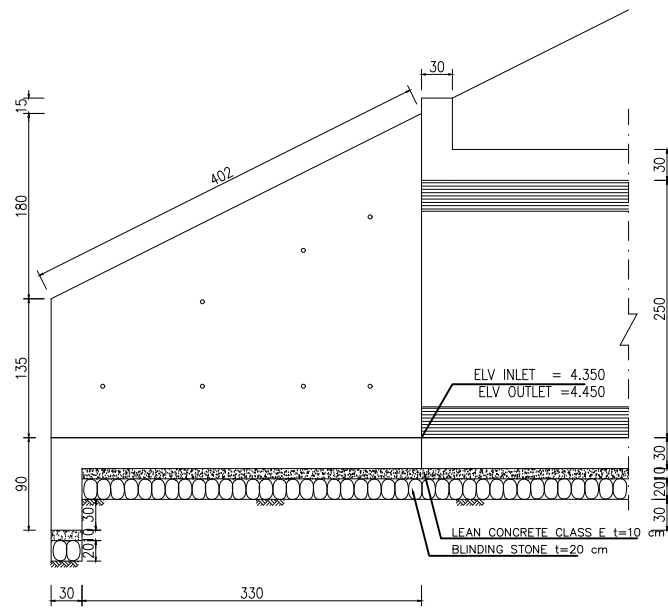
NO. GAMBAR :

Skala :

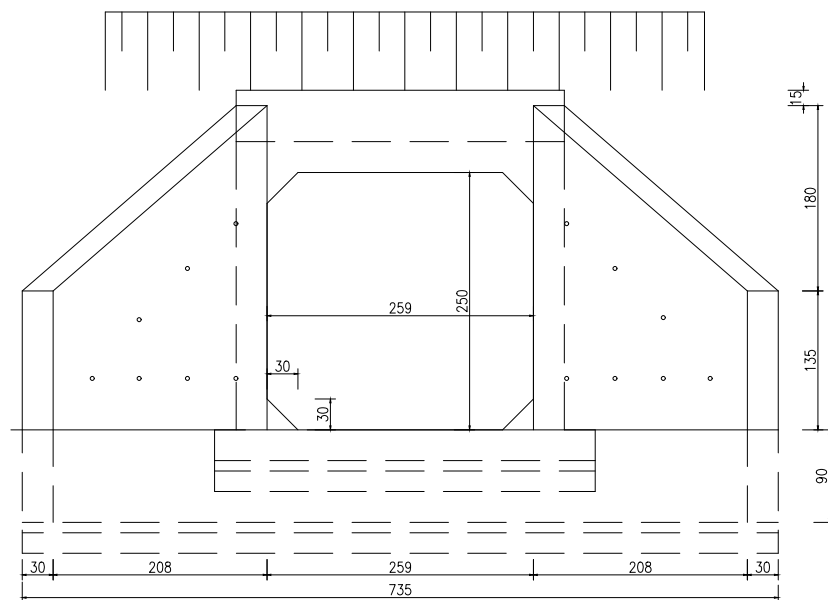
1 : 250



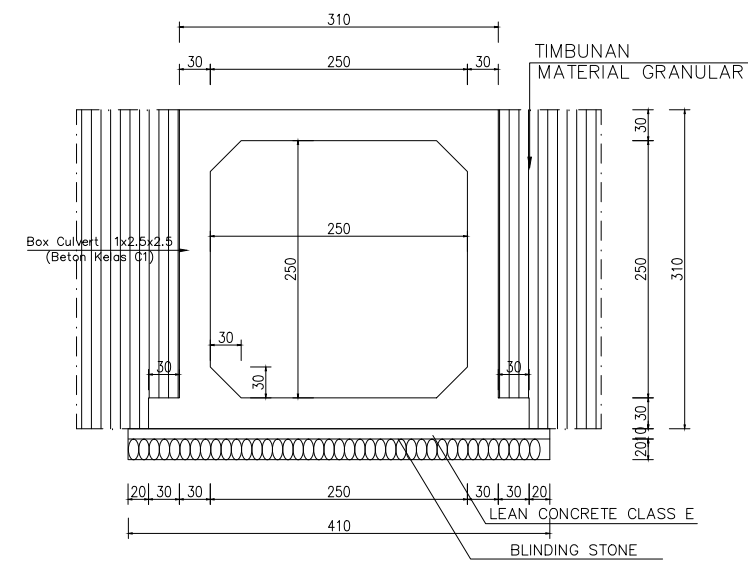
**DENAH**  
 SKALA 1 : 100



**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 75



**TAMPAK DEPAN**  
 SKALA 1 : 75



**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 75



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TABEL PENULANGAN  
BOX CULVERT 1x2.5x2.5  
STA. 28+491.136

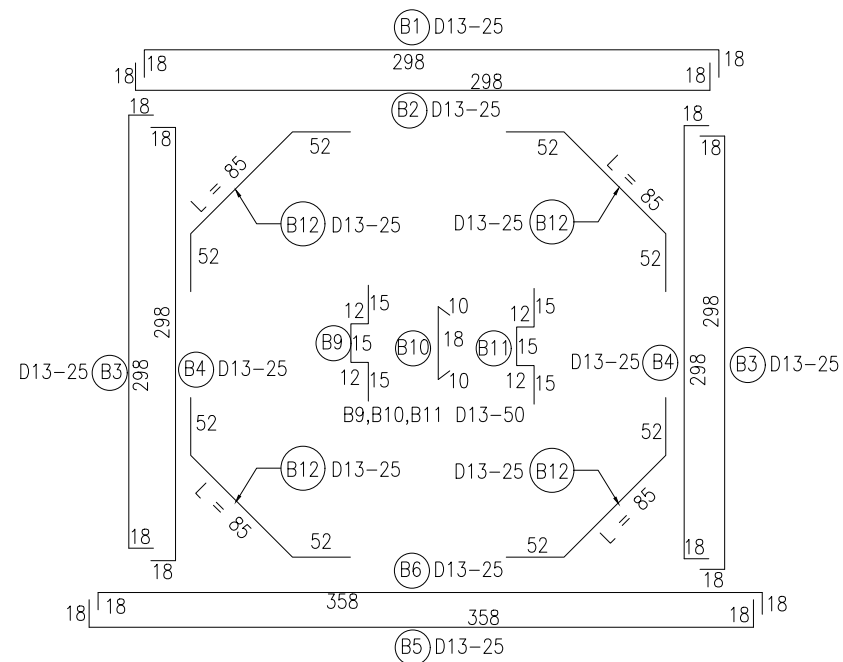
Catatan :

NO. GAMBAR :

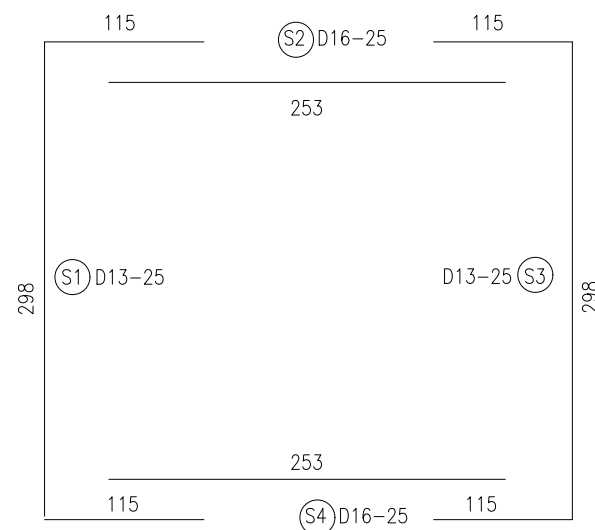
Skala :

1 : 250

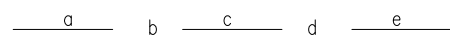
**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



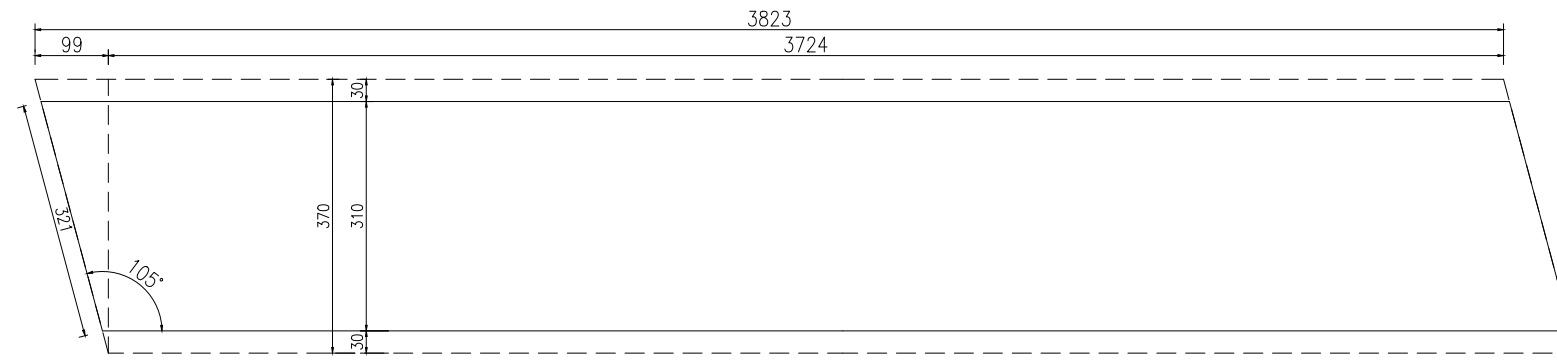
**TULANGAN POKOK**



**TULANGAN EXTRA**



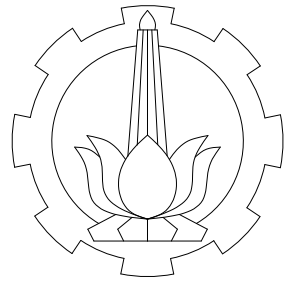
**TULANGAN MEMANJANG**



KEYPLAN BOX CULVERT

**PENULANGAN BOX CULVERT 1x2.0x2.0**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 1x2.0x2.0</b>												
B1	D 13 -25	18	298	18			334	1.04	149	517.57		
B1a	D 13 -25	18	309	18			345	1.04	10	35.88		
B2	D 13 -25	18	298	18			334	1.04	149	517.57		
B2a	D 13 -25	18	309	18			345	1.04	10	35.88		
B3	D 13 -25	18	298	18			334	1.04	306	1062.92		
B4	D 13 -25	18	298	18			334	1.04	306	1062.92		
B5	D 13 -25	18	358	18			394	1.04	149	610.54		
B5a	D 13 -25	18	371	18			407	1.04	10	42.33		
B6	D 13 -25	18	358	18			394	1.04	149	610.54		
B6a	D 13 -25	18	371	18			407	1.04	10	42.33		
B7	D 13 -25	1200	1200	1200	367		3967	1.04	48	1980.33		
B8	D 13 -25	1200	1200	1200	367		3967	1.04	64	2640.44		
B9	D 13 -50	15	12	15	12	15	69	1.04	300	215.28		
B10	D 13 -50	10	18	10			38	1.04	600	237.12		
B11	D 13 -50	15	12	15	12	15	69	1.04	300	215.28		
B12	D 13 -25	52	85	52			189	1.04	616	1210.81		
S1	D 13 -25	115	298	115			528	1.04	148	812.70		
S1a	D 13 -25	119	298	119			536	1.04	8	44.60		
S2	D 16 -25	253					253	1.58	148	591.62		
S2a	D 16 -25	262					262	1.58	8	33.12		
S3	D 13 -25	115	298	115			528	1.04	148	812.70		
S3a	D 13 -25	119	298	119			536	1.04	8	44.60		
S4	D 16 -25	253					253	1.58	148	591.62		
S4a	D 16 -25	262					262	1.58	8	33.12		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>14001.78</b>	<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

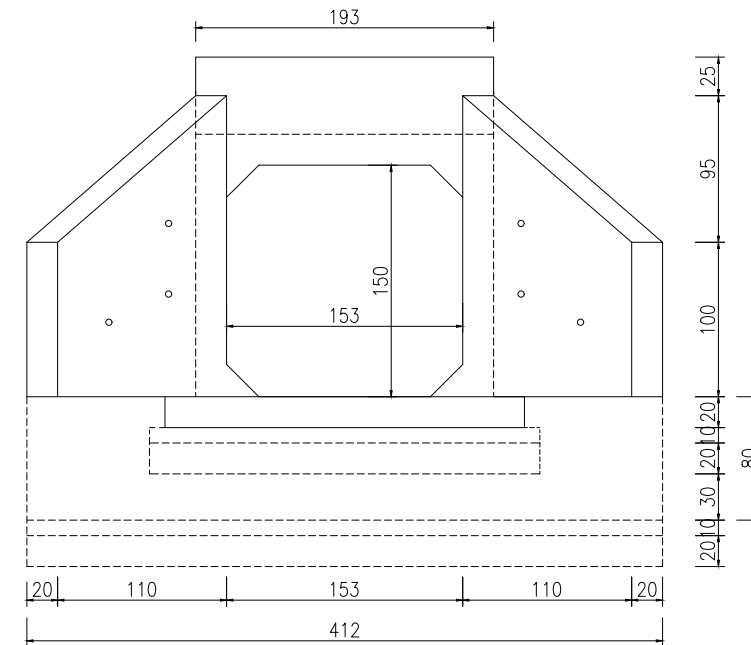
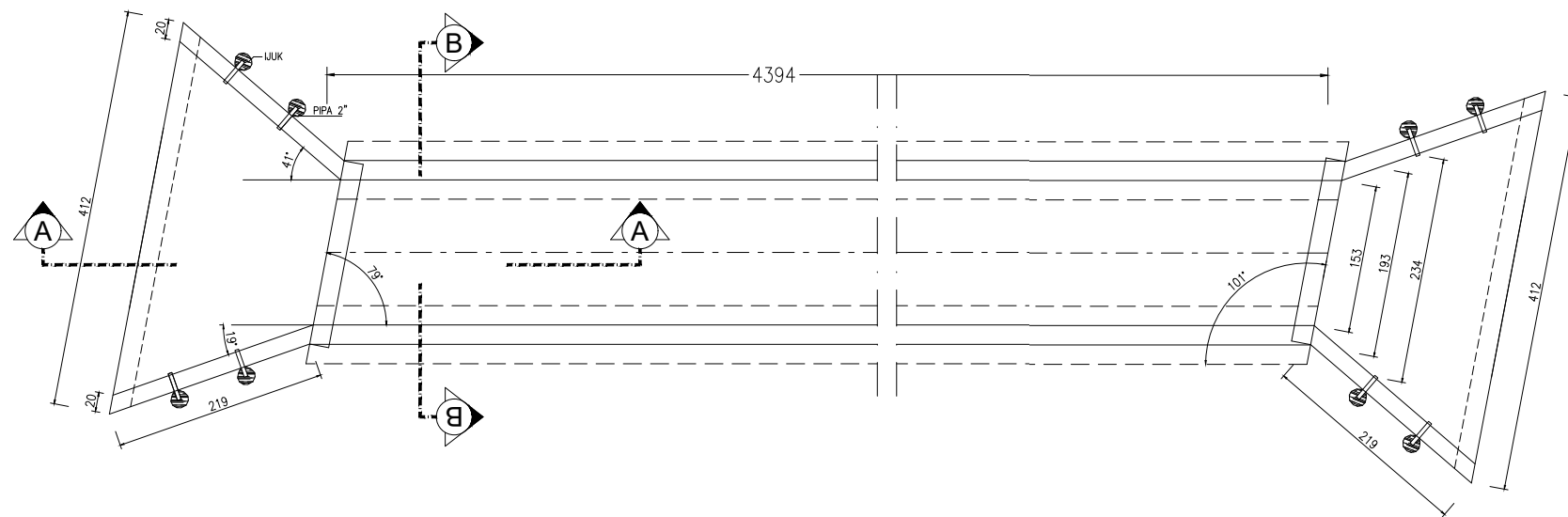
DENAH DAN POTONGAN  
 BOX CULVERT 1x1.5x1.5  
 STA. 29+294.825

Catatan :

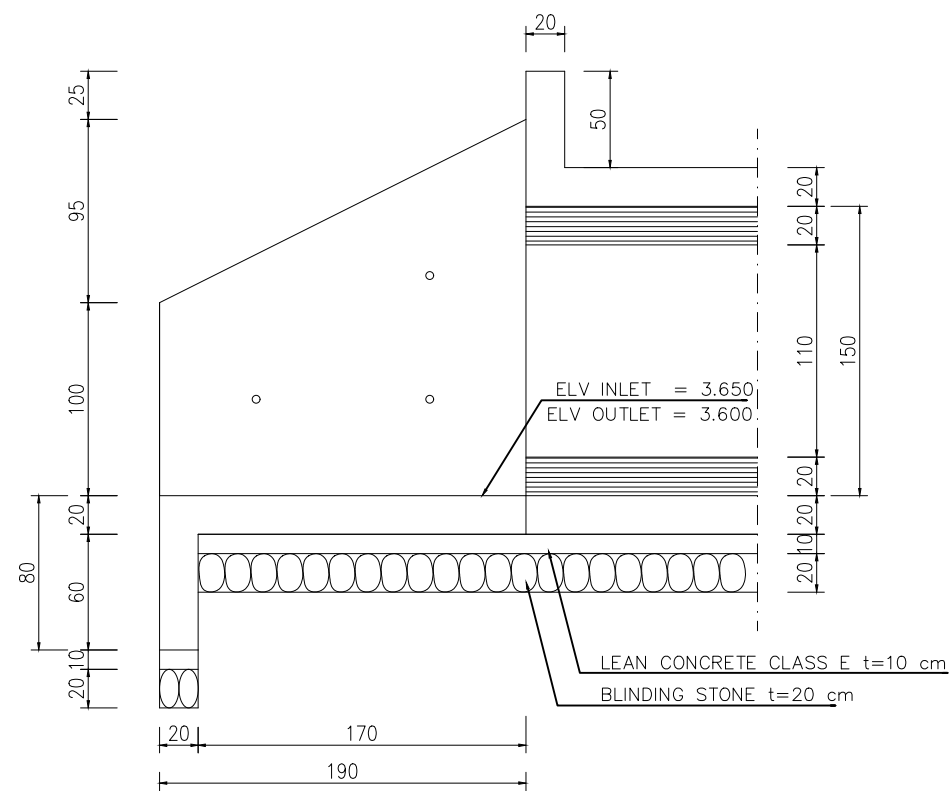
NO. GAMBAR :

Skala :

