



TUGAS AKHIR - VC 181819

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN
ERECTION GIRDER DENGAN METODE *LAUNCHER*
PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN PROYEK JALAN
TOL KRIAN - LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM)
STA. 21+800 - STA.22+278**

RIZKA NOVITASARI
NRP. 10111510000003

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



TUGAS AKHIR - VC 181819

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN
ERECTION GIRDER DENGAN METODE *LAUNCHER*
PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN PROYEK JALAN
TOL KRIAN - LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM)
STA. 21+800 - STA.22+278**

RIZKA NOVITASARI
NRP. 10111510000003

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



FINAL PROJECT - VC 181819

***TIME AND COST CALCULATION OF ERECTION
GIRDER WITH LAUNCHER METHOD AT BRIDGE
CONSTRUCTION OF KRIAN - LEGUNDI - BUNDER -
MANYAR (KLBM) TOLLWAY PROJECT STA. 21+800
- STA. 22+278***

RIZKA NOVITASARI
NRP. 10111510000003

Lecturer
Ir. Sulchan Arifin, M. Eng
NIP. 19550408 198203 1 003

***BACHELOR DEGREE OF CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF VOCATIONS
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2019***

LEMBAR PENGESAHAN
PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN
ERECTION GIRDER* DENGAN METODE *LAUNCHER
PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN PROYEK JALAN
TOL KRIAN – LEGUNDI – BUNDER – MANYAR (KLBM)
STA.21+800 – STA.22+278

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik
Pada
Program Sarjaana Terapan
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, Juni 2019
Disusun oleh:



Rizka Novitasari
NRP. 10111510000003

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing

15 JUL 2019





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

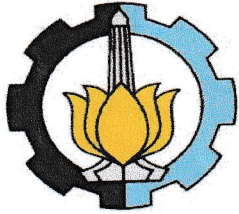
Tanggal : 25/06/2019

Judul Tugas Akhir Terapan	Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Erection Girder Dengan Metode Launcher Pada Pembangunan Jembatan Proyek Jalan Tol Krian - Legundi - Bunder - Manyar (KLBM) STA. 21+800 - STA. 22+278		
Nama Mahasiswa	Rizka Novitasari	NRP	10111510000003
Dosen Pembimbing 1	Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP. 19571119 198503 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	✓	Tanda tangan	✓

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
- Cek radius pada trailer saat mengangkut kurt (lampiran) girder di sekitar pier head (perlu sketch). ✓ - Sakan paku di sempurnakan ✓ (hal 109-110) - Cek pele. erection girder. ✓ Supply girder (hal 99-100)	 Ir. A Yusuf Z, PG. Dipl. Plg. MRE NIP. 19610608 198601 1 001
- Biaya alat = walat x Hargabaku / ✓ satuan	 Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 1 002
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.Dipl.Plg.MRE NIP. 19610608 198601 1 001	Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 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>

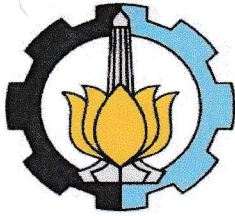
ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Rizka Novitasari 2
NRP : 1 10111510000003 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Sutchan Arifin, M.Eng.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
1.	10-2-19	- Site plan.				
		- Tahap persiapan pada pekerjaan				
		Erection girder.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Outline revisi				
2.	28-02-19	- Buat jalur balok u/ akses atas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		berat.				
		- Menghitung volume pekerjaan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		(Detail di lampiran) (lampiran trap				
		pekerjaan).				
3.	12-03-19	1. Beri perangan membran		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		dan melintang (gambar).				
		2. Timbunan dikali 20%				
		3. Produktivitas pekerjaan.				
		4. Abat berat ditentukan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	08-04-19	1. Produktivitas crane (2 girder / 8jam).				
		2. Kombinasi alat (struktur ditambah).		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. Akses jalan tambah lagi.				
		4. Durasi revisi				

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 Rizka Novitasari 2
 NRP : 1 1011151000003. 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Anan, M.Eng.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	26/04/19.	1. Waktu pendatangan girder dihitung.				
		2. Cek durasi, jika lama bisa tambah alat.				
		3. Diafragma kash kode D1, D2 dst.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4. Launcher digeser u/ mengerjakan pemasangan selan jadinya.				
		5. Bute rekapan volume.				
		6. Kombinasi abut.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	16/05/19.	1. Hit. berat girder per segmen.				
		2. Waktu siklus pemasangan elastomer.				
		3. Produktivitas erection dari supply sampai pengangkatan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		4. Hit. AHS 1 group.				
7.	31/05/19	1. Beri Tenaga kerja revisi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. Kurva s.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. AHS (Besi ulir > 3mm)				
		4. Sumber gambar.				
8.	11/06/19.	1. Kesimpulan Bab 4 - Bab 7.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2. Ms Project 1 span terpanjang.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. Daftar gambar (lokasi), detail proyek,				

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

potongan detail jembatan, abutment, pilar bentang terbesar).