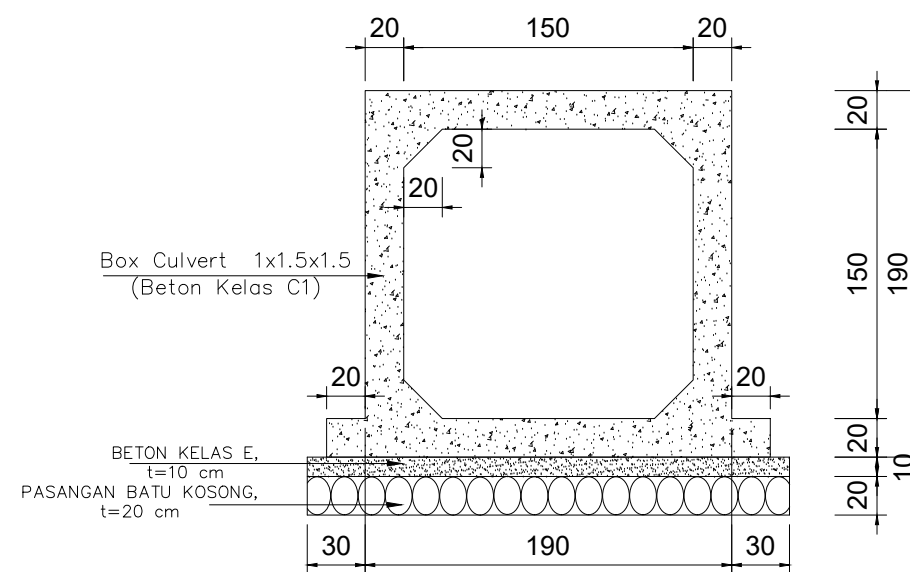
1 : 250



TAMPAK DEPAN  
 SKALA 1 : 50

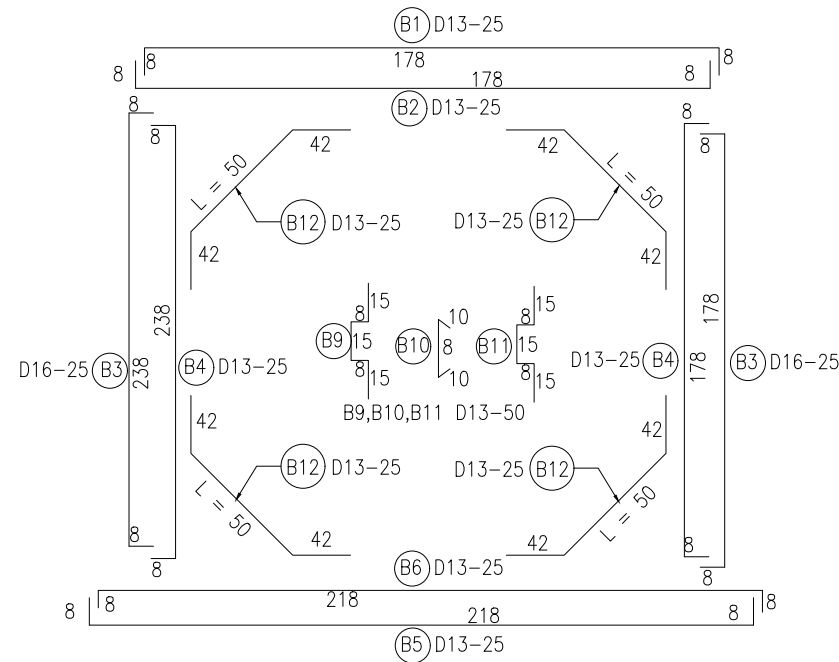


POTONGAN A-A  
 SKALA 1 : 50

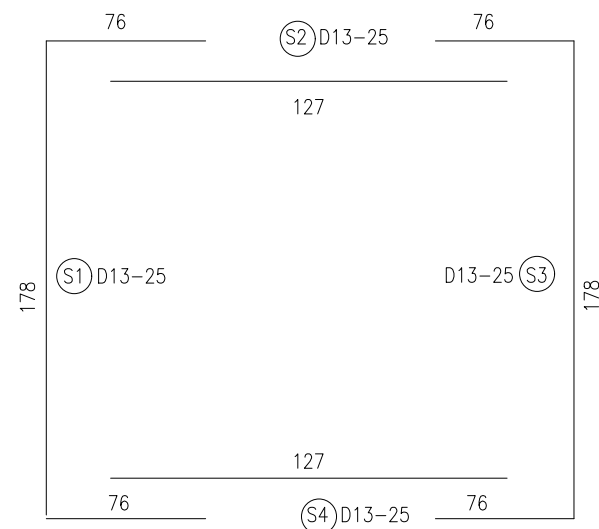


POTONGAN B-B  
 SKALA 1 : 50

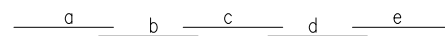
BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



TULANGAN POKOK



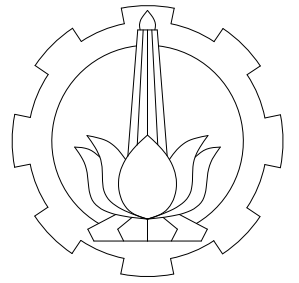
TULANGAN EXTRA



TULANGAN MEMANJANG

PENULANGAN BOX CULVERT 1x1.5x1.5

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 1x2.0x2.0</b>												
B1	D 13 -25	8	178	8			194	1.04	175	353.08		
B1a	D 13 -25	8	181	8			197	1.04	6	12.29		
B2	D 13 -25	8	178	8			194	1.04	175	353.08		
B2a	D 13 -25	8	181	8			197	1.04	6	12.29		
B3	D 13 -25	8	178	8			194	1.04	354	714.23		
B4	D 13 -25	8	178	8			194	1.04	354	714.23		
B5	D 13 -25	8	218	8			234	1.04	175	425.88		
B5a	D 13 -25	8	222	8			238	1.04	6	14.85		
B6	D 13 -25	8	218	8			234	1.04	175	425.88		
B6a	D 13 -25	8	222	8			238	1.04	6	14.85		
B7	D 13 -25	1200	1200	1200	938		4538	1.04	32	1510.25		
B8	D 13 -25	1200	1200	1200	938		4538	1.04	48	2265.37		
B9	D 13 -50	15	5	15	5	15	55	1.04	261	149.29		
B10	D 13 -50	10	8	10			28	1.04	522	152.01		
B11	D 13 -50	15	5	15	5	15	55	1.04	261	149.29		
B12	D 13 -25	42	50	42			134	1.04	708	986.67		
S1	D 13 -25	76	178	76			330	1.04	174	597.17		
S1a	D 13 -25	77	178	77			332	1.04	4	13.81		
S2	D 13 -25	127					127	1.04	174	229.82		
S2a	D 13 -25	129					129	1.04	4	5.37		
S3	D 13 -25	76	178	76			330	1.04	174	597.17		
S3a	D 13 -25	77	178	77			332	1.04	4	13.81		
S4	D 13 -25	127					127	1.04	174	229.82		
S4a	D 13 -25	129					129	1.04	4	5.37		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>9945.87</b>	<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

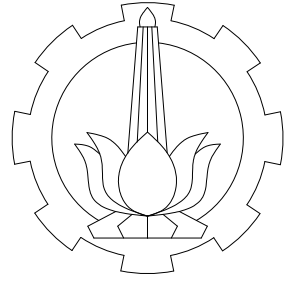
TABEL PEMBESIAN  
BOX CULVERT 1x1.5x1.5  
STA. 29+294.825

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

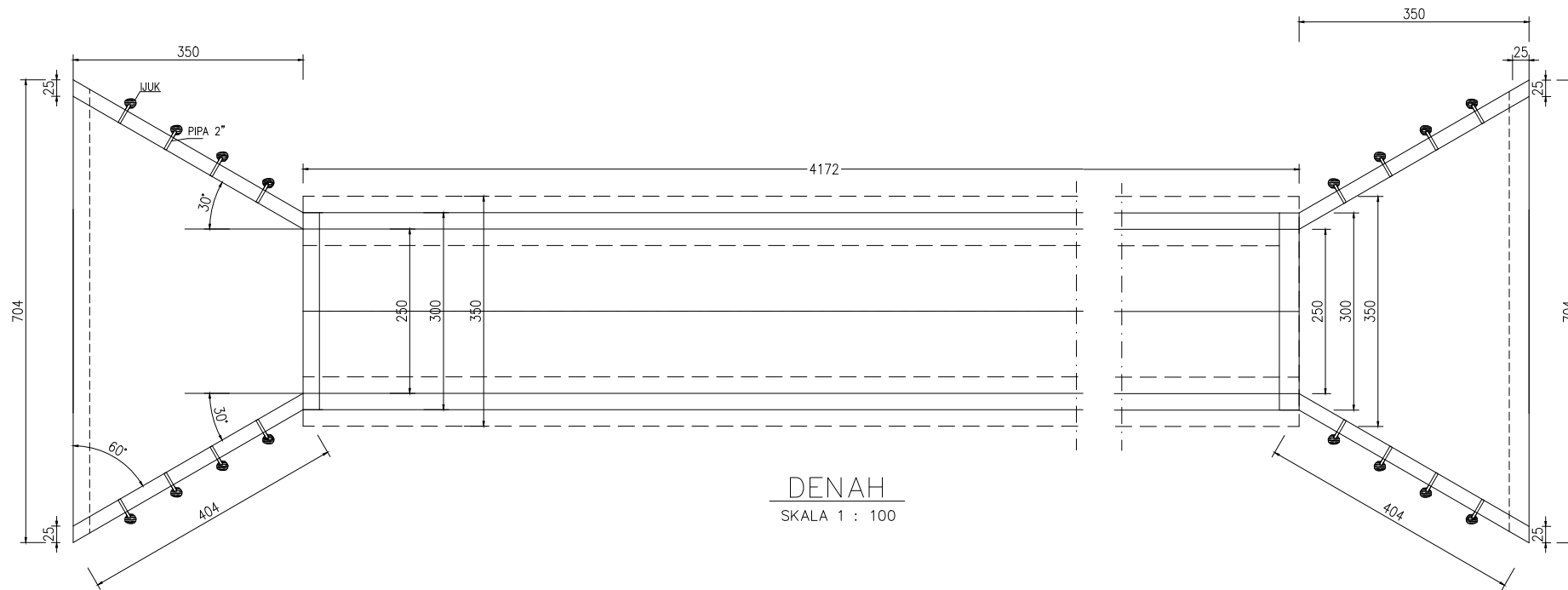
DENAH & POTONGAN  
BOX CULVERT 1x2.5x2.0  
STA. 29+703.665

Catatan :

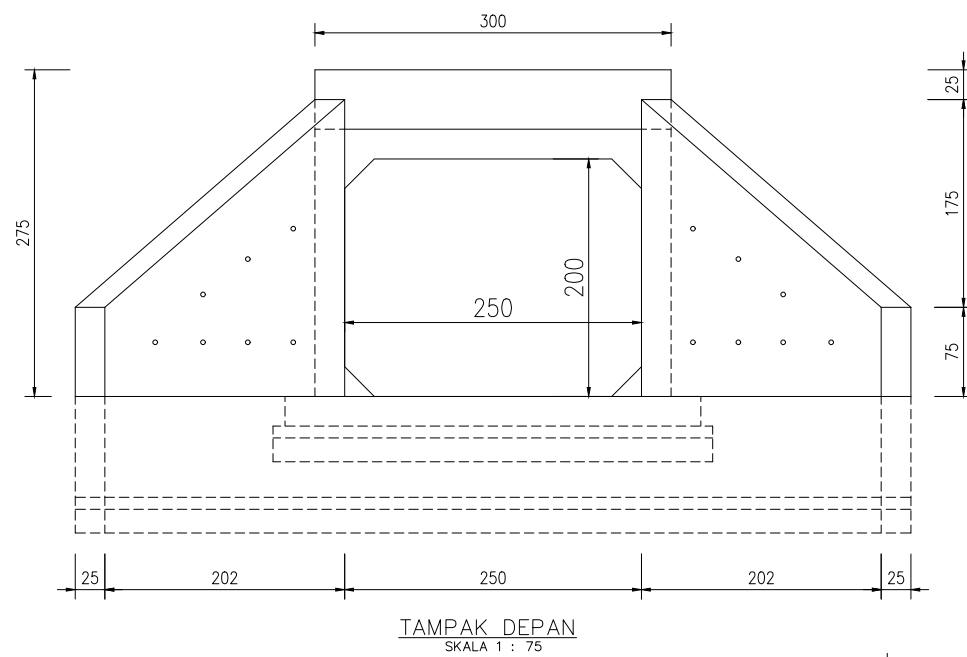
NO. GAMBAR :

Skala :

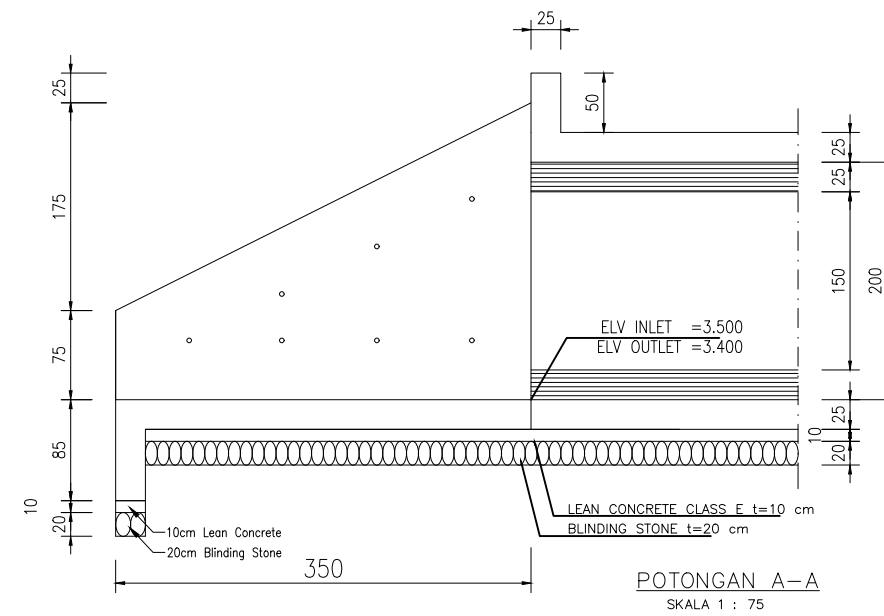
1 : 250



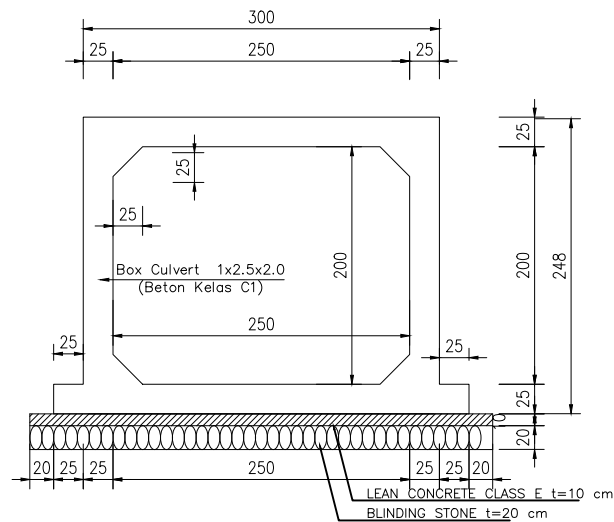
DENAH  
SKALA 1 : 100



TAMPAK DEPAN  
SKALA 1 : 75

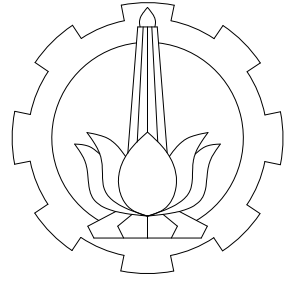


POTONGAN A-A  
SKALA 1 : 75



POTONGAN B-B  
SKALA 1 : 75





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TABEL PEMBESIAN BADAN  
BOX CULVERT 1x2.5x2.0  
STA. 29+703.665

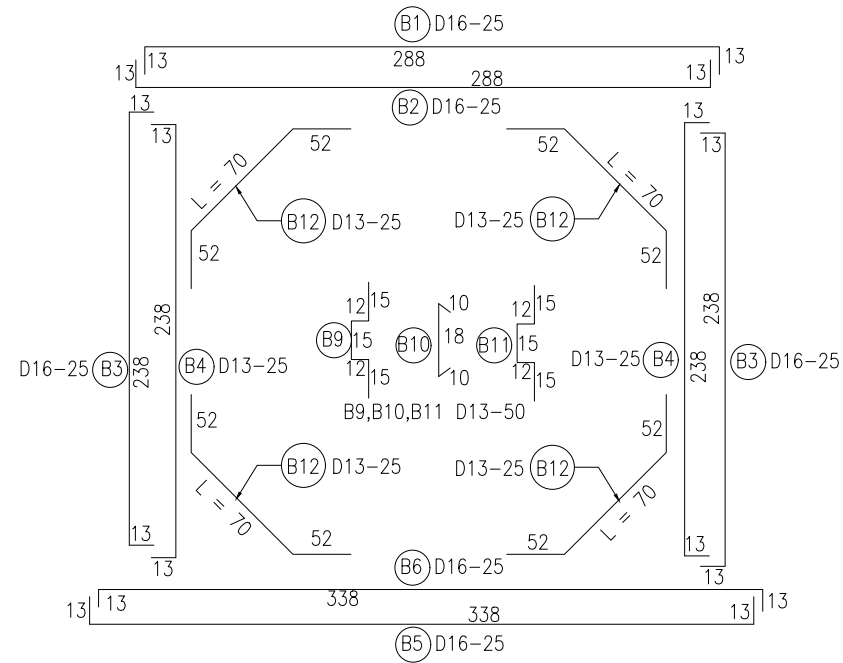
Catatan :

NO. GAMBAR :

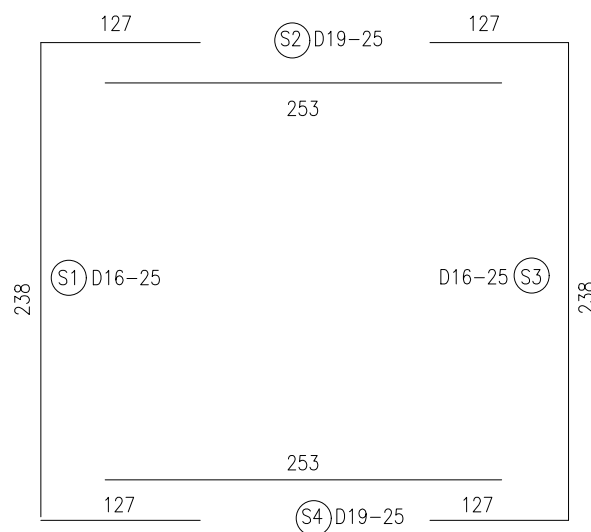
Skala :

1 : 250

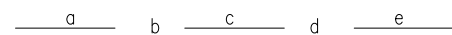
BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



TULANGAN POKOK



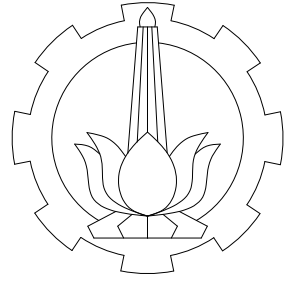
TULANGAN EXTRA



TULANGAN MEMANJANG

**PENULANGAN BOX CULVERT 1x2.5x2.0**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 1x2.5x2.0</b>												
B1	<b>D 16 -25</b>	13	288	13			314	1.557	168	821.35		
B2	<b>D 16 -25</b>	13	288	13			314	1.557	168	821.35		
B3	<b>D 16 -25</b>	13	238	13			264	1.557	336	1381.12		
B4	<b>D 13 -25</b>	13	238	13			264	1.007	336	893.25		
B5	<b>D 16 -25</b>	13	338	13			364	1.557	168	952.14		
B6	<b>D 16 -25</b>	13	338	13			364	1.557	168	952.14		
B7	<b>D 13 -25</b>	1200	1200	1200	716		4316	1.007	44	1912.33		
B8	<b>D 13 -25</b>	1200	1200	1200	716		4316	1.007	60	2607.73		
B9	<b>D 13 -50</b>	15	9	15	9	15	63	1.007	328	208.09		
B10	<b>D 13 -50</b>	10	13	10			33	1.007	656	218.00		
B11	<b>D 13 -50</b>	15	9	15	9	15	63	1.007	328	208.09		
B12	<b>D 13 -25</b>	52	70	52			174	1.007	672	1177.46		
S1	<b>D 16 -25</b>	127	238	127			492	1.557	167	1279.29		
S2	<b>D 19 -25</b>	253					253	2.184	167	922.76		
S3	<b>D 16 -25</b>	127	238	127			492	1.557	167	1279.29		
S4	<b>D 19 -25</b>	253					253	2.184	167	922.76		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>16557.15</b>	<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