4. 1 penjadwalan ~~ket~~ abutment & pilar-pilar terbesar.

5. Power point (tgl 10/06/19).



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 Rizka Hitasani 2
NRP : 1 1011151000003 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Anfin, M.Eng.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
8	11/06/19	1. Kesimpulan Bab 4 - Bab 7				
		2. Ms Project 1 span berpangang (50,8 meter) dan 1 span lain (1 abutment 1 pilar).				
		3. Daftar gambar (lokasi, denah proyek, potongan denah jembatan, abutment, pilar).				
		4. Power point (tgl 19/06/19).				
9	10/06/19	1. Jadwal kereta api				
		2. Lintasan kritis.				
		3. PPT (bab 1. metodologi, latar belakang proyek, referensi, gambar 2) (10 slide PPT).				
				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

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN
ERECTION GIRDER DENGAN METODE LAUNCHER
PADA PEMBANGUNAN JEMABATAN PROYEK JALAN
TOL KRIAN – LEGUNDI – BUNDER – MANYAR (KLBM)
STA.21+800 – STA.22+278**

Nama Mahasiswa : Rizka Novitasari
NRP : 10111510000003
Jurusan : Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin, M. Eng
NIP : 19550408 198203 1 003

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek ada kalanya diperlukan suatu metode untuk menyelesaikan berbagai masalah di lapangan. Khususnya pada saat menghadapi kendala yang diakibatkan oleh kondisi di lapangan. Untuk itu, penerapan metode pelaksanaan yang digunakan haruslah mempertimbangkan beberapa hal salah satunya adalah kondisi lapangan. Kelancaran suatu proyek bergantung pada metode pelaksanaan yang digunakan. Karena metode pelaksanaan mempengaruhi jalannya suatu proyek, kebutuhan pekerja, analisa waktu proyek hingga analisa biaya proyek tersebut. Metode pelaksanaan dapat digunakan dalam segala aspek proyek, termasuk dalam dunia sipil, seperti pada proyek yang dibahas dalam Tugas Akhir ini yaitu pembangunan jembatan pada Proyek Jalan Tol KRIAN – LEGUNDI – BUNDER – MANYAR (KLBM).

Pada penulisan Tugas Akhir ini meninjau metode pelaksanaan pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KRIAN – LEGUNDI – BUNDER – MANYAR (KLBM) STA. 21+800 – STA. 22+278. Lokasi jembatan yang ditinjau yaitu berada di Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Jembatan dengan bentang sepanjang 478meter menggunakan struktur PCI

Girder. Metode pelaksanaan yang ditinjau adalah pemasangan girder atau biasa disebut dengan *erection girder*. Metode pelaksanaan *erection girder* yang direncanakan dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu menggunakan *launcher*, sedangkan dalam pelaksanaannya di lapangan menggunakan *crane*. Pemilihan metode pelaksanaan dalam penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memberikan metode alternative dengan mempertimbangkan kondisi lapangan proyek. Karena metode pelaksanaan berkaitan erat dengan biaya dan waktu pelaksanaan, maka tujuan hasil akhir dari Tugas Akhir ini adalah biaya dan waktu pelaksanaan *erection girder* dengan menggunakan Metode *Launcher*.

Hasil yang diperoleh setelah melakukan proses pengolahan dan perhitungan dengan menggunakan metode *launcher* merupakan waktu pelaksanaan pekerjaan yaitu selama **176 hari** dan dengan biaya yang dibutuhkan sebesar **Rp. 91.120.783.800,00**.

Kata kunci: Launcher, Erection Girder, Waktu dan Biaya

***TIME AND COST CALCULATION OF ERECTION GIRDE
WITH LAUNCHER METHOD AT KRIAN-LEGUNDI-
BUNDER-MANYAR (KLBM) TOLLWAY BRIDGE
CONSTRUCTION PROJECT STA 21+800 – STA 22+278***

Name : Rizka Novitasari
NRP : 10111510000003
Department : Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin, M. Eng
NIP : 19550408 198203 1 003

ABSTRACT

In the implementation of projects, there are times when a method is needed to solve various problems in the field. Especially when facing obstacles caused by certain conditions in the field. Due to that case, the use of the methods must take into consideration in several things. One of it is the condition in the field. The continuity of a project depends on the use of the implementation method. Because it affects the course Of a project, the needs of workers, time analysis, and cost analysis. The implementation method can be used in all aspects of the project, including in the civil aspect, as in this Final Project will be discussed named the construction of bridges on the KRIAN Toll Road Project - LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM).