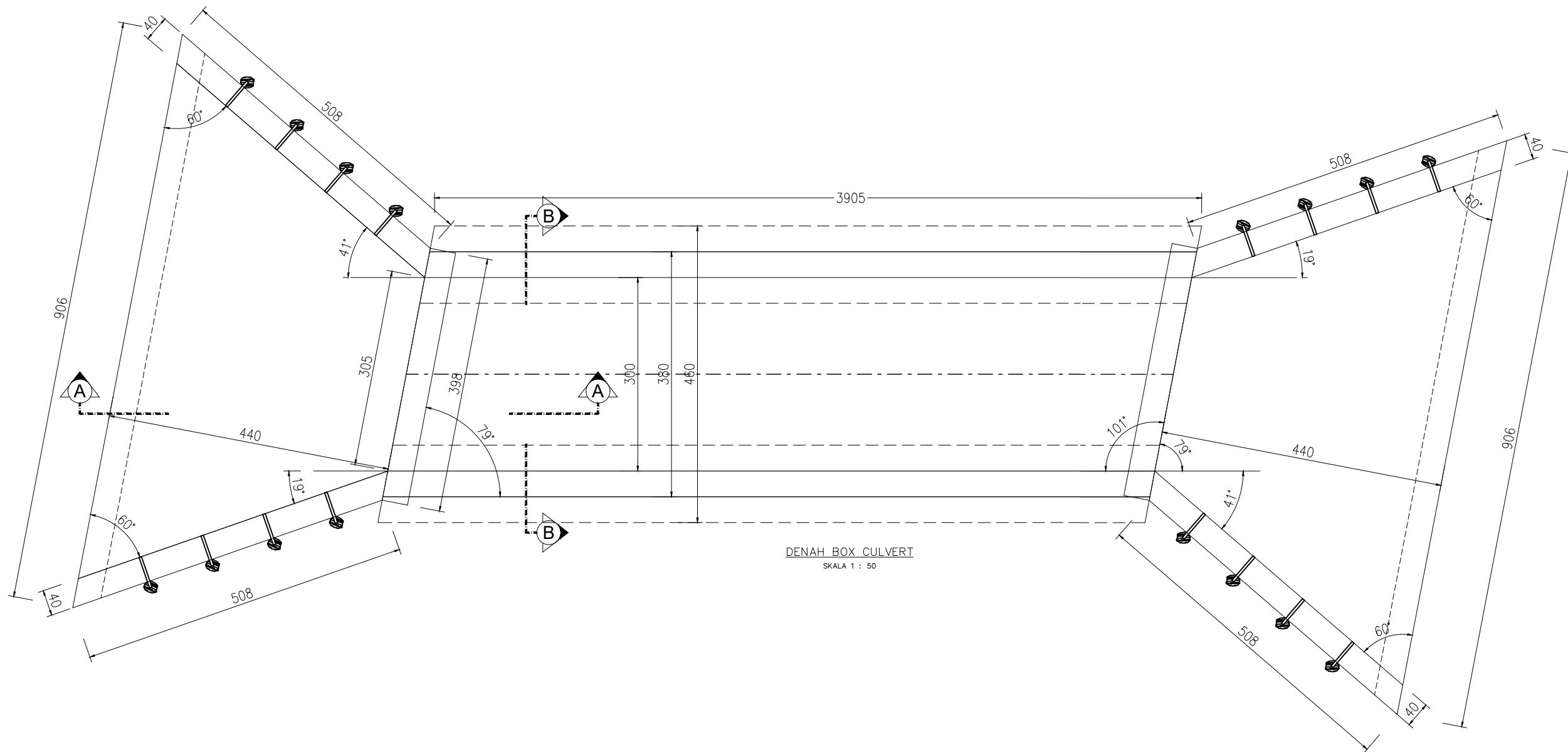
DENAH BOX CULVERT 1x3.0x3.0  
STA. 29+825.671

Catatan :

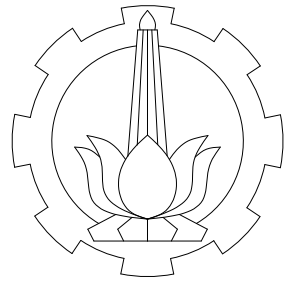
NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250



DENAH BOX CULVERT  
SKALA 1 : 50



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

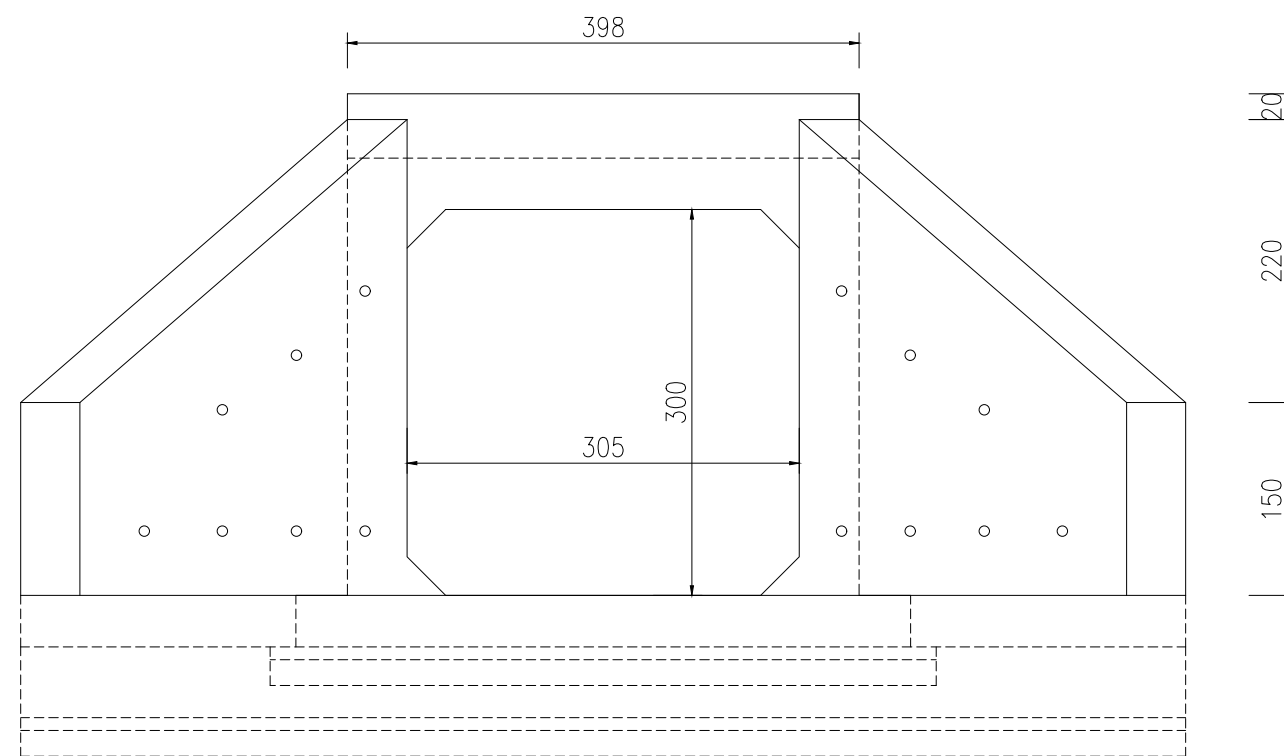
**POTONGAN DAN TAMPAK  
 BOX CULVERT 1x3.0x3.0  
 STA. 29+825.671**

Catatan :

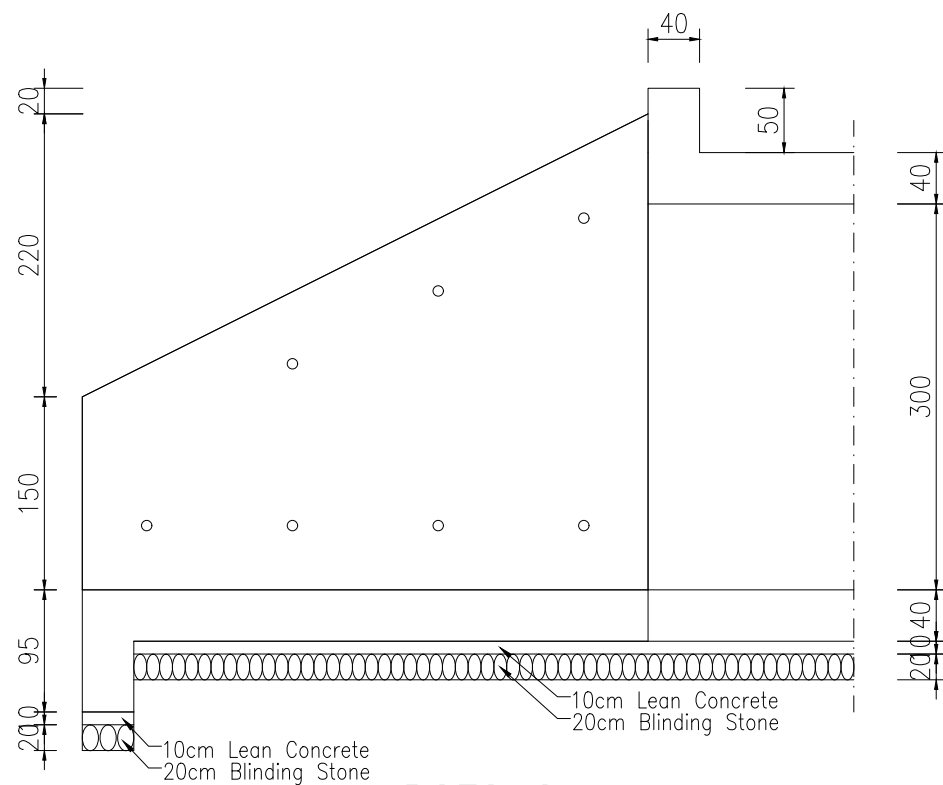
NO. GAMBAR :

Skala :

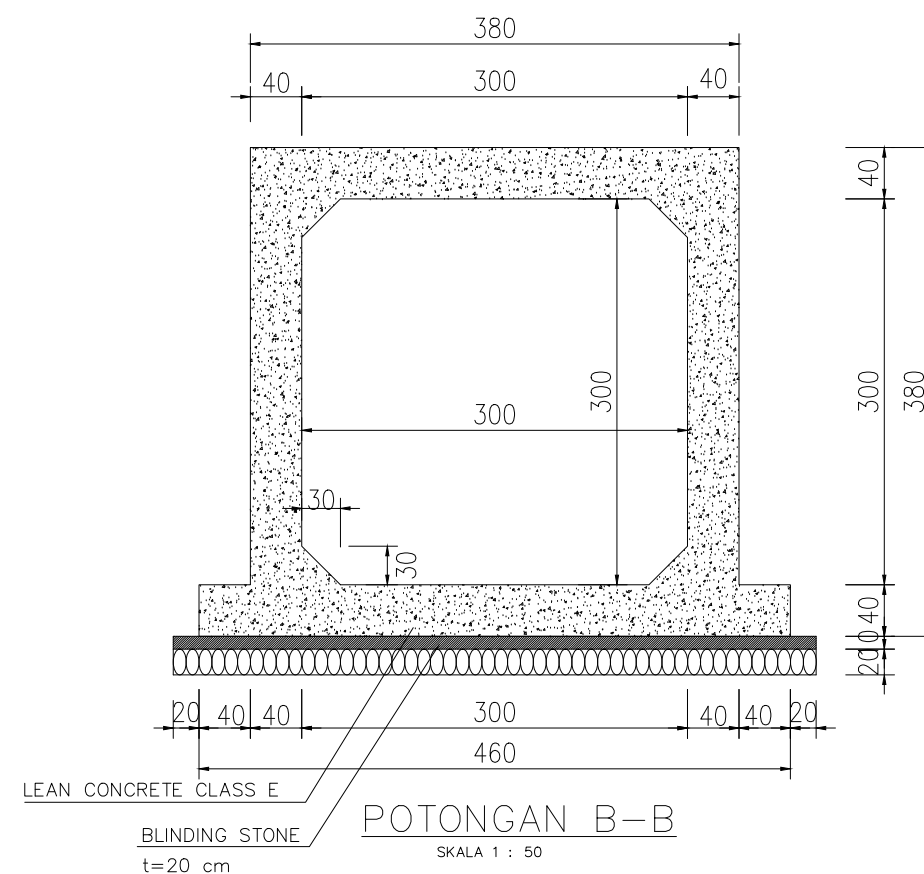
1 : 250



**TAMPAK DEPAN**  
 SKALA 1 : 50

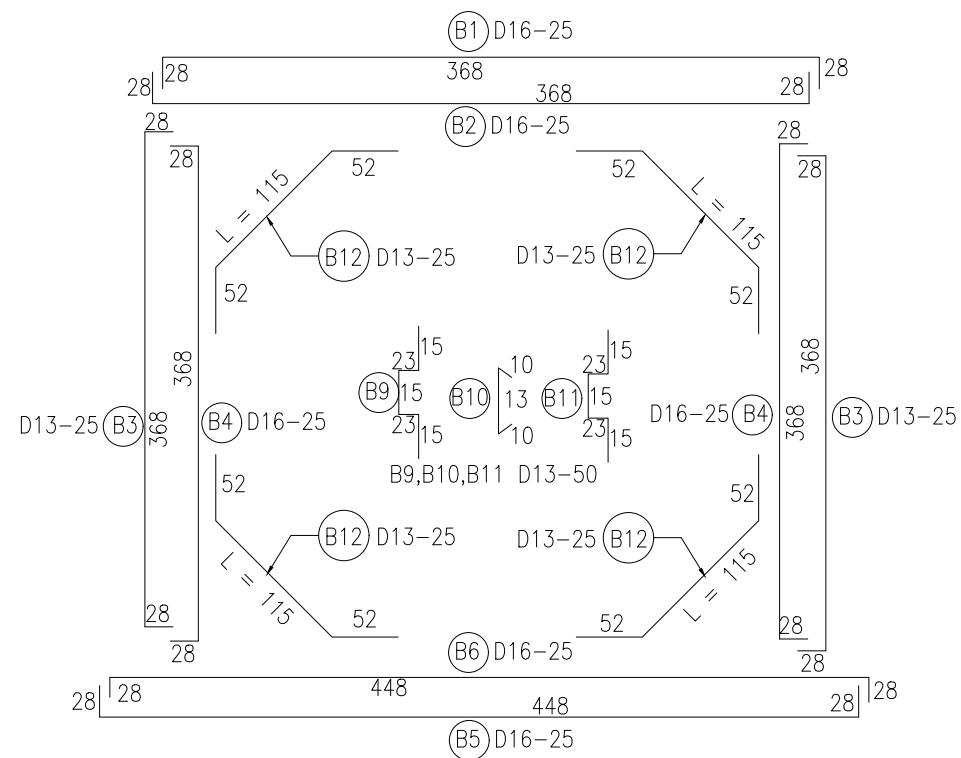


**POTONGAN A-A**  
 SKALA 1 : 50

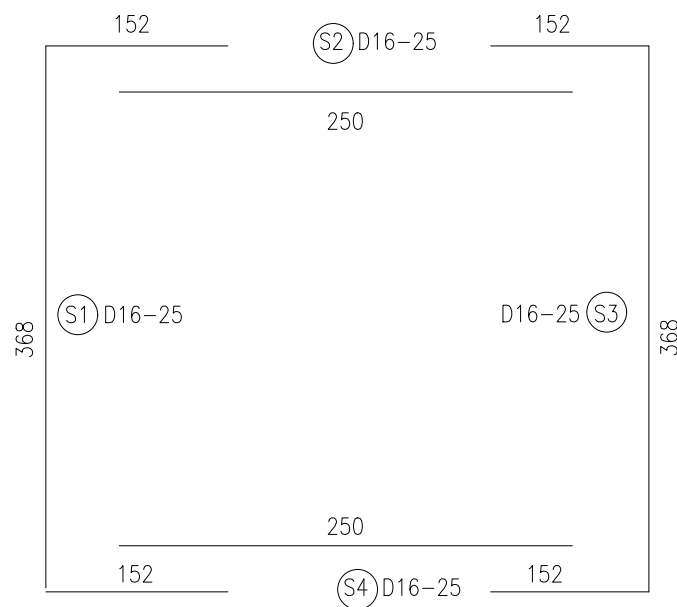


**POTONGAN B-B**  
 SKALA 1 : 50

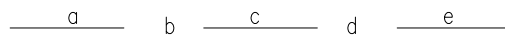
BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



TULANGAN POKOK



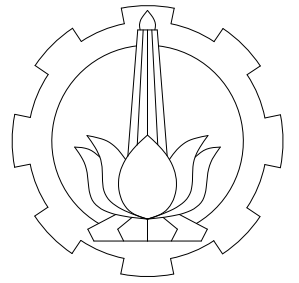
TULANGAN EXTRA



TULANGAN MEMANJANG

PENULANGAN BOX CULVERT 1x3.0x3.0

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 1x3.0x3.0</b>												
B1	D 16 -25	28	368	28			424	1.557	154	1016.66		
B1a	D 16 -25	28	375	28			431	1.557	8	53.69		
B2	D 16 -25	28	368	28			424	1.557	154	1016.66		
B2a	D 16 -25	28	375	28			431	1.557	8	53.69		
B3	D 13 -25	28	368	28			424	1.007	314	1340.68		
B4	D 16 -25	28	368	28			424	1.557	314	2072.93		
B5	D 16 -25	28	448	28			504	1.557	154	1208.48		
B5a	D 16 -25	28	456	28			512	1.557	8	63.77		
B6	D 16 -25	28	448	28			504	1.557	154	1208.48		
B6a	D 16 -25	28	456	28			512	1.557	8	63.77		
B7	D 13 -25	1200	1200	1200	449		4049	1.007	56	2283.31		
B8	D 13 -25	1200	1200	1200	449		4049	1.007	72	2935.69		
B9	D 13 -50	15	23	15	23	15	91	1.007	385	352.80		
B10	D 13 -50	10	13	10			33	1.007	770	255.88		
B11	D 13 -50	15	23	15	23	15	91	1.007	385	352.80		
B12	D 13 -25	52	115	52			219	1.007	628	1384.95		
S1	D 16 -25	152	368	152			672	1.557	153	1600.85		
S1a	D 16 -25	155	368	155			678	1.557	6	63.34		
S2	D 16 -25	250					250	1.557	153	595.55		
S2a	D 16 -25	255					255	1.557	6	23.82		
S3	D 16 -25	152	368	152			672	1.557	153	1600.85		
S3a	D 16 -25	155	368	155			678	1.557	6	63.34		
S4	D 16 -25	250					250	1.557	153	595.55		
S4a	D 16 -25	255					255	1.557	6	23.82		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>									<b>20231.35</b>	<b>Kg</b>		



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TABEL PEMBESIAN BADAN  
BOX CULVERT 1x3.0x3.0  
STA. 29+825.671