In this Final Project will be observing the implementation method of the bridge construction of the KRIAN Toll Road Project - LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA. 21 + 800 - STA. 22 + 278. The location of the bridge is located in Cerme District, Gresik Regency, East Java. The 478meter-long bridge uses the PCI Girder structure. The implementation method that is observed is in the scope of girder instalation or commonly called the girder erection. The implementation method of the girder erection in this Final Project will use Launcher, while in the field is using Crane. The implementation method's aim is considered to provide

alternatives method by considering the condition in the field. Because the implementation method is closely related to the cost and time analysis, therefore the goal of this Final Project is the cost and time implementation of the erection girder using the Launcher Method.

The results obtained after carrying out the processing and calculation using the launcher method is the execution time of the work which is resulted 176 days of work and with the required cost of Rp. 91,120,783,800.00.

Keyword: Launcher, Erection Girder, Time and Cost

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga Tugas Akhir yang berjudul **Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan *Erection Girder* Dengan Metode *Launhcer* pada Pembangunan Jembatan Proyek Jalan Tol Krian–Legundi–Bunder–Manyar (KLBM) STA. 21+800 – STA. 22+278** dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini disusun berdasarkan hasil proses belajar yang telah didapat selama perkuliahan pada Program Studi Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penyusunan Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat akhir kelulusan pada Program Studi Diploma IV Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menyusun laporan ini, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana tanpa bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ayah, Ibu dan Kakak saya yang senantiasa mendoakan saya, memotivasi saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan membantu saya baik dalam bentuk moril ataupun materil.
3. Ir. Sulchan Arifin, M.Eng, selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir yang berjudul berjudul “Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan *Erection Girder* Dengan Metode *Launhcer* pada Pembangunan Jembatan Proyek Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM) STA. 21+800 – STA. 22+278”.
4. Teman-teman khususnya Kelas A 2015 yang telah menemani dan memberikan semangat dalam

menyelesaikan tugas akhir ini, serta seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Lokasi Proyek.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Girder	5
2.3 Produksi Girder	8
2.3.1 Stock Material Besi Beton.....	8
2.3.2 Stock Material Bahan Baku Beton	8
2.3.3 Stock Material <i>PC Strand</i>	8
2.3.4 Proses Pembersihan Cetakan.....	9
2.3.5 Proses Oiling Cetakan	9
2.3.6 Proses Pemotongan Besi	9
2.3.7 Proses Pembengkokan Besi.....	9
2.3.8 Proses Perakitan Besi Tulangan	9
2.3.9 Proses <i>Setting</i> Cetakan	9
2.3.10 Proses Pembukaan Cetakan.....	10

2.3.11 Proses <i>Curing</i>	11
2.3.12 Proses <i>Labelling</i>	11
2.3.13 Proses Penimbangan dan Pengujian Sampel Beton	11
2.3.14 Proses <i>Stripping</i>	11
2.3.15 Proses <i>Stock</i>	12
2.4 <i>Erection Girder</i>	12
2.5 Item Pekerjaan <i>Erection Girder</i>	12
2.6 Metode Pelaksanaan <i>Erection Girder</i>	13
2.6.1 Tahap Persiapan	13
2.6.2 <i>Supply Girder</i> (Pendaftaran Girder)	14
2.6.3 Levelling Girder	15
2.6.4 <i>Install Strand</i>	15
2.6.5 <i>Stressing Girder</i>	15
2.6.6 <i>Patching dan Grouting Girder</i>	15
2.6.7 <i>Erection Girder</i>	16
2.7 Metode Pelaksanaan Diafragma	19
2.7.1 Pembesian Diafragma	19
2.7.2 Pemasangan Bekisting Diafragma	19
2.7.3 Pengecoran	20
2.8 Metode Pelaksanaan Slab	20
2.8.1 Pemasangan <i>Steel Deck</i>	21
2.8.2 Pembesian Slab	22
2.8.3 Bekisting Slab	22
2.8.4 Pengecoran Slab	22
2.9 Alat-alat	23
2.9.1 <i>Stressing Jack</i>	23
2.9.2 <i>Hydraulic Pump</i>	23
2.9.3 <i>Bar Cutter</i>	24
2.9.4 <i>Bar Bender</i>	24