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

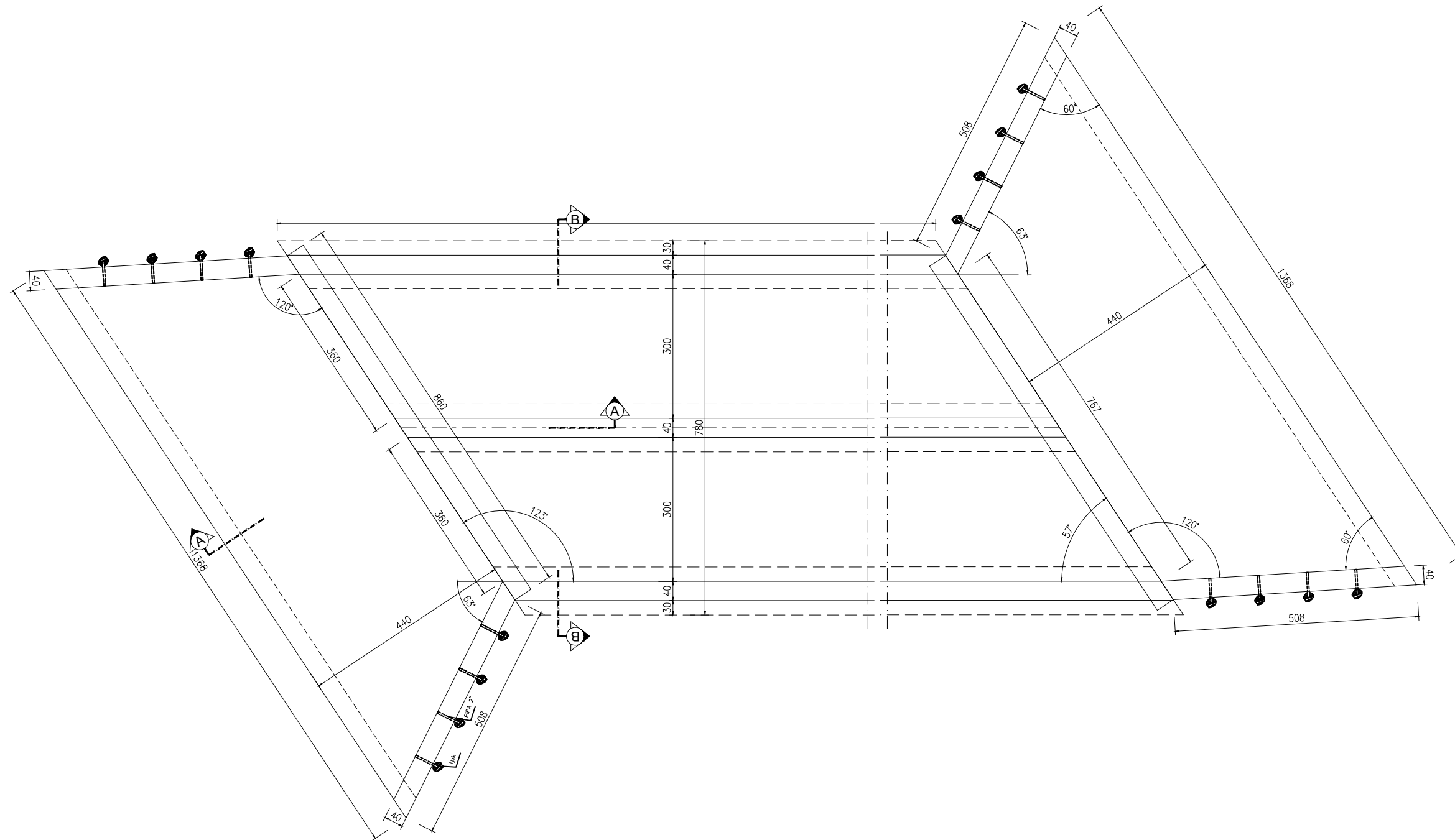
DENAH BOX CULVERT 2x3.0x3.0  
STA. 30+152.811

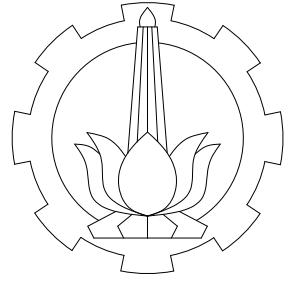
Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

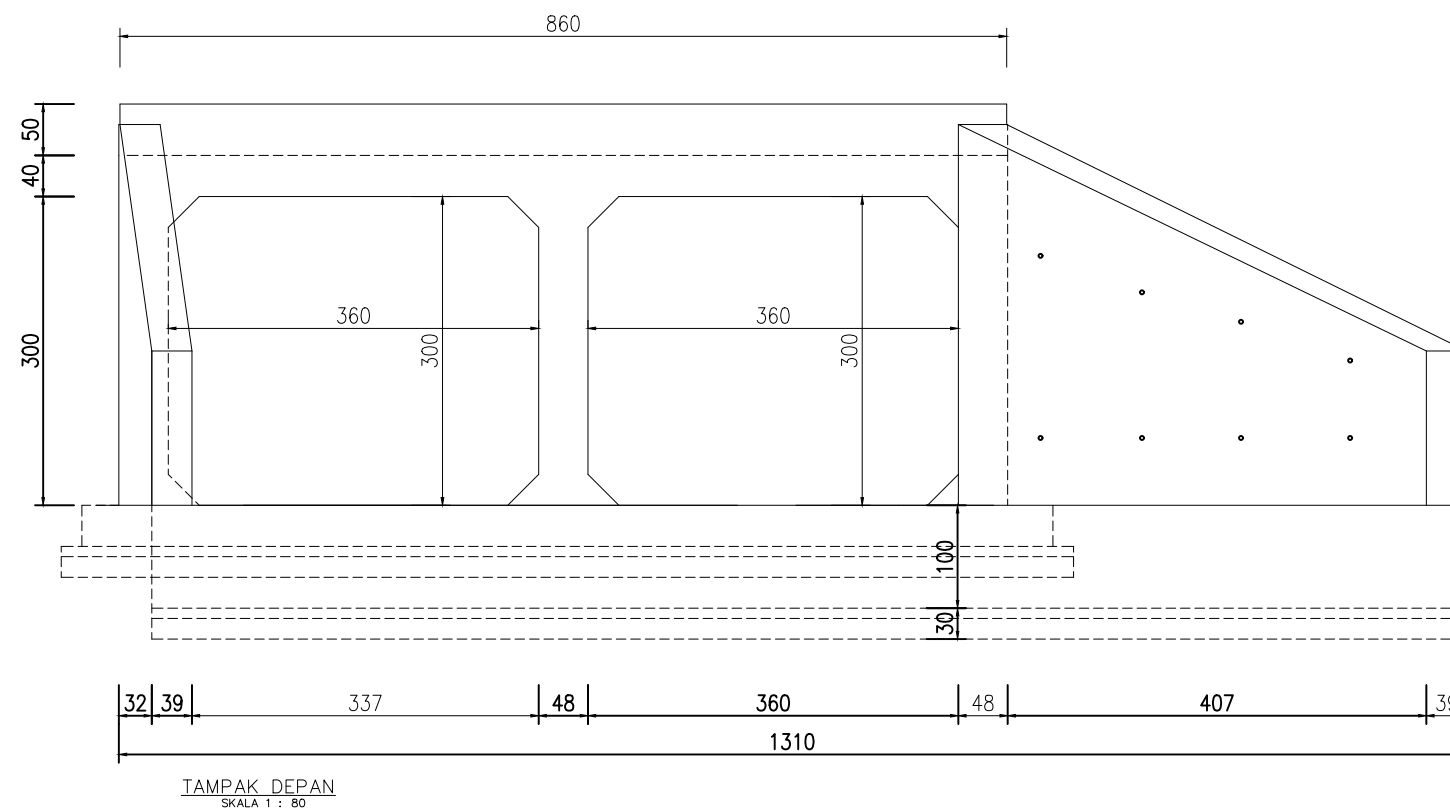
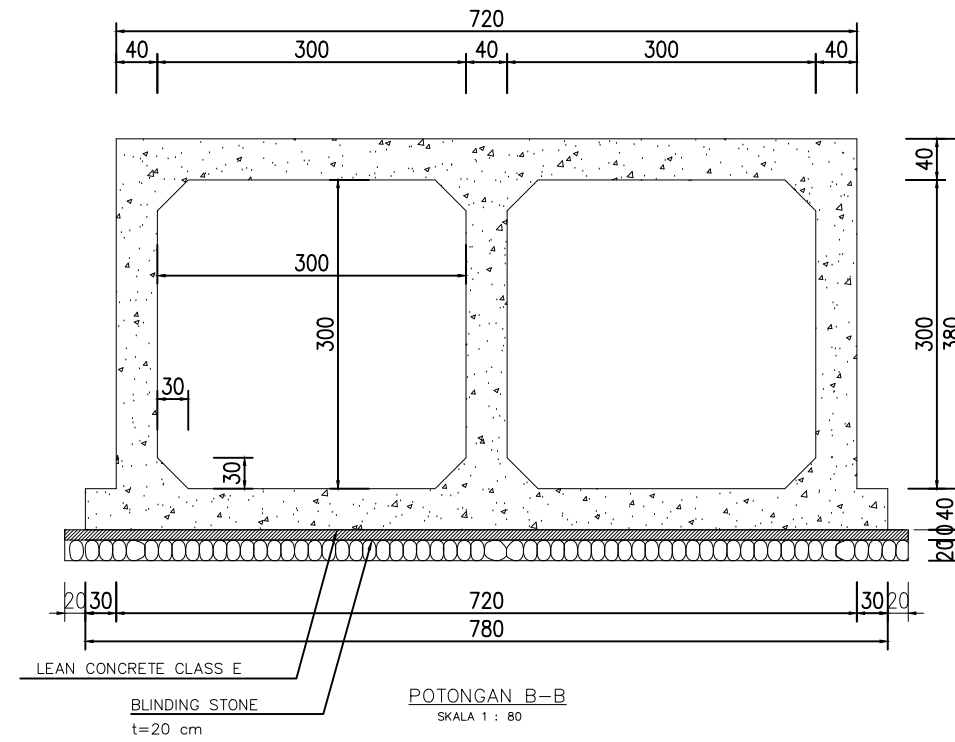
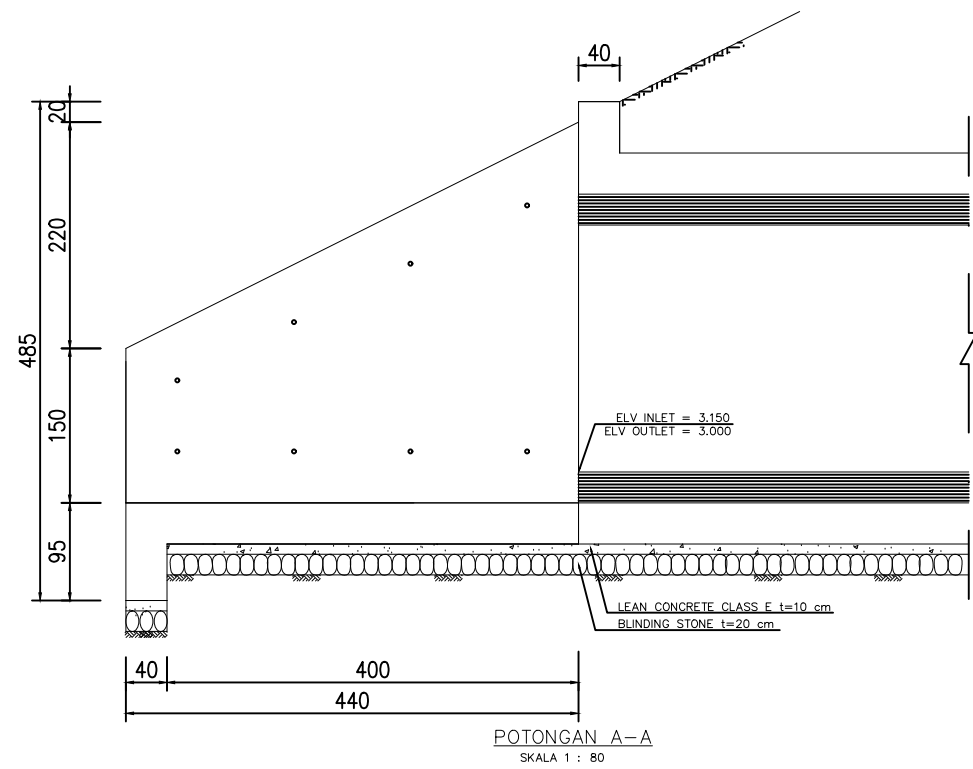
POTONGAN DAN TAMPAK  
 BOX CULVERT 2x3.0x3.0  
 STA. 30+152.811

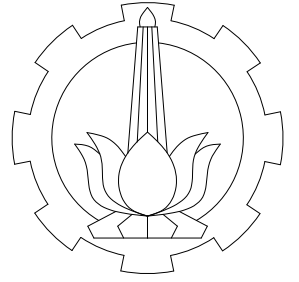
Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TABEL PENULANGAN  
BOX CULVERT 2x3.0x3.0  
STA. 30+152.811

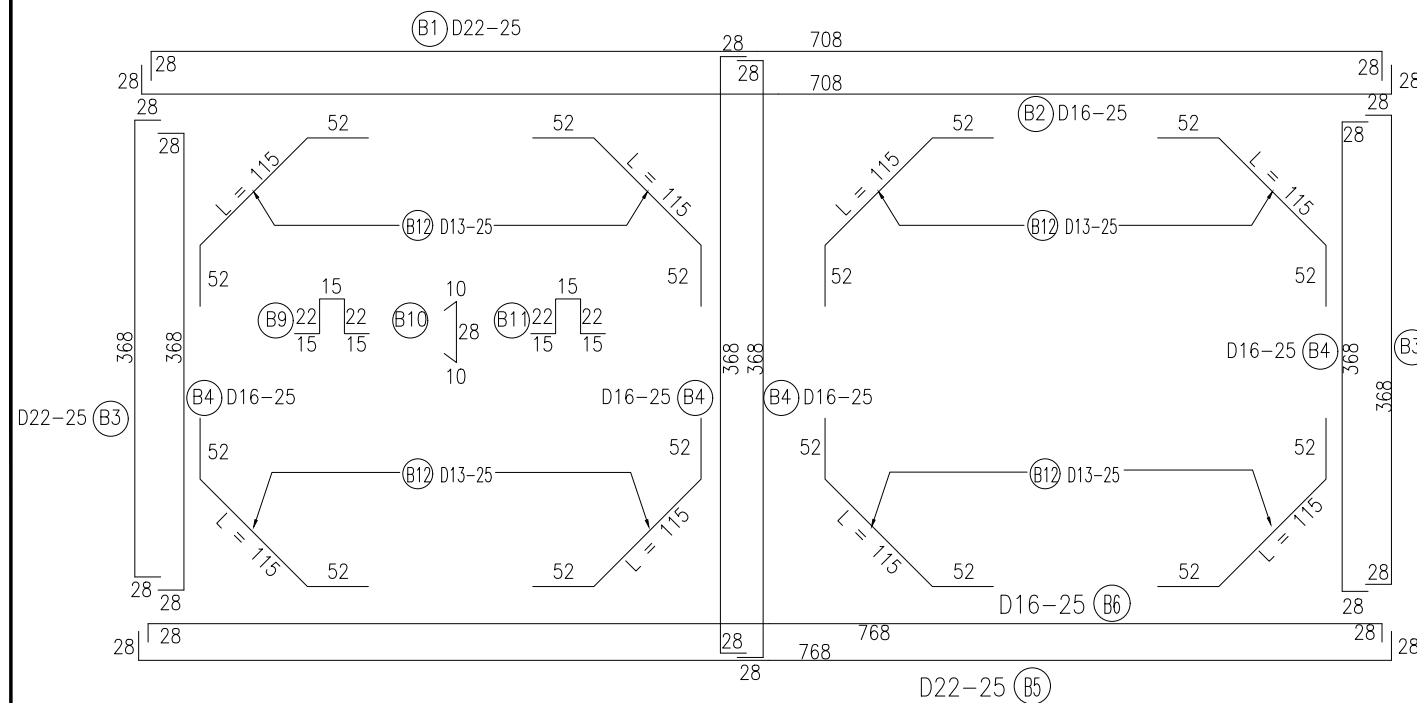
Catatan :

NO. GAMBAR :

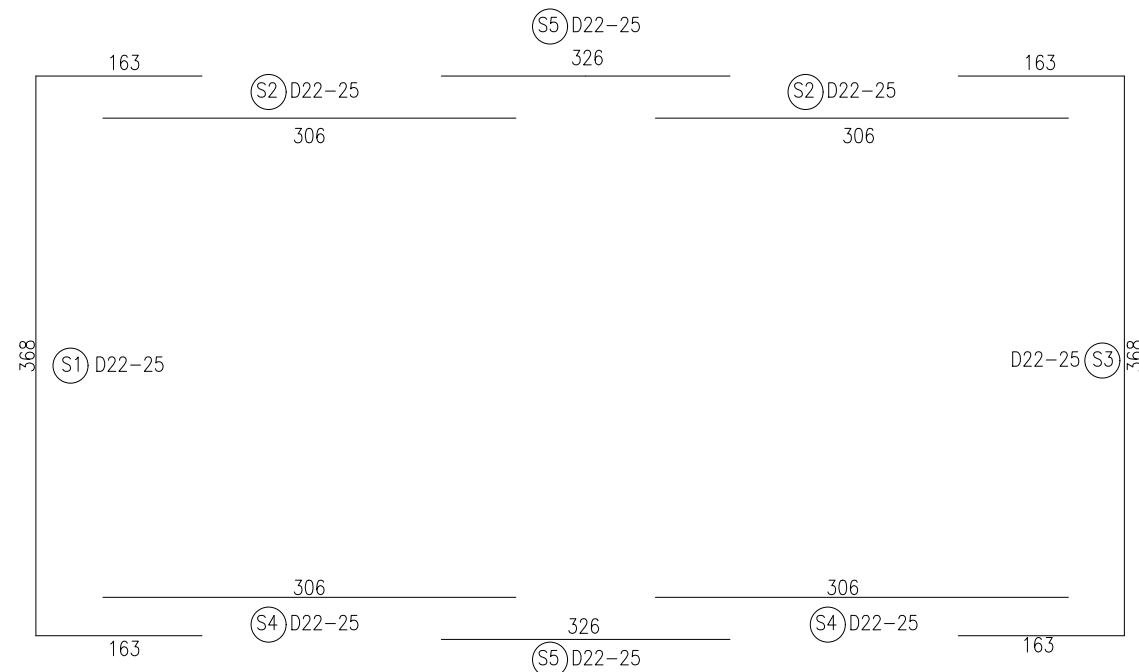
Skala :

1 : 250

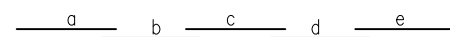
**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



**TULANGAN POKOK**



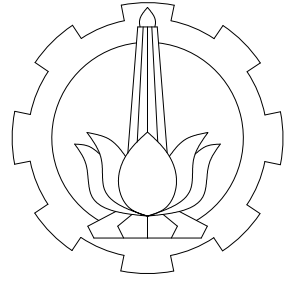
**TULANGAN EXTRA**



**TULANGAN MEMANJANG**

**PENULANGAN BOX CULVERT 2x3.0x3.0 STA. 0+895-KAWISREJO**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX CULVERT 2x3.0x3.0</b>												
B1	D 22	-25	28	708	28			764	2.935	161	3610.17	
B1a	D 22	-25	28	849	28			905	2.935	40	1062.47	
B2	D 16	-25	28	708	28			764	1.557	161	1915.17	
B2a	D 16	-25	28	849	28			905	1.557	40	563.63	
B3	D 22	-25	28	368	28			424	2.935	360	4479.98	
B4	D 16	-25	28	368	28			424	1.557	720	4753.21	
B5	D 22	-25	28	768	28			824	2.935	159	3845.32	
B5a	D 22	-25	28	921	28			977	2.935	42	1204.35	
B6	D 16	-25	28	768	28			824	1.557	159	2039.92	
B6a	D 16	-25	28	921	28			977	1.557	42	638.90	
B7	D 13	-25	1200	1200	1200	1015		4615	1.007	112	5204.98	
B8	D 13	-25	1200	1200	1200	1015		4615	1.007	102	4740.25	
B9	D 13	-50	15	23	15	23	15	91	1.007	880	806.41	
B10	D 13	-50	10	28	10			48	1.007	1320	638.04	
B11	D 13	-50	15	23	15	23	15	91	1.007	880	806.41	
B12	D 13	-25	52	115	52			219	1.007	1440	3175.68	
S1	D 22	-25	163	368	163			694	2.935	160	3259.02	
S1a	D 22	-25	195	368	195			758	2.935	38	845.40	
S2	D 22	-25	326					326	2.935	320	3061.79	
S2a	D 22	-25	367					367	2.935	76	818.63	
S3	D 22	-25	163	368	163			694	2.935	160	3259.02	
S3a	D 22	-25	195	368	195			758	2.935	38	845.40	
S4	D 22	-25	306					306	2.935	316	2838.03	
S4a	D 22	-25	367					367	2.935	82	883.26	
S5	D 22	-25	306					306	2.935	316	2838.03	
S5a	D 22	-25	367					367	2.935	82	883.26	
<b>TOTAL BERAT BESI</b>									<b>59016.72</b>		<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