2.9.5 Concrete Vibrator	25
2.9.6 Generator Set	25
2.9.6 Compressor	26
2.10 Alat-alat Berat	26
2.10.1 Launcher.....	27
2.10.2 Mobile Crane.....	29
2.10.3 Crawler Crane.....	31
2.10.4 Flat Bed Truck.....	32
2.10.5 Truck Mixer	34
2.10.6 Concrete Pump.....	35
2.10.7 Wheel Loader	37
2.10.8 Dump Truck.....	38
2.10.9 Bulldozer	40
2.10.10 Vibratory Roller (Roller Vibro).....	42
2.10.11 Water Tank Truck.....	43
2.11 Material	44
2.11.1 PCI Girder.....	45
2.11.2 Strand	45
2.11.3 Tie Rod.....	46
2.11.4 Besi Hollow	46
2.11.5 Beton Readymix.....	46
2.11.6 Tulangan.....	47
2.11.7 Steel Deck.....	47
2.11.8 Bracing	47
2.12 Komponen Biaya.....	48
2.12.1 Volume Pekerjaan	48
2.12.2 Biaya Material	48
2.12.3 Produktivitas Alat.....	48
2.12.4 Sumber Daya Pekerja	51
2.13 Penjadwalan	52

2.13.1 <i>Network Planning</i>	53
2.13.2 <i>Bar Chart</i>	55
2.14 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi	56
BAB III METODOLOGI	61
3.1 Studi Literatur	61
3.2 Pengumpulan Data	61
3.3 Penyusunan Item Pekerjaan	62
3.4 Menentukan Metode Pelaksanaan.....	62
3.5 Menghitung Volume	62
3.6 Menentukan Alat dan Produktivitas.....	62
3.7 Penjadwalan	62
3.8 Pembuatan <i>Network Planning</i> dan <i>Bar Chart</i>	63
3.9 Perhitungan Biaya	63
3.10 Kontrol <i>Network Planning</i> dan <i>Resource Needs</i>	63
3.11 Kesimpulan	63
3.12 Diagram Alir	64
BAB IV METODE PELAKSANAAN	67
4.1 Metode Pelaksanaan.....	67
4.1.1 Pekerjaan Persiapan	67
4.1.2 Pekerjaan <i>Erection Girder</i>	69
4.1.3 Pekerjaan Diafragma.....	75
4.1.4 Pekerjaan Slab.....	77
4.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi	80
BAB V PERHITUNGAN	81
5.1 Perhitungan Volume	81
5.1.1 Pekerjaan Persiapan	81
5.1.1 Pekerjaan <i>Erection Girder</i>	82
5.1.2 Pekerjaan Diafragma.....	87
5.1.3 Pekerjaan Slab.....	89
5.2 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Pekerjaan.....	91

5.2.1 Pekerjaan Persiapan.....	91
5.2.2 Pekerjaan <i>Erection Girder</i>	97
5.2.3 Pekerjaan Diafragma	108
5.2.3 Pekerjaan Slab	113
BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA	121
6.1 Analisa Harga Satuan	121
6.1.1 Pekerjaan Persiapan.....	121
6.1.2 Pekerjaan <i>Erection Girder</i>	127
6.1.3 Pekerjaan Diafragma	146
6.1.4 Pekerjaan Slab	149
6.2 Rencana Anggaran Biaya	153
BAB VII PENJADWALAN	155
7.1 Penjadwalan Sumber Daya Pekerja.....	155
7.2 Penjadwalan Sumber Daya Alat.....	157
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN	167
8.1 Kesimpulan.....	167
8.2 Saran	167
DAFTAR PUSTAKA	169
BIODATA PENULIS	171

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi pembangunan jembatan proyek Jalan Tol KLBM STA 21+800 - STA 22+278.....	4
Gambar 1. 2 Eksisting lokasi proyek	4
Gambar 1. 3 Layout rencana pembangunan jembatan Proyek KLBM STA. 21+800 - STA. 22+278	4
Gambar 2. 1 I Girder	6
Gambar 2. 2 Box Girder	7
Gambar 2. 3 U Girder.....	7
Gambar 2. 4 T Girder	8
Gambar 2. 5 Stressing Jack	23
Gambar 2. 6 Hydraulic Pump dan Manometer	24
Gambar 2. 7 Bar Cutter	24
Gambar 2. 8 Bar Bender.....	25
Gambar 2. 9 Concrete Vibrator	25
Gambar 2. 10 Generator Set.....	26
Gambar 2. 11 Compressor.....	26
Gambar 2. 12 Launcher	27
Gambar 2. 13 Bagian-bagian Launcher.....	28
Gambar 2. 14 Mobile Crane Tadano TR500M	30
Gambar 2. 15 Crawler Crane.....	31
Gambar 2. 16 Trailer Truck.....	33
Gambar 2. 17 Truck Mixer.....	34
Gambar 2. 18 Concrete Pump	36
Gambar 2. 19 Wheel loader.....	37
Gambar 2. 20 Dump Truck	39
Gambar 2. 21 Bulldozer	40
Gambar 2. 22 Vibratory Roller	42
Gambar 2. 23 Water Tank Truck	44
Gambar 2. 24 PCI Girder	45

Gambar 2. 25 Dimensi PCI Girder.....	45
Gambar 2. 26 Strands.....	46
Gambar 2. 27 Beton Readymix.....	46
Gambar 2. 28 Tulangan.....	47
Gambar 2. 29 Steel Deck.....	47
Gambar 2. 30 Network Planning.....	55
Gambar 2. 31 Bar Chart.....	56
Gambar 2. 32 Helm Safety.....	58
Gambar 2. 33 Sarung tangan.....	58
Gambar 2. 34 Safety Shoes.....	59
Gambar 2. 35 Rompi dengan reflektor.....	59
Gambar 2. 36 Full Body Harness.....	59
Gambar 2. 37 Safety Net.....	60
Gambar 3. 1 Diagram alur.....	65
Gambar 4. 1 Alur pekerjaan timbunan.....	67
Gambar 4. 2 Lokasi PT. Waskita Beton Precast ke lokasi proyek Sumber: PT. Waskita Karya.....	69
Gambar 4. 3 Layout tendon PCI Girder 40,8meter.....	71
Gambar 4. 4 Layout tendon PCI Girder 50,8meter.....	71
Gambar 4. 5 Alur pekerjaan Erection Girder.....	75
Gambar 4. 6 Alur pekerjaan diafragma.....	76
Gambar 4. 7 Dimesnsi Steel Deck.....	78
Gambar 4. 8 Alur pekerjaan slab.....	79
Gambar 7. 1 Grafik sumber daya pekerja timbunan.....	161
Gambar 7. 2 Grafik sumber daya pekerja erection girder.....	161
Gambar 7. 3 Grafik sumber daya pekerja diafragma.....	162
Gambar 7. 4 Grafik sumber daya pekerja slab.....	162
Gambar 7. 5 Grafik alat berat timbunan.....	165
Gambar 7. 6 Grafik alat berat erection girder.....	165
Gambar 7. 7 Grafik alat pekerjaan diafragma.....	166

Gambar 7. 8 Grafik alat pekerjaan slab..... 166

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Launcher	29
Tabel 2. 2 Spesifikasi Mobile crane	30
Tabel 2. 3 Spesifikasi Crawler Crane	32
Tabel 2. 4 Spesifikasi Flat Bed Truck	33
Tabel 2. 5 Spesifikasi Truck Mixer	35
Tabel 2. 6 Spesifikasi Concrete Pump.....	36
Tabel 2. 7 Spesifikasi Wheel Loader.....	38
Tabel 2. 8 Faktor Bucket (fb) Wheel Loader.....	38
Tabel 2. 9 Spesifikasi Dump Truck	39
Tabel 2. 10 Kecepatan Dump Truck dan kondisi lapangan	40
Tabel 2. 11 Spesifikasi Bulldozer.....	41
Tabel 2. 12 Faktor Blade Bulldozer.....	42
Tabel 2. 13 Spesifikasi Vibrator Roller	43
Tabel 2. 14 Spesifikasi Water Tank Truck	44
Tabel 2. 15 Efisiensi berdasarkan Kondisi Pekerjaan ...	50
Tabel 2. 16 Efisiensi berdasarkan Kondisi Cuaca	50
Tabel 2. 17 Nilai efisiensi Kerja.....	50
Tabel 2. 18 Koefisien tenaga kerja pembesian	51
Tabel 2. 19 Koefisien tenaga kerja bekisting	52
Tabel 4. 1 Spesifikasi steel deck.....	77
Tabel 4. 2 Ukuran slab.....	79
Tabel 4. 3 Tabel Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi.....	80
Tabel 5. 1 Volume timbunan	82
Tabel 5. 2 Berat segmen girder 40,8m	83
Tabel 5. 3 Berat segmen girder 50,8m	83
Tabel 5. 4 Rekapitulasi jumlah segmen girder	84

Tabel 5. 5 Rekapitulasi jumlah strands	85
Tabel 5. 6 Rekapitulasi volume strands	86
Tabel 5. 7 Rekapitulasi volume tendon.....	86
Tabel 5. 8 Rekapitulasi volume bersih tendon.....	87
Tabel 5. 9 Berat besi tulangan diafragma girder 40,8m.	88
Tabel 5. 10 Berat besi tulangan diafragma girder 50,8m.	88
Tabel 5. 11 Volume besi tulangan diafragma girder 40,8m.....	90
Tabel 5. 12 Volume besi tulangan diafragma girder 50,8m.....	90
Tabel 5. 13 Luas steel deck.....	90
Tabel 5. 14 Rekapitulasi durasi pekerjaan timbunan	96
Tabel 5. 15 Cycle time levelling girder.....	99
Tabel 5. 16 Cycle time install strands girder 40,8m	100
Tabel 5. 17 Cycle time install strands girder 50,8m	100
Tabel 5. 18 Cycle time stressing girder 40,8m	102
Tabel 5. 19 Cycle time stressing girder 50,8m	102
Tabel 5. 20 Cycle time patching dan grouting girder ..	104
Tabel 5. 21 Jumlah 1 group pekerja pembesian diafragma	109
Tabel 5. 22 Jumlah 1 group pekerja bekisting diafragma	111
Tabel 5. 23 Jumlah 1 group pekerja pengecoran diafragma	114
Tabel 5. 24 Jumlah 1 grup pekerja pembesian slab	115
Tabel 5. 25 Jumlah 1 grup bekisting slab.....	117
Tabel 6. 1 Analisa Teknik Satuan Pekerjaan Timbunan	121
Tabel 6. 2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan	124