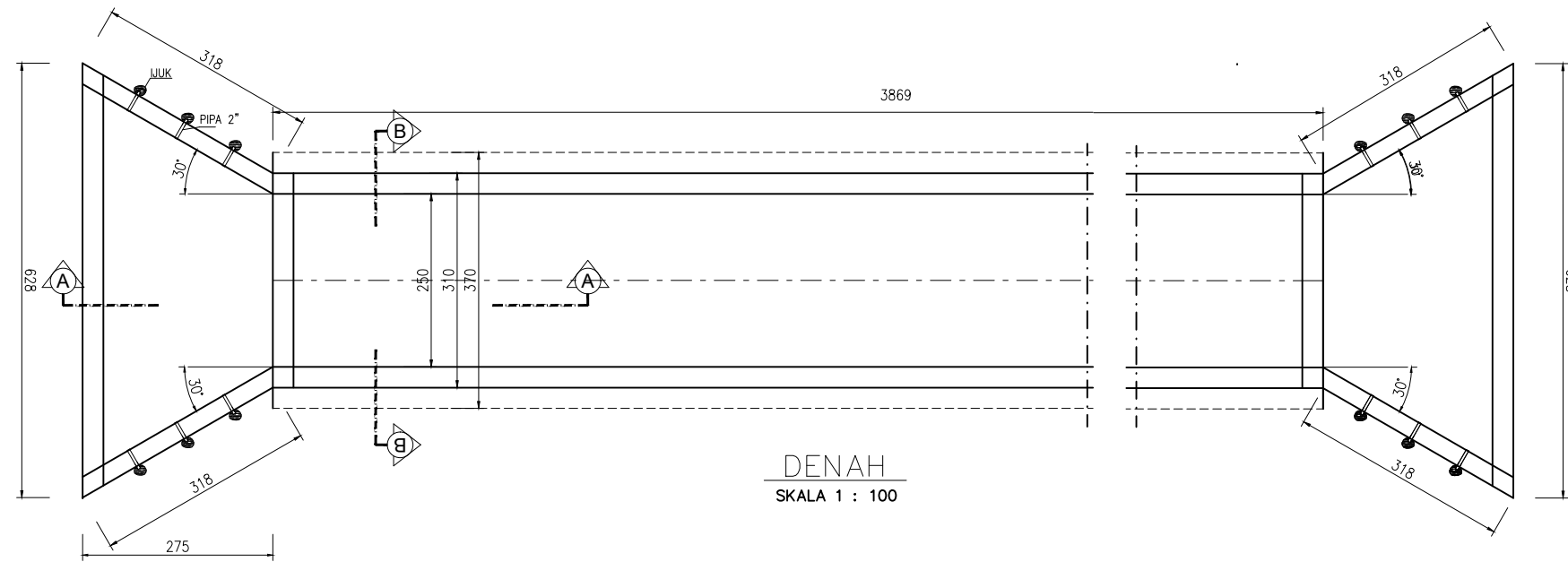
DENAH DAN POTONGAN  
BOX TUNNEL 1x2.5x2.5  
STA. 25+463.768

Catatan :

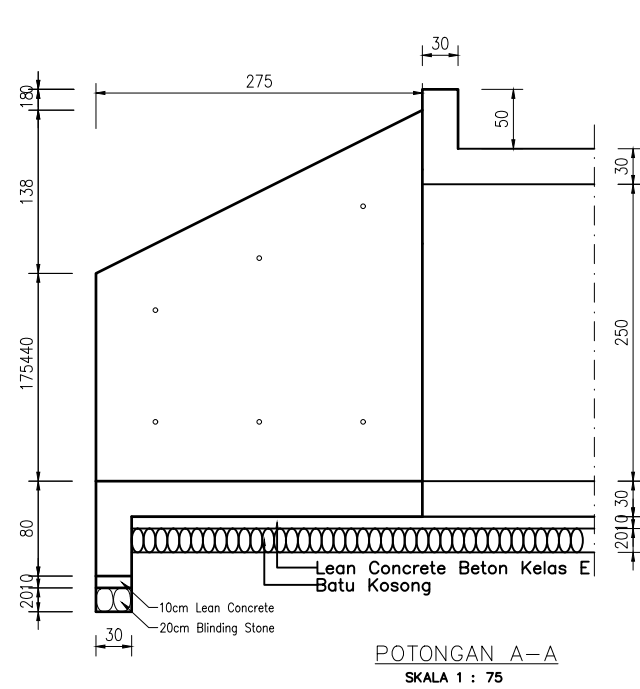
NO. GAMBAR :

Skala :

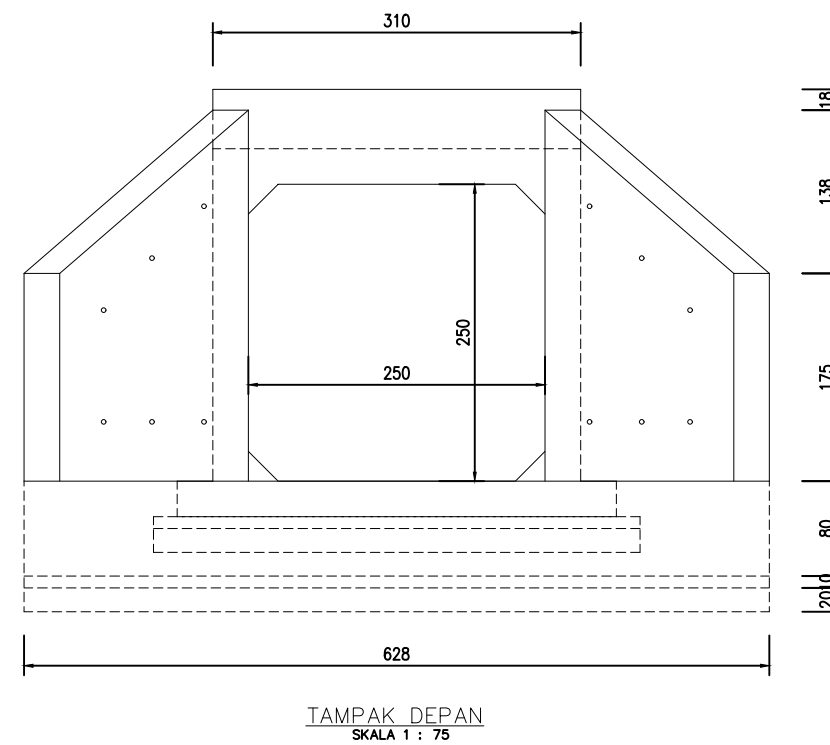
1 : 250



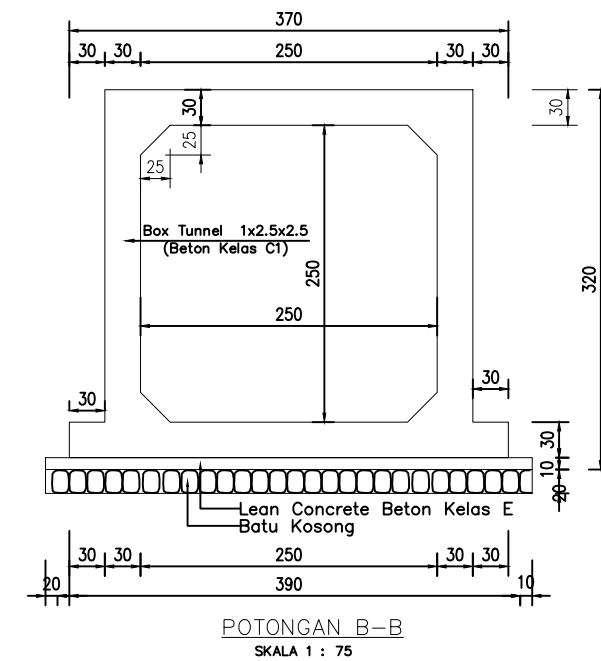
DENAH  
SKALA 1 : 100



POTONGAN A-A  
SKALA 1 : 75



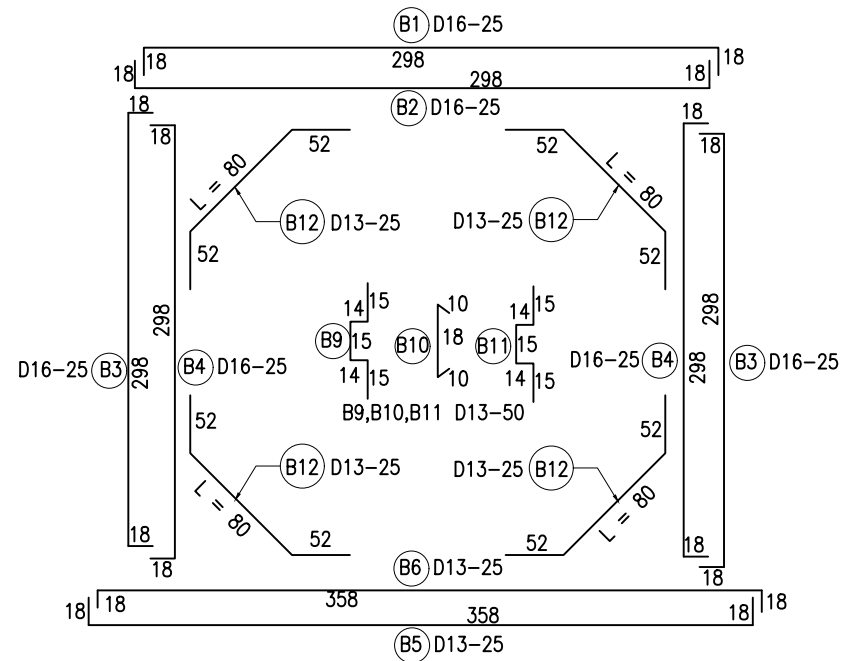
TAMPAK DEPAN  
SKALA 1 : 75



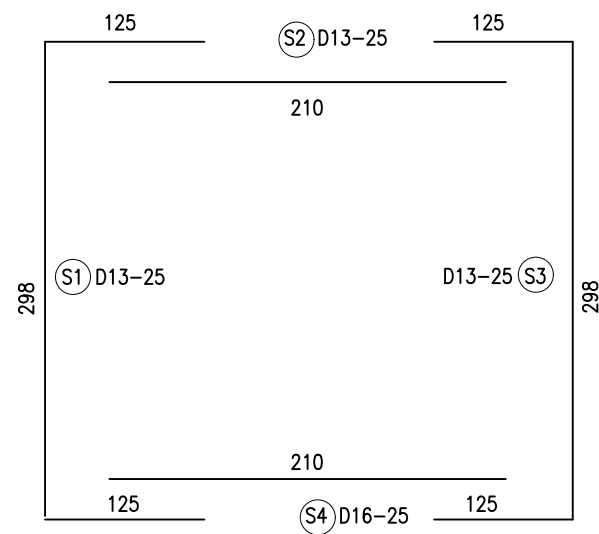
POTONGAN B-B  
SKALA 1 : 75



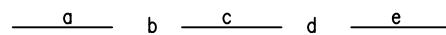
BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



TULANGAN POKOK



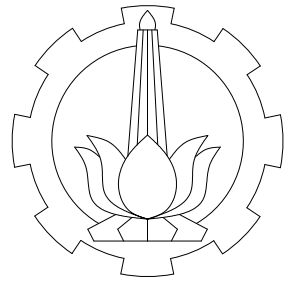
TULANGAN EXTRA



TULANGAN MEMANJANG

PENULANGAN BOX TUNNEL 1x2.5x2.5

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX TUNNEL 1x2.5x2.5</b>												
B1	<b>D 16 -25</b>	18	298	18			334	1.557	156	811.26		
B2	<b>D 16 -25</b>	18	298	18			334	1.557	156	811.26		
B3	<b>D 16 -25</b>	18	298	18			334	1.557	312	1622.52		
B4	<b>D 16 -25</b>	18	298	18			334	1.557	312	1622.52		
B5	<b>D 13 -25</b>	18	358	18			394	1.007	156	618.94		
B6	<b>D 13 -25</b>	18	358	18			394	1.007	156	618.94		
B7	<b>D 13 -25</b>	1200	1200	1200	413		4013	1.007	48	1939.72		
B8	<b>D 13 -25</b>	1200	1200	1200	413		4013	1.007	64	2586.30		
B9	<b>D 13 -50</b>	15	14	15	14	15	73	1.007	304	223.47		
B10	<b>D 13 -50</b>	10	18	10			38	1.007	608	232.66		
B11	<b>D 13 -50</b>	15	14	15	14	15	73	1.007	304	223.47		
B12	<b>D 13 -25</b>	52	80	52			184	1.007	624	1156.20		
S1	<b>D 13 -25</b>	125	298	125			548	1.007	155	855.35		
S2	<b>D 13 -25</b>	210					210	1.007	155	327.78		
S3	<b>D 13 -25</b>	125	298	125			548	1.007	155	855.35		
S4	<b>D 16 -25</b>	210					210	1.557	155	506.80		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>15012.54</b>	Kg	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

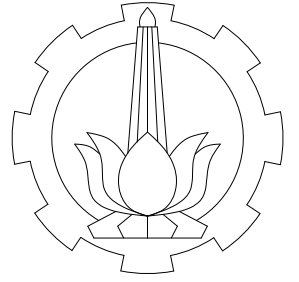
TABEL PEMBESIAN BADAN  
BOX TUNNEL 1x2.5x2.5  
STA. 25+463.768

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

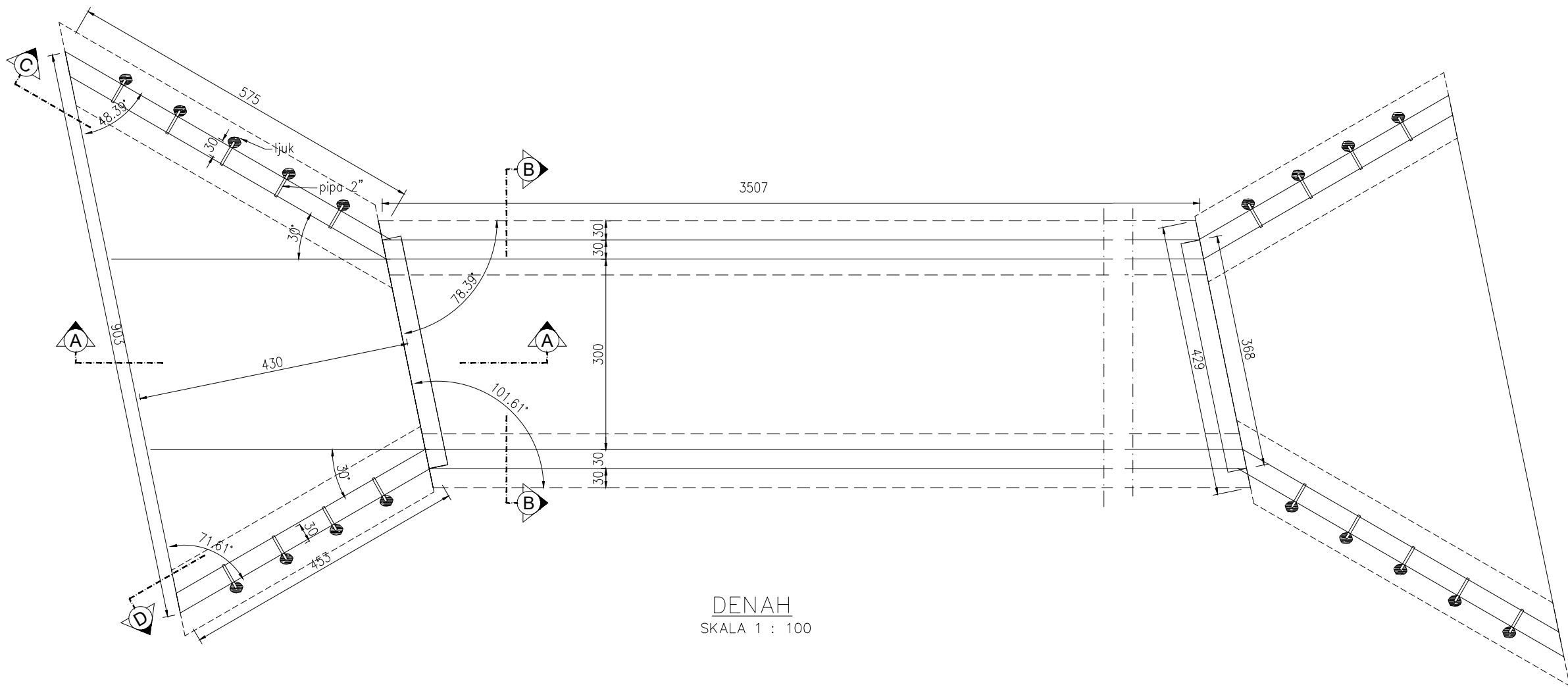
**DENAH  
 UNDERPASS BOX PEDESTRIAN  
 BOX TUNNEL 3.00x2.50  
 STA. 26+709.670**

Catatan :

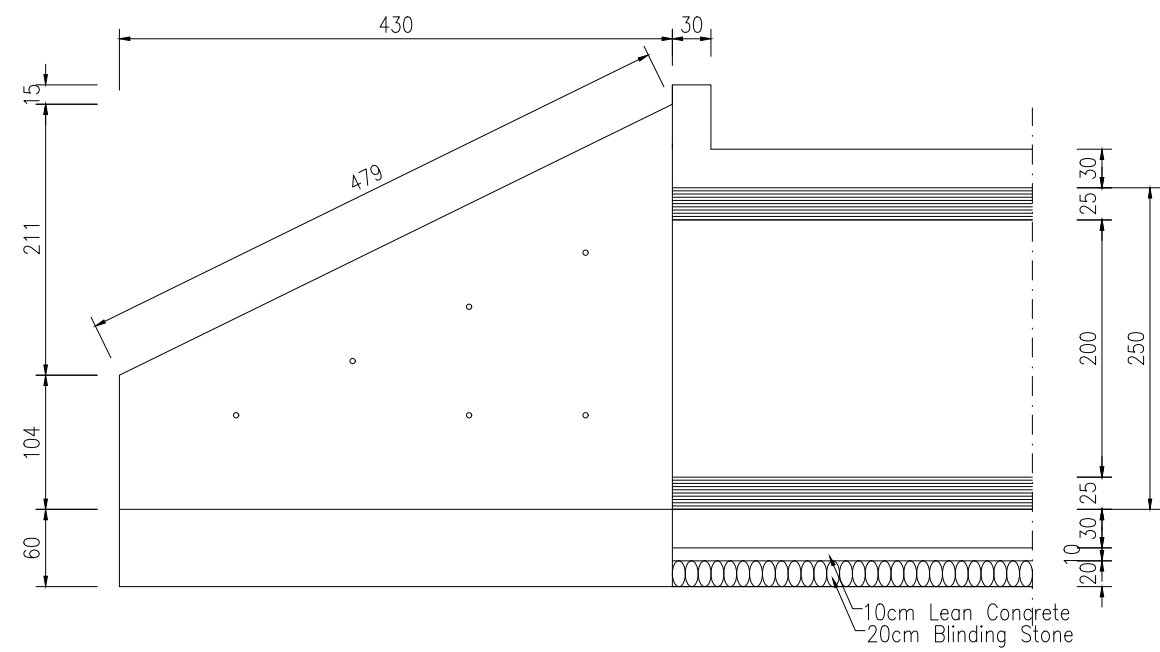
NO. GAMBAR :

Skala :

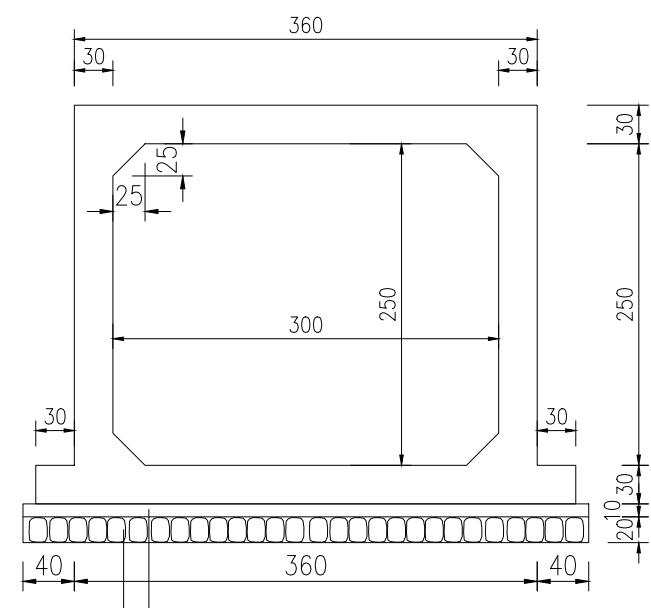
1 : 250



**DENAH**  
 SKALA 1 : 100



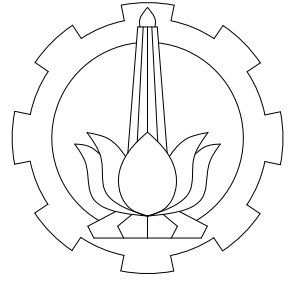
**POTONGAN A-A**



**POTONGAN B-B**

10cm Lean Concrete  
 20cm Blinding Stone

LEAN CONCRETE CLASS E T=10cm  
 BLINDING STONE t=20 cm



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

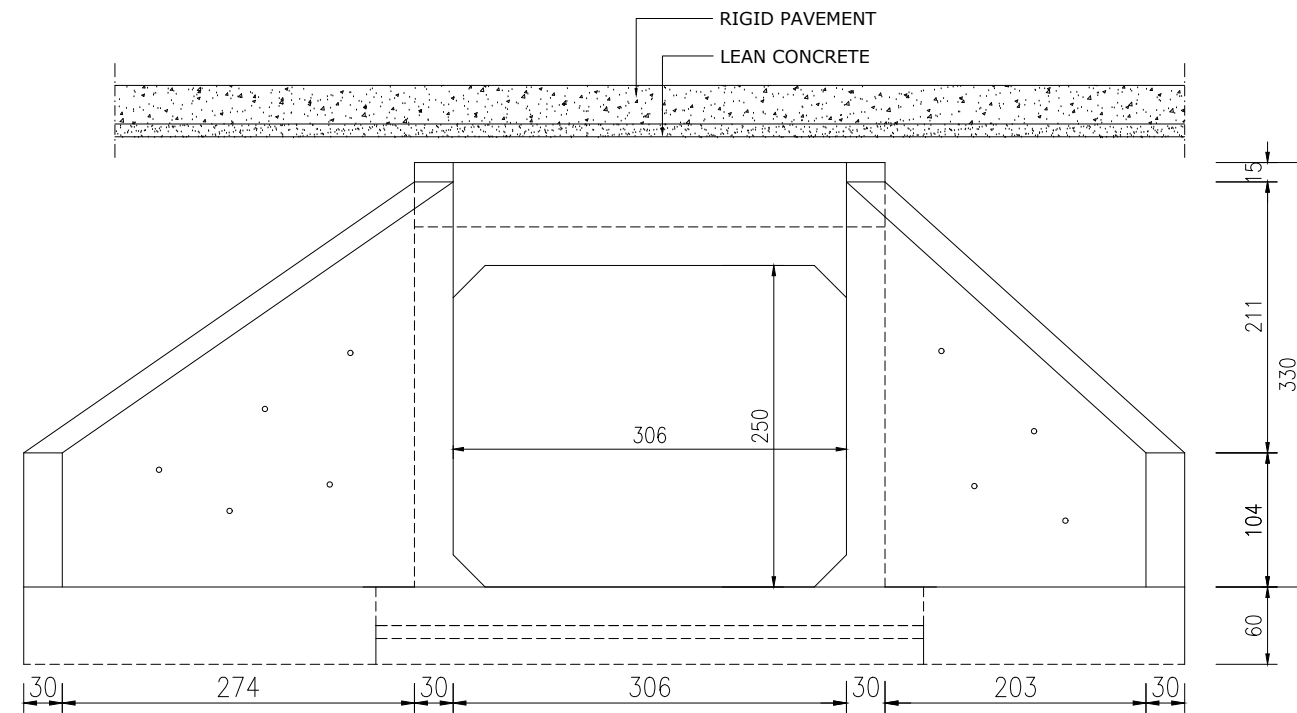
TAMPAK DAN POTONGAN  
 UNDERPASS BOX PEDESTRIAN  
 BOX TUNNEL 3.00x2.50  
 STA. 26+709.670

Catatan :

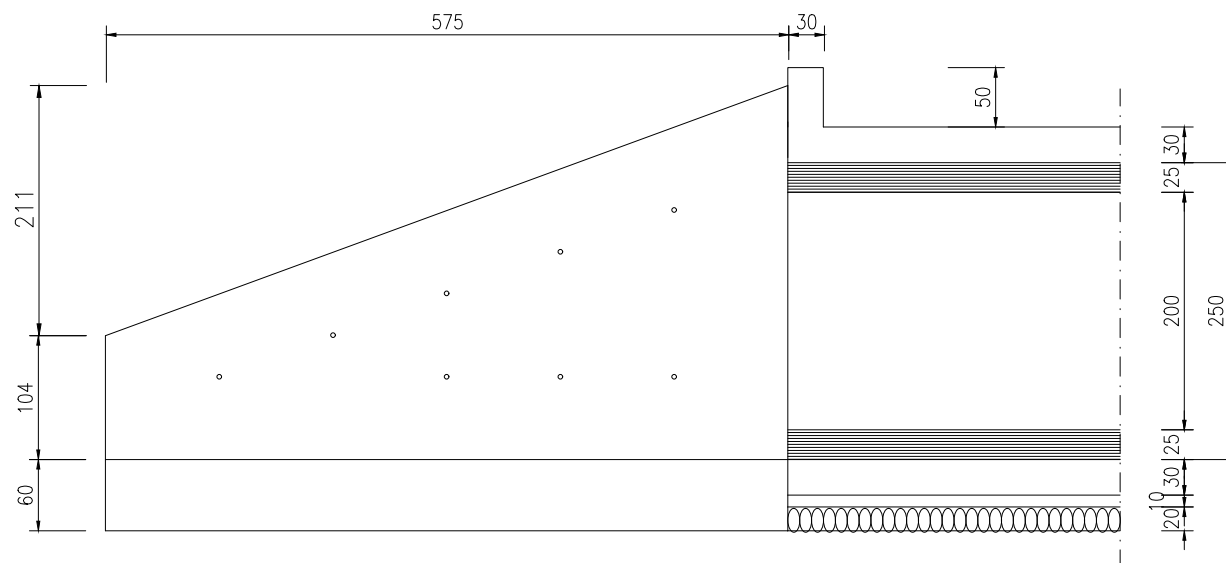
NO. GAMBAR :

Skala :

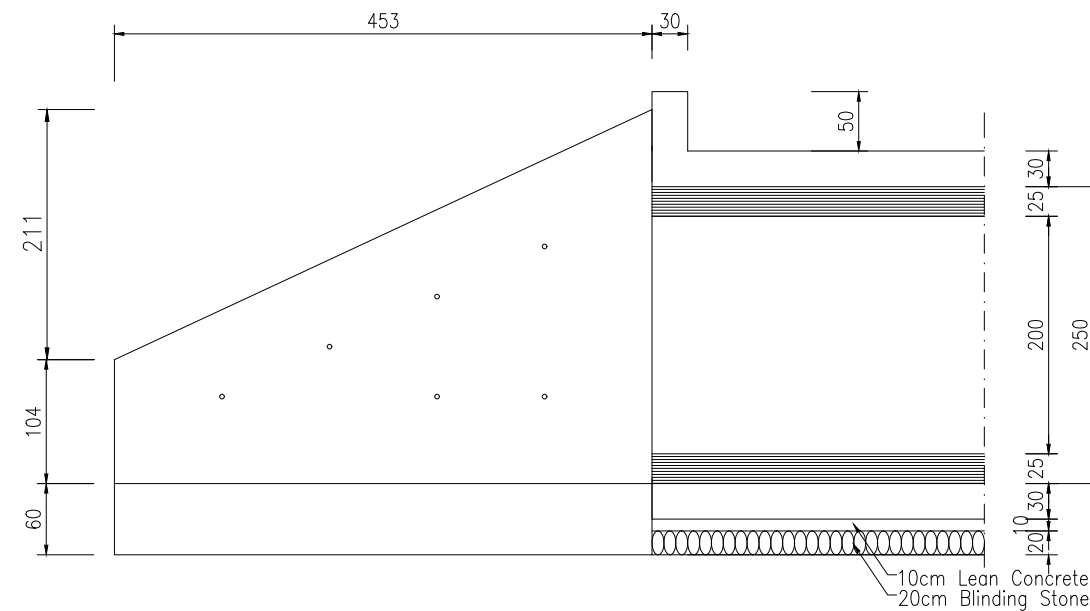
1 : 250



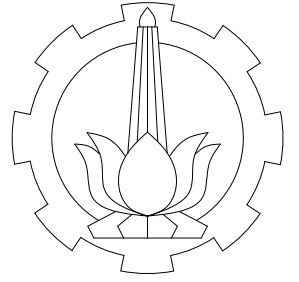
TAMPAK DEPAN



POTONGAN C



POTONGAN D



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

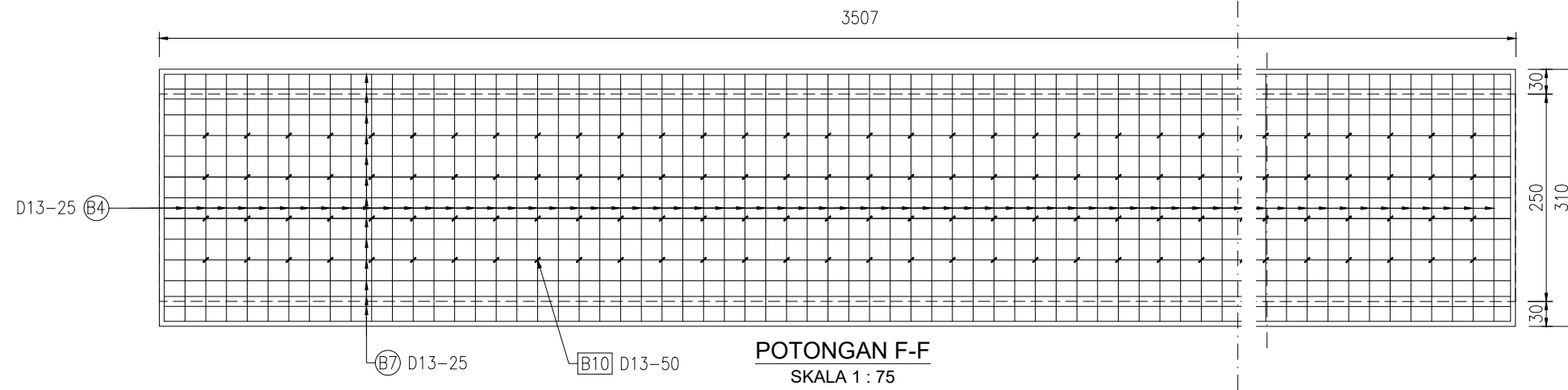
TABEL PEMBESIAN  
UNDERPASS BOX PEDESTRIAN  
BOX TUNNEL 3.00x2.50  
STA. 26+709.670

Catatan :

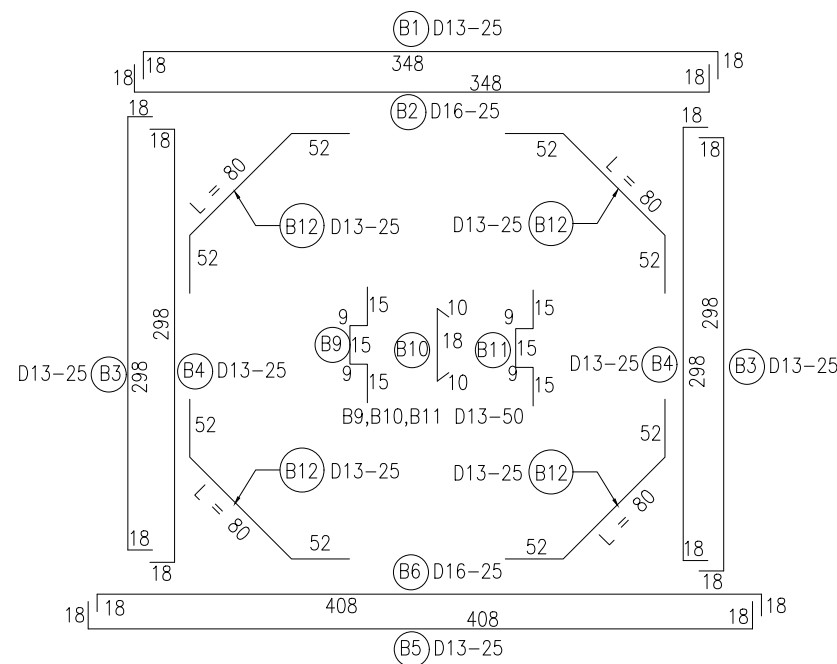
NO. GAMBAR :

Skala :

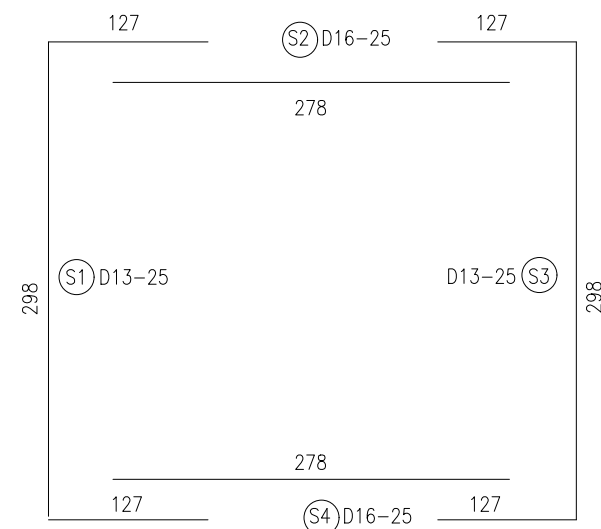
1 : 250



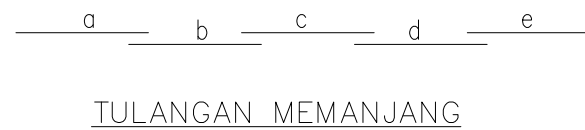
**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



**TULANGAN POKOK**



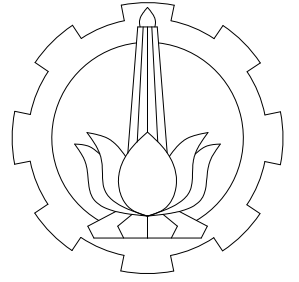
**TULANGAN EXTRA**



**TULANGAN MEMANJANG**

**PENULANGAN TUNNEL 1x3.0x2.5 STA. 26+709**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX TUNNEL 1x3.0x2.5</b>												
B1	D 13	-25	18	348	18			384	1.04	138	551.12	
B1'	D 13	-25	18	355	18			391	1.04	8	32.53	
B2	D 16	-25	18	348	18			384	1.58	138	837.27	
B2'	D 16	-25	18	355	18			391	1.58	8	49.42	
B3	D 13	-25	18	298	18			334	1.04	282	979.56	
B4	D 13	-25	18	298	18			334	1.04	282	979.56	
B5	D 13	-25	18	408	18			444	1.04	141	651.08	
B5'	D 13	-25	18	417	18			453	1.04	8	37.69	
B6	D 16	-25	18	408	18			444	1.58	141	989.14	
B6'	D 16	-25	18	417	18			453	1.58	8	57.26	
B7	D 13	-25	1200	1200	1199			3599	1.04	52	1946.34	
B8	D 13	-25	1200	1200	1199			3599	1.04	68	2545.21	
B9	D 13	-50	15	9	15	9	15	63	1.04	345	226.04	
B10	D 13	-50	10	18	10			38	1.04	690	272.69	
B11	D 13	-50	15	9	15	9	15	63	1.04	345	226.04	
B12	D 13	-25	52	80	52			184	1.04	564	1079.27	
S1	D 13	-25	127	298	127			552	1.04	137	786.49	
S1'	D 13	-25	130	298	130			558	1.04	6	34.82	
S2	D 16	-25	278					278	1.58	137	601.76	
S2'	D 16	-25	284					284	1.58	6	26.92	
S3	D 13	-25	127	298	127			552	1.04	137	786.49	
S3'	D 13	-25	130	298	130			558	1.04	6	34.82	
S4	D 16	-25	278					278	1.58	137	601.76	
S4'	D 16	-25	284					284	1.58	6	26.92	
<b>TOTAL BERAT BESI</b>									<b>14360.21</b>		<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