Tabel 6. 3 Analisa Harga Satuan Mobilisasi dan Demobilisasi	125
Tabel 6. 4 Analisa Teknik Satuan Pekerjaan Elastomer	126
Tabel 6. 5 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Elastomer	126
Tabel 6. 6 Analisa Teknik Satuan Pekerjaan Supply Girder.....	127
Tabel 6. 7 Analisa Harga Satuan Supply Girder	128
Tabel 6. 8 Analisa Teknik Satuan Levelling Girder	129
Tabel 6. 9 Analisa Harga Satuan Levelling Girder	130
Tabel 6. 10 Analisa Teknik Satuan Install Strands Girder 40,8meter	131
Tabel 6. 11 Analisa Harga Satuan Install Girder 40,8meter	132
Tabel 6. 12 Analisa Teknik Satuan Install Strands Girder 50,8meter	133
Tabel 6. 13 Analisa Harga Satuan Install Girder 50,8meter	134
Tabel 6. 14 Analisa Teknik Satuan Stressing Girder...	135
Tabel 6. 15 Analisa Harga Satuan Stressing Girder 40,8meter	136
Tabel 6. 16 Analisa Harga Satuan Stressing Girder 50,8meter	136
Tabel 6. 17 Analisa Teknik Satuan Patching Grouting Girder 40,8meter.....	137
Tabel 6. 18 Analisa Harga Satuan Patching Grouting Girder 40,8meter.....	138
Tabel 6. 19 Analisa Teknik Satuan Patching Grouting Girder 50,8meter.....	139

Tabel 6. 20 Analisa Harga Satuan Patching Grouting Girder 50,8meter	140
Tabel 6. 21 Analisa Teknik Satuan Erektion Girder 40,8meter.....	141
Tabel 6. 22 Analisa Harga Satuan Erektion Girder 40,8meter.....	143
Tabel 6. 23 Analisa Teknik Satuan Erektion Girder 50,8meter.....	144
Tabel 6. 24 Analisa Harga Satuan Erektion Girder 50,8meter.....	145
Tabel 6. 25 Analisa Harga Satuan Pembesian Diafragma	146
Tabel 6. 26 Analisa Harga Satuan Bekisting Diafragma	146
Tabel 6. 27 Analisa Teknik Satuan Pengecoran Diafragma.....	147
Tabel 6. 28 Analisa Harga Satuan Pengecoran Diafragma	148
Tabel 6. 29 Analisa Harga Satuan Pemasangan Floor Deck	149
Tabel 6. 30 Analisa Harga Satuan Pembesian Slab	149
Tabel 6. 31 Analisa Harga Satuan Bekisting Slab	150
Tabel 6. 32 Analisa Teknik Satuan Pengecoran Slab ..	151
Tabel 6. 33 Analisa Harga Satuan Pengecoran Slab	152
Tabel 6. 34 Rencana Anggaran Biaya.....	153
Tabel 6. 35 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	154
Tabel 7. 1 Penjadwalan sumber daya pekerja pekerjaan timbunan.....	159

Tabel 7. 2 Penjadwalan sumber daya pekerja erection girder.....	159
Tabel 7. 3 Penjadwalan sumber daya pekerja diafragma	160
Tabel 7. 4 Penjadwalan sumber daya pekerja slab	160
Tabel 7. 5 Penjadwalan alat berat timbunan.....	163
Tabel 7. 6 Penjadwalan alat berat erection girder	163
Tabel 7. 7 Penjadwalan alat berat pekerjaam diafragma	164
Tabel 7. 8 Penjadwalan alat berat pekerjaan slab.....	164

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM) merupakan jalan tol yang melintasi dua kabupaten, yaitu Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Gresik. Dua kabupaten tersebut termasuk dalam kawasan padat industri. Padatnya industri menyebabkan infrastruktur transportasi menjadi hal yang sangat penting sebagai penunjang kegiatan distribusi. Dengan infrastruktur yang memadai maka akan membantu menyalurkan hasil industri ke tangan konsumen dengan baik dan cepat, sehingga industri juga mendapatkan keuntungan yang optimal. Hal itulah yang menjadi tujuan pembangunan jalan tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM), yaitu untuk memperlancar distribusi hasil industri dan arus lalu lintas kendaraan yang melintasi Kabupaten Sidoarjo dan Kabupaten Gresik.