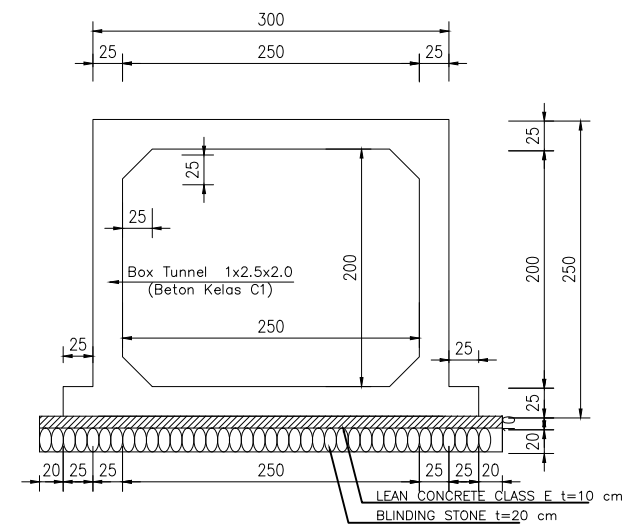
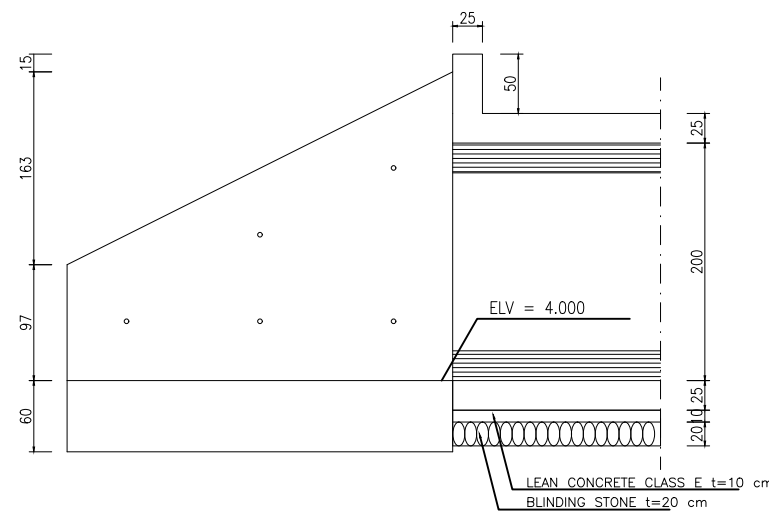
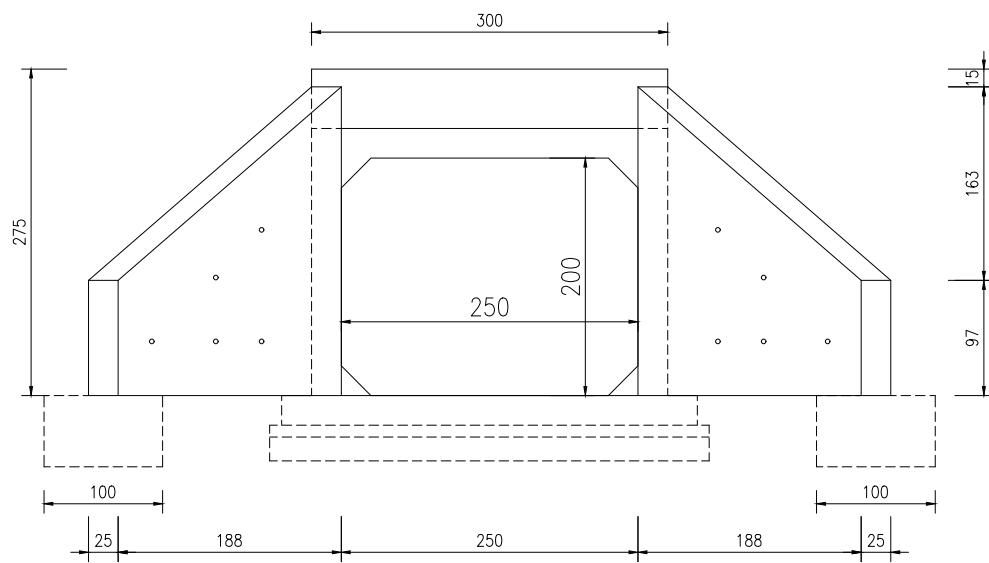
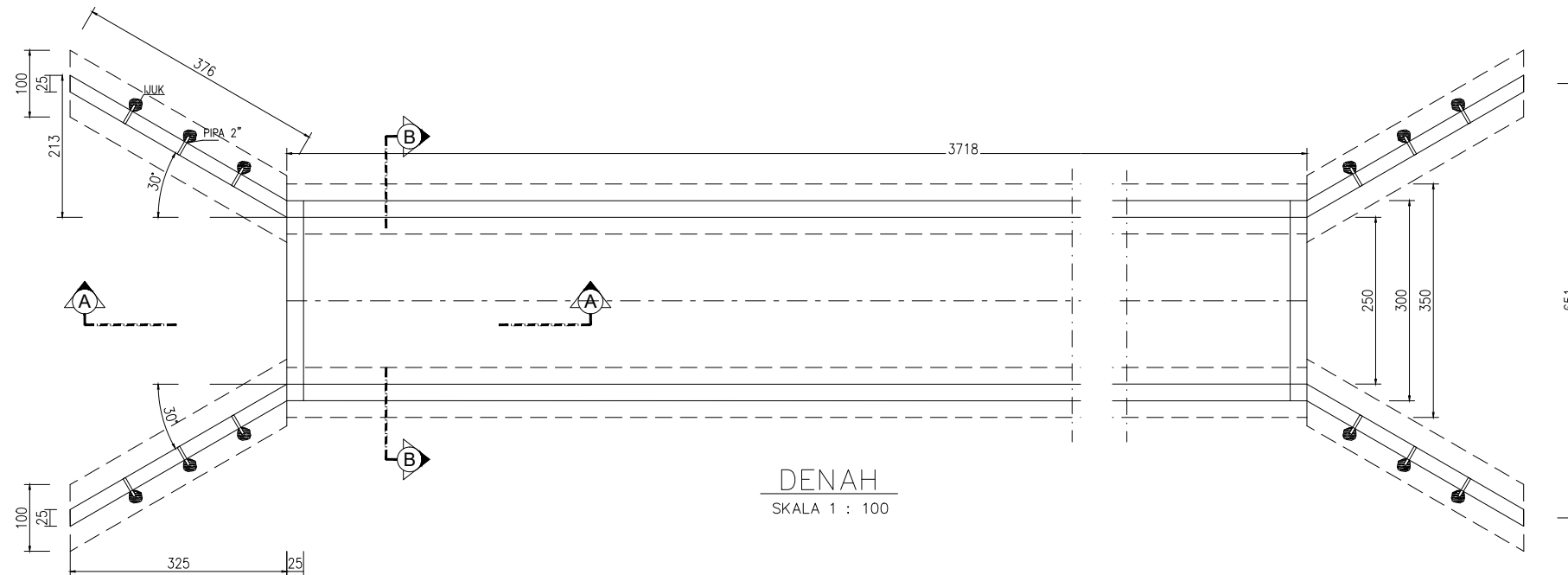
**DENAH DAN POTONGAN  
 BOX TUNNEL PEDESTRIAN  
 2.50x2.00  
 STA. 30+036.109**

Catatan :

NO. GAMBAR :

Skala :

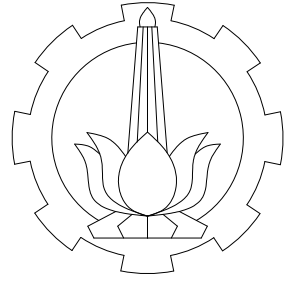
1 : 250



TAMPAK DEPAN  
 SKALA 1 : 75

POTONGAN A-A  
 SKALA 1 : 75

POTONGAN B-B  
 SKALA 1 : 75



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TABEL PEMBESIAN  
BOX TUNNEL PEDESTRIAN  
2.50x2.00  
STA. 30+036.109

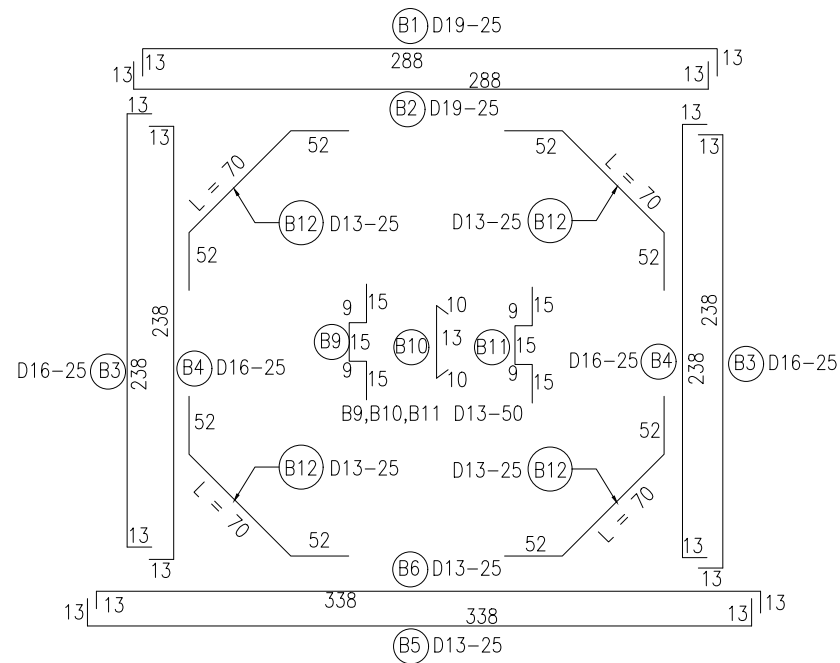
Catatan :

NO. GAMBAR :

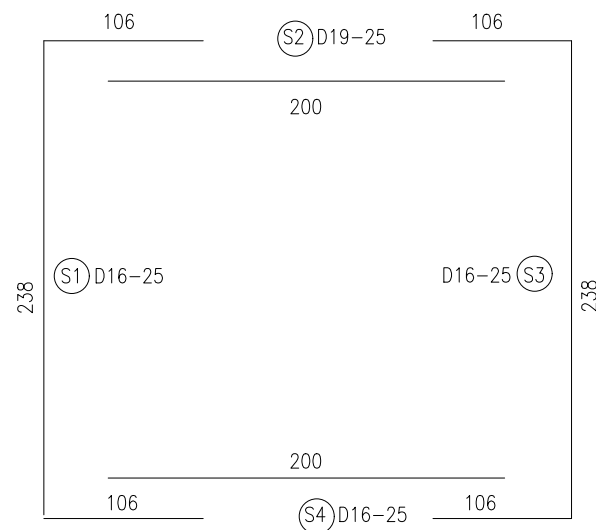
Skala :

1 : 250

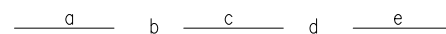
BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING



TULANGAN POKOK



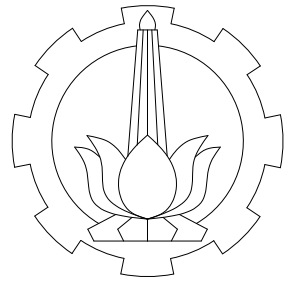
TULANGAN EXTRA



TULANGAN MEMANJANG

**PENULANGAN BOX TUNNEL 1x2.5x2.0**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX TUNNEL 1x2.5x2.0</b>												
B1	<b>D 19</b> -25	13	288	13			314	2.184	149	1021.81		
B2	<b>D 19</b> -25	13	288	13			314	2.184	149	1021.81		
B3	<b>D 16</b> -25	13	238	13			264	1.557	298	1224.92		
B4	<b>D 16</b> -25	13	238	13			264	1.557	298	1224.92		
B5	<b>D 13</b> -25	13	338	13			364	1.007	149	546.16		
B6	<b>D 13</b> -25	13	338	13			364	1.007	149	546.16		
B7	<b>D 13</b> -25	1200	1200	1200	262		3862	1.007	44	1711.17		
B8	<b>D 13</b> -25	1200	1200	1200	262		3862	1.007	60	2333.42		
B9	<b>D 13</b> -50	15	9	15	9	15	63	1.007	292	185.25		
B10	<b>D 13</b> -50	10	13	10			33	1.007	584	194.07		
B11	<b>D 13</b> -50	15	9	15	9	15	63	1.007	292	185.25		
B12	<b>D 13</b> -25	52	70	52			174	1.007	596	1044.30		
S1	<b>D 16</b> -25	106	238	106			450	1.557	148	1036.96		
S2	<b>D 19</b> -25	200					200	2.184	148	646.46		
S3	<b>D 16</b> -25	106	238	106			450	1.557	148	1036.96		
S4	<b>D 16</b> -25	200					200	1.557	148	460.87		
<b>TOTAL BERAT BESI</b>										<b>14420.49</b>	<b>Kg</b>	



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 FAKULTAS VOKASI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
 PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL-PASURUAN 3B  
 STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
 10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
 GEMPOL - PASURUAN  
 SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

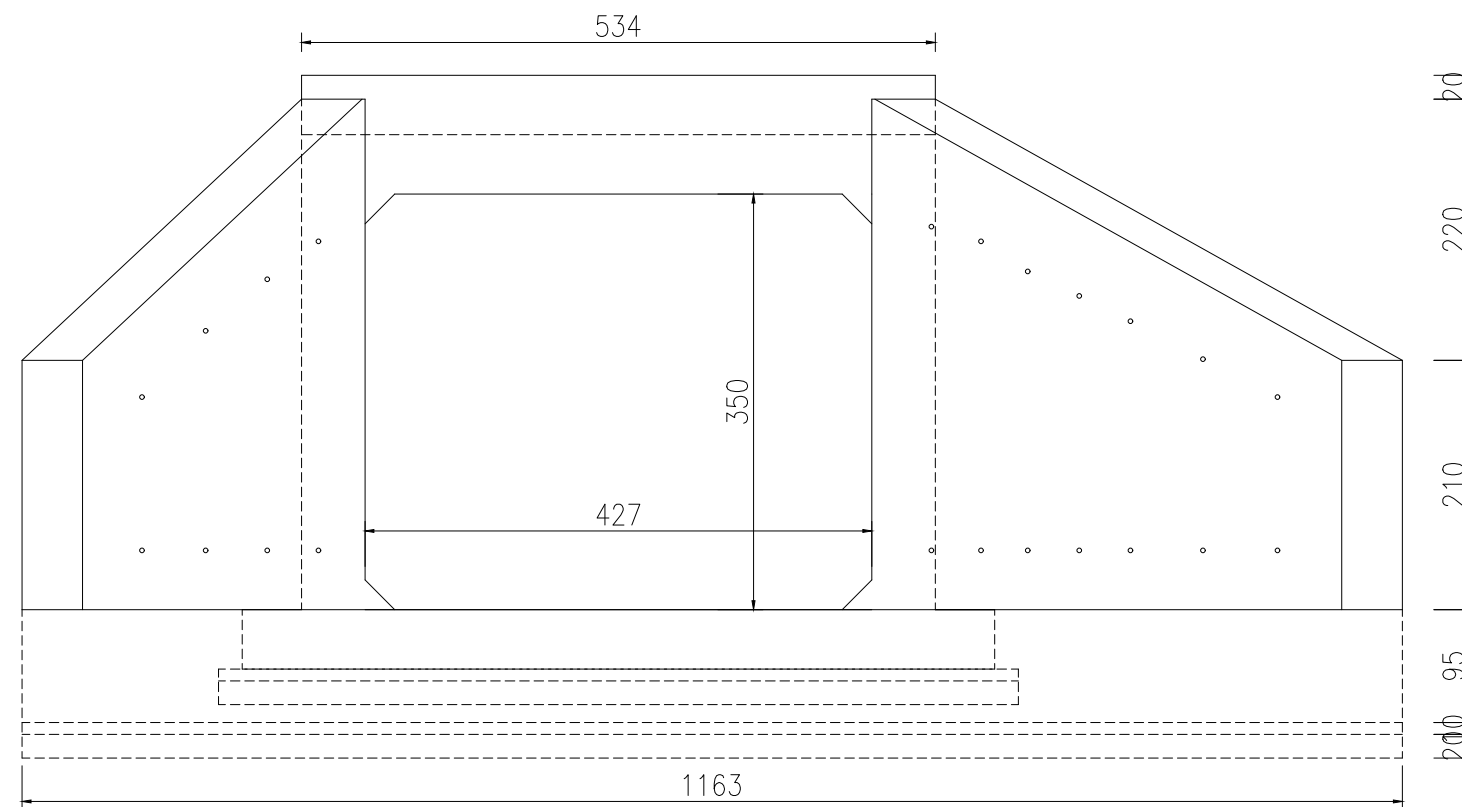
Judul Gambar :

**POTONGAN DAN TAMPAK  
 BOX TUNNEL LORI  
 1x4.0x3.5  
 STA. 30+657.490**

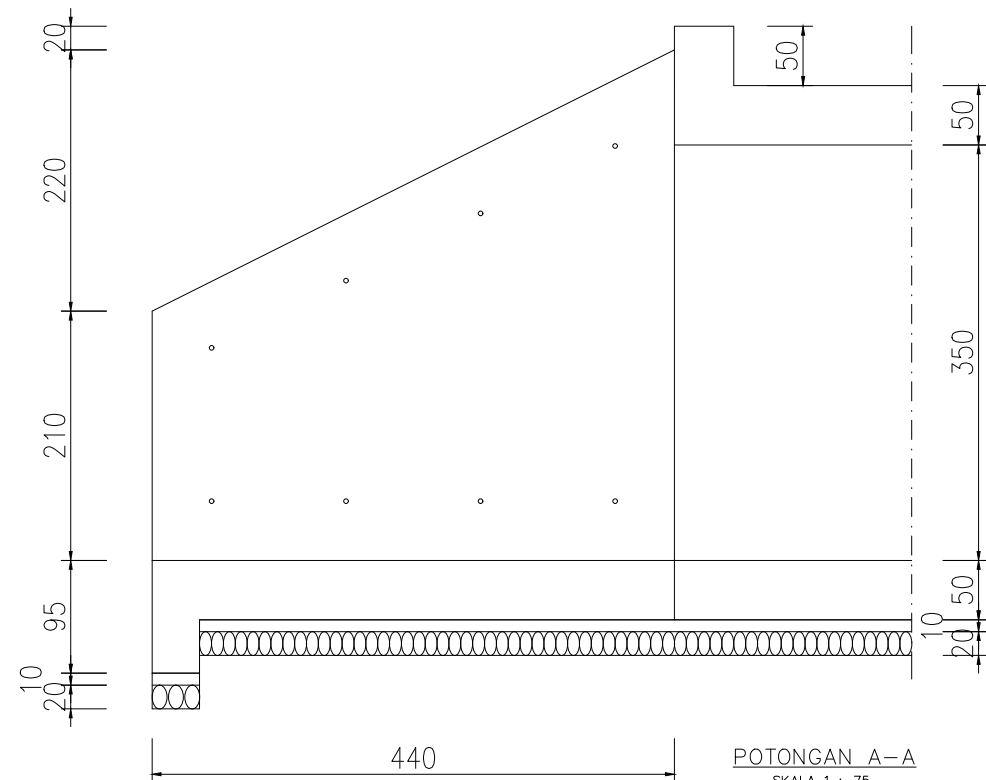
Catatan :

NO. GAMBAR :

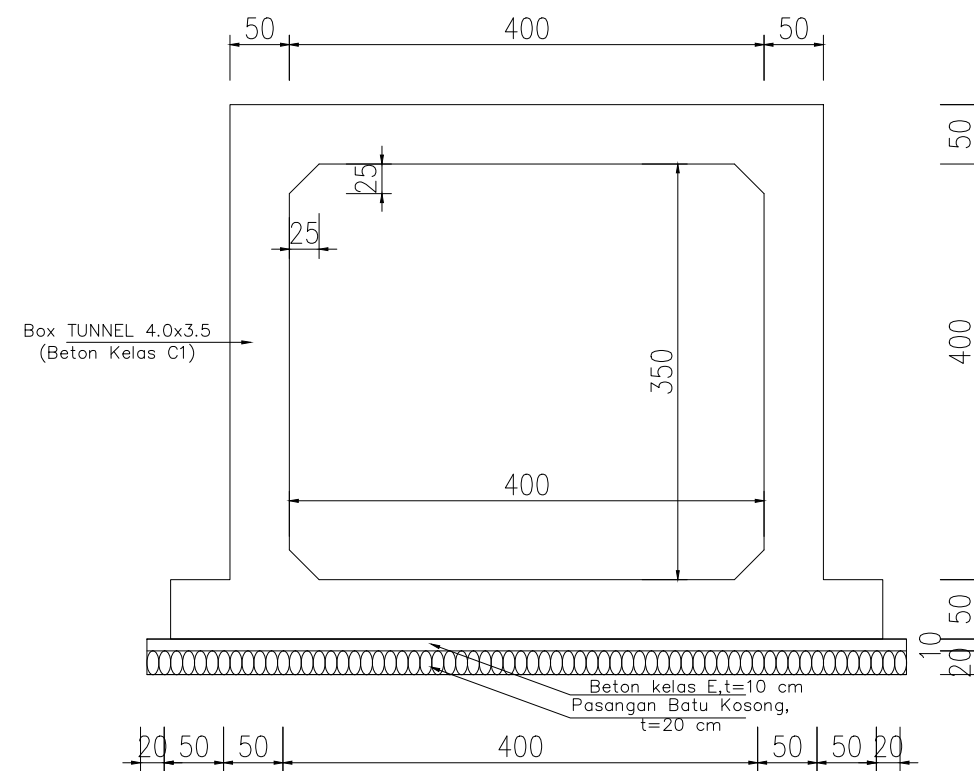
Skala :