Rencana jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM) sepanjang 38,29 km yang terbagi menjadi dua seksi, yaitu Seksi A dan Seksi B. Seksi A sepanjang 19 km sedangkan seksi B sepanjang 19,29 km. Pembangunan proyek jalan tol KLBM menggunakan tipe konstruksi jalan melayang (*elevated*) dengan struktur utamanya yaitu *pier* beton dan girder beton, serta tiang pancang sebagai struktur pondasinya. Tipe konstruksi jalan melayang (*elevated*) dipilih berdasarkan dua alasan. Alasan yang pertama adalah untuk mengurangi pembebasan luas tanah. Kemudian yang kedua adalah untuk mengurangi biaya perbaikan tanah dasar, karena tanah dasar pada dua kabupaten tersebut termasuk dalam tanah rawa yang bertekstur lunak dan basah.

Metode yang digunakan dalam proyek ini khususnya dalam pekerjaan *erection girder* adalah dengan metode *crane*. Metode *crane* sendiri memiliki kekurangan yaitu penggunaan terbatas pada area khusus seperti diatas rawa atau sungai. Sehingga perlu dilakukan timbunan untuk memberikan akses

jalan *crane*. Karena hal tersebut, biaya akan yang dikeluarkan juga besar. Maka dari itu, Tugas Akhir ini dibuat untuk memberikan alternatif metode pelaksanaan pekerjaan *erection girder*. Alternatif metode pelaksanaan pekerjaan *erection girder* ini bertujuan untuk memberikan hasil yang optimal dari segi waktu dan kemudahan dalam pekerjaan *erection girder*. Metode pelaksanaan dari pekerjaan *erection girder* yang dilakukan di lapangan dengan Metode *Crane* akan diubah dengan metode lain yaitu Metode *Launcher*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat merumuskan beberapa permasalahan yang terjadi yaitu:

1. Berapa waktu yang dibutuhkan dari pekerjaan *erection girder* dengan Metode *Launcher* pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278?
2. Berapa biaya yang dibutuhkan pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, adapun batasan-batasan masalah pada penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Pembahasan terbatas hanya pelaksanaan pekerjaan *erection girder* sampai dengan pengecoran plat lantai jembatan pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278.
2. Metode pelaksanaan pada *erection girder* yang akan dibahas adalah Metode *Launcher*.
3. Bentang yang ditinjau adalah bentang P1 sampai P12.
4. Seluruh item pekerjaan sebelum pekerjaan *erection girder* seperti pekerjaan tanah, pekerjaan galian struktur, pekerjaan drainase, pekerjaan pondasi telah selesai dilaksanakan (tidak dibahas).

5. Dalam pelaksanaan metode juga menguraikan pelaksanaan K3 tanpa menghitung biaya K3.
6. Penjadwalan dihitung sesuai dengan Kurva S proyek yaitu selama 24 bulan (dua tahun).

1.4 Tujuan Penulisan

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui lama waktu yang dibutuhkan pada pembangunan jembatan dengan menggunakan metode *launcher* pada Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278.
2. Mengetahui biaya yang dibutuhkan pada pembangunan jembatan dengan menggunakan metode *launcher* pada Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Dapat mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dari pekerjaan *erection girder* dengan Metode *Launcher* pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278.
2. Dapat mengetahui total biaya dari pekerjaan *erection girder* dengan Metode *Launcher* pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278.

1.6 Lokasi Proyek

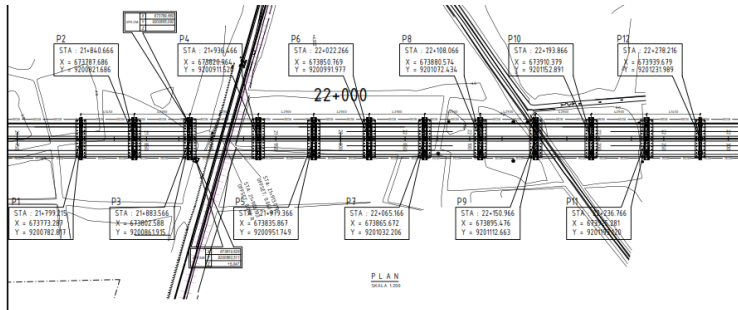
Lokasi pembangunan jembatan pada Proyek Jalan Tol KLBM STA. 21+800 – STA. 22+278 berada di Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.