TAMPAK DEPAN  
 SKALA 1 : 75



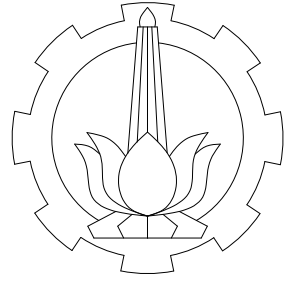
POTONGAN A-A  
 SKALA 1 : 75



POTONGAN B-B  
 SKALA 1 : 75

Box TUNNEL 4.0x3.5  
 (Beton Kelas C1)

Beton kelas E,t=10 cm  
 Pasangan Batu Kosong,  
 t=20 cm



PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

### JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

### DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

### NAMA MAHASIWA

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

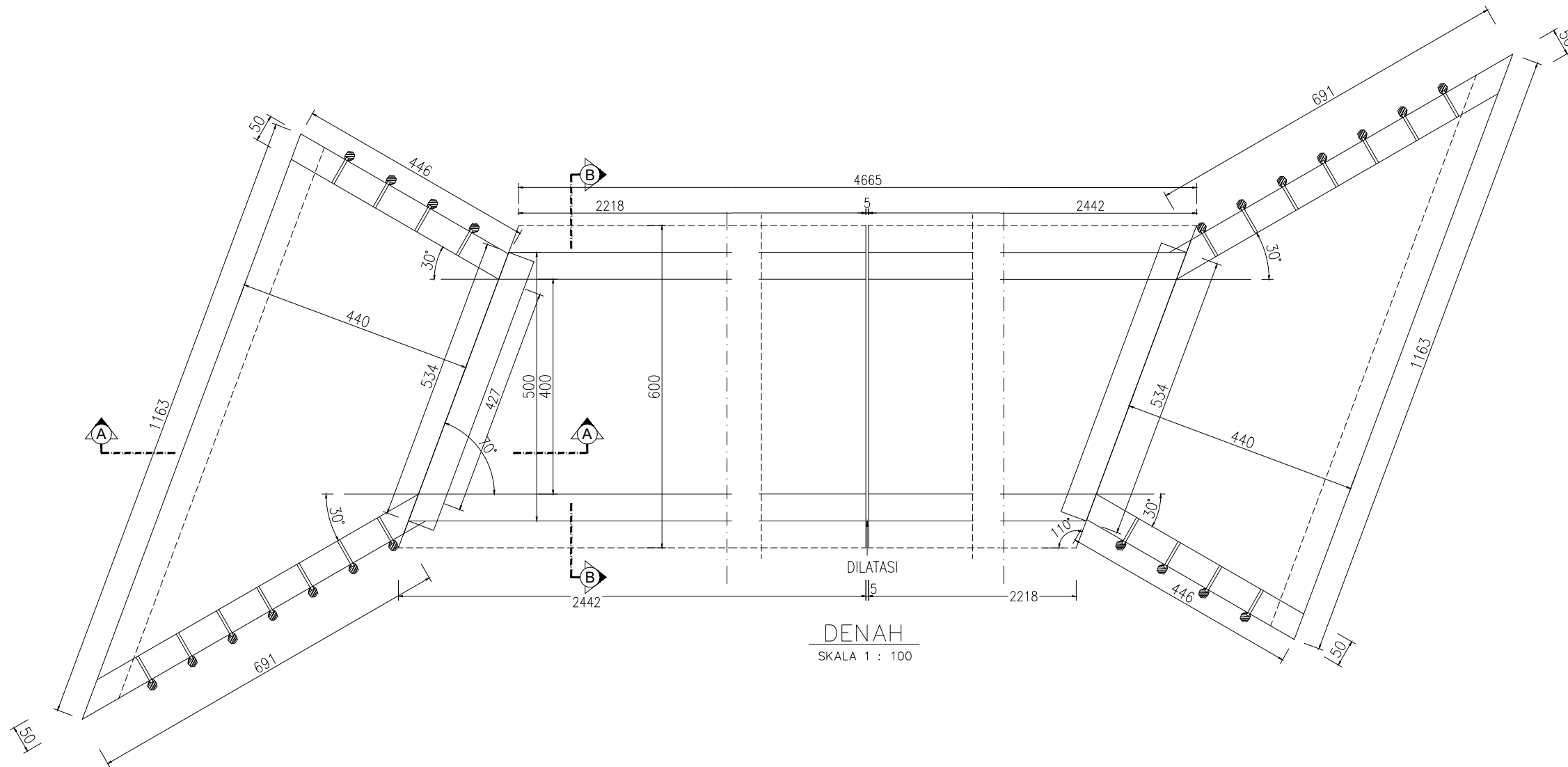
DENAH  
BOX TUNNEL LORI  
1x4.0x3.5  
STA. 30+657.490

Catatan :

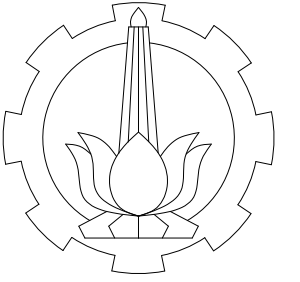
NO. GAMBAR :

Skala :

1 : 250







PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL-PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
1011510000074

Nama Proyek :  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :  
**TABEL PEMBESIAN BADAN  
BOX TUNNEL LORI  
1x4.0x3.5  
STA. 30+657.490**

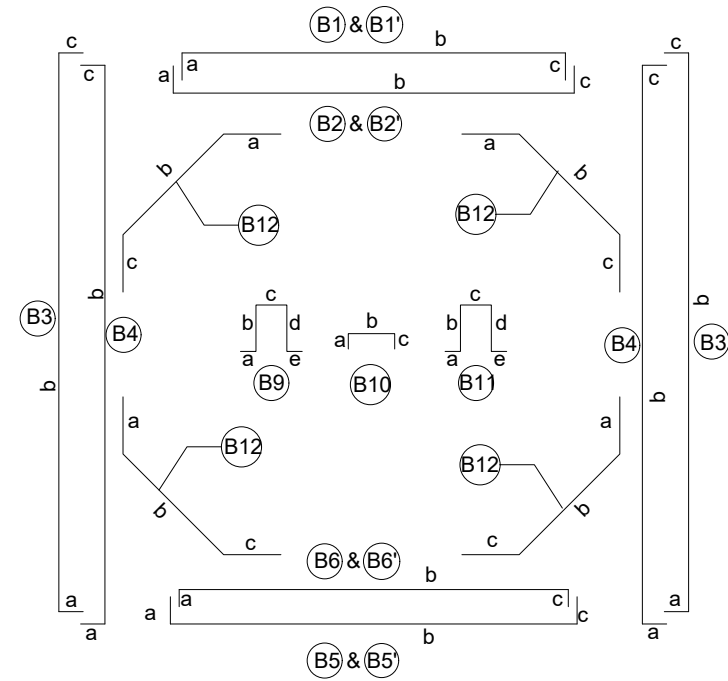
Catatan :

NO. GAMBAR : Skala :  
1 : 250

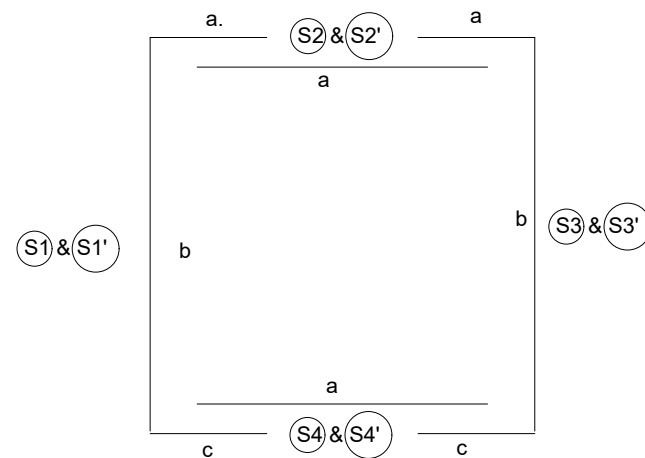
**PENULANGAN BOX TUNNEL 4.0x3.5**

NO	DIA (mm)	JARAK (cm)	DIMENSI (cm)					TOTAL Panjang (cm)	BERAT Satuan (kg/m)	JUMLAH	BERAT (kg)	KETERANGAN
			a	b	c	d	e					
<b>BOX TUNNEL 1x4.0x3.5</b>												
B1	D 19	-25	38	488	38			564	2.184	180	2217.20	
B1a	D 19	-25	38	521	38			597	2.184	18	234.69	
B2	D 19	-25	38	488	38			564	2.184	180	2217.20	
B2a	D 19	-25	38	521	38			597	2.184	18	234.69	
B3	D 19	-25	38	438	38			514	2.184	374	4198.43	
B4	D 16	-12.5	38	438	38			514	1.557	746	5970.22	
B5	D 19	-25	38	588	38			664	2.184	178	2581.31	
B5a	D 19	-25	38	628	38			704	2.184	18	276.76	
B6	D 19	-25	38	588	38			664	2.184	178	2581.31	
B6a	D 19	-25	38	628	38			704	2.184	18	276.76	
B7a	D 16	-20	1200	1103				2303	1.557	4	143.43	
B7b	D 16	-20	1200	1111				2311	1.557	4	143.93	
B7c	D 16	-20	1200	1117				2317	1.557	4	144.30	
B7d	D 16	-20	1200	1124				2324	1.557	4	144.74	
B7e	D 16	-20	1200	1131				2331	1.557	4	145.17	
B7f	D 16	-20	1200	1139				2339	1.557	4	145.67	
B7g	D 16	-20	1200	1146				2346	1.557	4	146.11	
B7h	D 16	-20	1200	1154				2354	1.557	4	146.61	
B7i	D 16	-20	1200	1161				2361	1.557	4	147.04	
B7j	D 16	-20	1200	1169				2369	1.557	4	147.54	
B7k	D 16	-20	1200	1176				2376	1.557	4	147.98	
B7l	D 16	-20	1200	1184				2384	1.557	4	148.48	
B7m	D 16	-20	1200	1191				2391	1.557	4	148.91	
B7n	D 16	-20	1200	1199				2399	1.557	4	149.41	
B7o	D 16	-20	1200	1200	70			2470	1.557	4	153.83	
B7p	D 16	-20	1200	1200	78			2478	1.557	4	154.33	
B7q	D 16	-20	1200	1200	85			2485	1.557	4	154.77	
B7r	D 16	-20	1200	1200	93			2493	1.557	4	155.26	
B7s	D 16	-20	1200	1200	100			2500	1.557	4	155.70	
B7t	D 16	-20	1200	1200	108			2508	1.557	4	156.20	
B7u	D 16	-20	1200	1200	115			2515	1.557	4	156.63	
B7v	D 16	-20	1200	1200	122			2522	1.557	4	157.07	
B7w	D 16	-20	1200	1200	128			2528	1.557	4	157.44	
B7x	D 16	-20	1200	1200	136			2536	1.557	4	157.94	
B7-2a	D 16	-20	1200	1200	164			2564	1.557	40	1596.86	dinding
B7-2b	D 16	-20	1200	1076				2276	1.557	40	1417.49	dinding

**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**

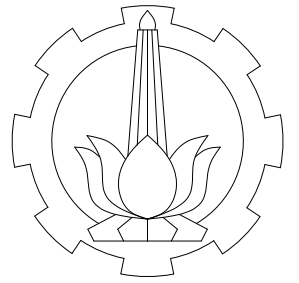


**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



Overlap=40D





PROGRAM STUDI DIPLOMA 4  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

**JUDUL TUGAS AKHIR**

ESTIMASI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK  
PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN 3B  
STA 25+000 s/d 31+000

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. SULCHAN ARIFIN, M.Eng

**NAMA MAHASIWA**

MOCHAMAD CHOIRUL RACHMAN  
10111510000074

Nama Proyek :

PEMBANGUNAN JALAN TOL  
GEMPOL - PASURUAN  
SEKSI 3B ( STA. 25 + 000 - STA. 31 + 000 )

Judul Gambar :

TEBEL PEMBESIAN BADAN  
BOX TUNNEL LORI  
1x4.0x3.5  
STA. 30+657.490

Catatan :

NO. GAMBAR :

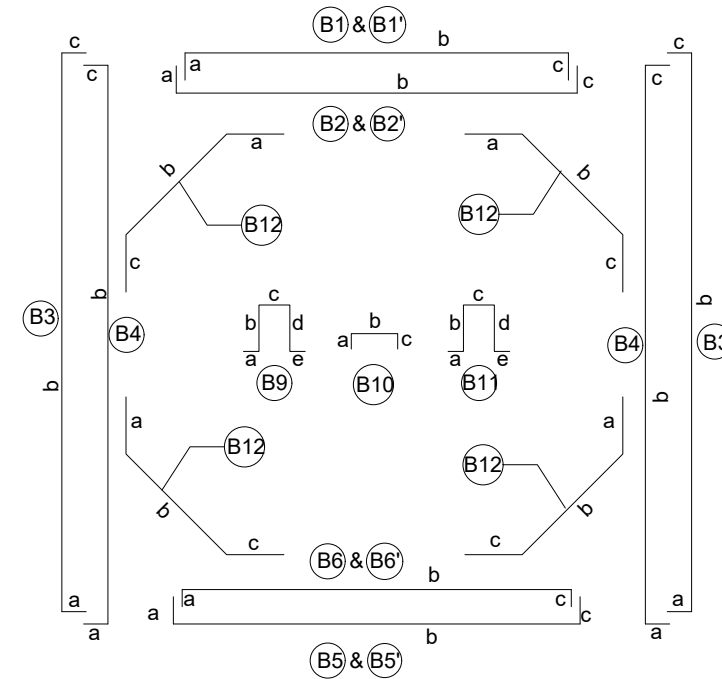
Skala :

1 : 250

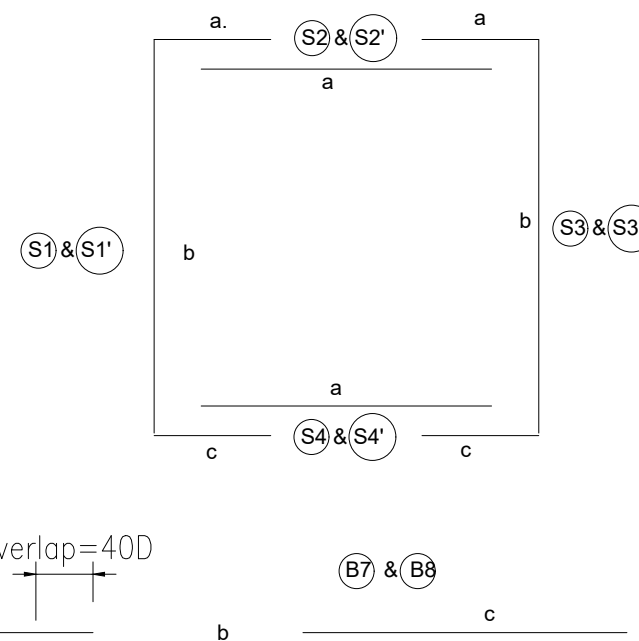
B8a	D 16	-20	1200	1096				2296	1.557	4	142.99
B8b	D 16	-20	1200	1103				2303	1.557	4	143.43
B8c	D 16	-20	1200	1111				2311	1.557	4	143.93
B8d	D 16	-20	1200	1117				2317	1.557	4	144.30
B8e	D 16	-20	1200	1124				2324	1.557	4	144.74
B8f	D 16	-20	1200	1131				2331	1.557	4	145.17
B8g	D 16	-20	1200	1139				2339	1.557	4	145.67
B8h	D 16	-20	1200	1146				2346	1.557	4	146.11
B8i	D 16	-20	1200	1154				2354	1.557	4	146.61
B8j	D 16	-20	1200	1161				2361	1.557	4	147.04
B8k	D 16	-20	1200	1169				2369	1.557	4	147.54
B8l	D 16	-20	1200	1176				2376	1.557	4	147.98
B8m	D 16	-20	1200	1184				2384	1.557	4	148.48
B8n	D 16	-20	1200	1191				2391	1.557	4	148.91
B8o	D 16	-20	1200	1199				2399	1.557	4	149.41
B8p	D 16	-20	1200	1200	70			2470	1.557	4	153.83
B8q	D 16	-20	1200	1200	78			2478	1.557	4	154.33
B8r	D 16	-20	1200	1200	85			2485	1.557	4	154.77
B8s	D 16	-20	1200	1200	93			2493	1.557	4	155.26
B8t	D 16	-20	1200	1200	100			2500	1.557	4	155.70
B8u	D 16	-20	1200	1200	108			2508	1.557	4	156.20
B8v	D 16	-20	1200	1200	115			2515	1.557	4	156.63
B8w	D 16	-20	1200	1200	122			2522	1.557	4	157.07
B8x	D 16	-20	1200	1200	128			2528	1.557	4	157.44
B8y	D 16	-20	1200	1200	136			2536	1.557	4	157.94
B8z	D 16	-20	1200	1200	143			2543	1.557	4	158.38
B8a1	D 16	-20	1200	1200	143			2543	1.557	4	158.38
B8b1	D 16	-20	1200	1200	147			2547	1.557	4	158.63
B8c1	D 16	-20	1200	1200	154			2554	1.557	4	159.06
B8d1	D 16	-20	1200	1200	161			2561	1.557	4	159.50
B8e1	D 16	-20	1200	1078				2278	1.557	4	141.87
B8f1	D 16	-20	1200	1085				2285	1.557	4	142.31
B8g1	D 16	-20	1200	1092				2292	1.557	4	142.75
B8h1	D 16	-20	1200	1096				2296	1.557	4	142.99
B8-2a	D 16	-20	1200	1200	164			2564	1.557	40	1596.86
B8-2b	D 16	-20	1200	1076				2276	1.557	40	1417.49
B9	D 13	-50	15	32	15	32	15	109	1.007	552	605.89
B10	D 13	-50	10	38	10			58	1.007	1104	644.80
B11	D 13	-50	15	32	15	32	15	109	1.007	552	605.89
B12	D 13	-25	52	155	52			259	1.007	748	1950.88
S1	D 19	-25	165	438	165			768	2.184	179	3002.39
S1a	D 19	-25	176	438	176			790	2.184	16	276.06
S2	D 22	-25	355					355	2.935	179	1865.05
S2a	D 22	-25	379					379	2.935	16	177.98
S3	D 19	-25	165	438	165			768	2.184	179	3002.39
S3a	D 19	-25	176	438	176			790	2.184	16	276.06
S4	D 22	-25	355					355	2.935	179	1865.05
S4a	D 22	-25	379					379	2.935	16	177.98
<b>TOTAL BERAT BESI</b>											<b>49991.56</b>

D13	=	3807.47	Kg
D 16	=	20722.80	Kg
D 19	=	21375.24	Kg
D 22	=	4086.05	Kg
TOTAL	=	49991.56	Kg

**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



**BENTUK TULANGAN PELAT DAN DINDING**



Overlap=40D