Gambar 1. 1 Lokasi pembangunan jembatan proyek Jalan Tol KLBM STA 21+800 - STA 22+278



Gambar 1. 2 Eksisting lokasi proyek
Sumber: PT. Waskita Karya



Gambar 1. 3 Layout rencana pembangunan jembatan Proyek KLBM STA. 21+800 - STA. 22+278
Sumber: PT. Waskita Karya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Infrastruktur merupakan salah satu aspek penting dalam kemajuan suatu negara. Jembatan, jalan tol dan berbagai konstruksi lainnya sebagai penghubung antara satu daerah dengan daerah lainnya. Perkembangan infrastruktur di Indonesia saat ini sedang berkembang pesat. Salah satu pengembangan infrastruktur yang dilakukan adalah pembangunan jalan layang (*elevated*). *Elevated* merupakan jenis pekerjaan konstruksi atas. Komponen yang digunakan dalam konstruksi atas ini yaitu girder.

Dalam pemasangan girder perlu dipertimbangkan tentang metode pemasangan apa yang dapat digunakan secara mudah dengan mempertimbangkan kondisi lapangan. Pemasangan girder berkaitan erat dengan biaya operasi yang dikeluarkan, waktu yang dibutuhkan serta kemudahan dalam pelaksanaannya.

Pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar STA. 21+800 – STA. 22+278, metode *launcher* digunakan sebagai metode alternatif. Pemilihan metode *launcher* yaitu berdasarkan kondisi di lapangan yang memiliki area terbatas dan cukup sulit untuk akses alat berat, sehingga metode *launcher* diharapkan mampu menghasilkan alternatif biaya dan waktu, serta melakukan pemasangan girder dengan efisien.

2.2 Girder

Girder merupakan struktur atas yang terpasang pada dua penyangga yaitu dapat berupa *pier head* atau abutment pada jembatan. Fungsi dari girder sendiri adalah untuk menyalurkan beban yang diterima dari kendaraan di atasnya lalu dikirimkan ke abutment agar bisa direndam dan tidak terjadi persimpangan beban dan gaya. Menurut material penyusunnya, girder dapat terdiri dari girder beton yang telah dicetak di pabrik tempat memproduksi beton kemudian beton tersebut dibawa ke tempat pembangunan jembatan. Selain girder *precast*, juga dikenal dengan istilah *on-site* girder, yaitu girder yang di cor di tempat pelaksanaan

pembangunan jembatan. Girder ini dirancang sesuai dengan perancangan beton pada umumnya yaitu menggunakan bekisting sebagai cetaknya.

Jembatan sistem girder adalah sebuah struktur bangunan jembatan yang komponen utamanya yaitu girder. Girder ini dapat terbuat dari beton bertulang, beton prategang, baja atau kayu. Panjang bentang jembatan girder beton bertulang ini dapat mencapai 25 meter dan untuk jenis girder yang menggunakan beton prategang umumnya memiliki panjang bentang di atas 20 meter hingga 40 meter. Contoh jembatan girder yang paling umum kita jumpai adalah jembatan sungai.

Girder mempunyai berbagai macam bentuk. Berikut beberapa macam bentuk girder:

1. I Girder

I Girder adalah salah satu girder yang paling umum digunakan dalam konstruksi jembatan. I Girder bisa terbuat dari material baja maupun beton. Jembatan I Girder lebih ekonomis, mudah untuk di desain dan mudah untuk dibuat.



Gambar 2. 1 I Girder
Sumber: Dokumentasi pribadi

2. Box Girder

Box Girder menjadikan jembatan dimana balok utama berdiri dari balok-balok dalam bentuk kotak berongga. Box girder tersebut merupakan beton yang biasanya terdiri dari beton pratekan, baja struktural atau komposit baja dan beton bertulang. Bentuk dari box

girder ini biasanya berbentuk segi empat persegi atau trapesium. Girder dengan bentuk ini sering digunakan dalam pembangunan jalan layang dan jembatan yang memiliki bentang yang panjang. Meskipun box girder lebih mahal daripada I Girder, tetapi box girder memiliki keunggulan yaitu lebih cocok untuk menangani gaya punter sehingga sangat ideal untuk pembangunan jembatan melengkung.



Gambar 2. 2 Box Girder

Sumber: Dokumentasi LRT Jabodetabek

3. U Girder

Balok girder yang berbentuk U memiliki keistimewaan yang terletak pada susunan tendonnya yang berpasang-pasangan. Susunan ini mengharuskan penarikan kabel *strand* pada girder harus menggunakan dua dongkrak. Di Indonesia, girder tipe ini masih jarang digunakan karena produsen girder belum mempunyai cetakan U.



Gambar 2. 3 U Girder

Sumber: Dokumentasi Universitas Sumatera Utara

4. T Girder

Jenis girder ini hampir sama dengan I Girder. Perbedaannya adalah badan girder dan lantai jembatan yang menyatu, sedangkan I

Girder terpisah yang akhirnya disatukan oleh *shear connector* dan kemudian di cor. T Girder sering digunakan untuk jembatan pejalan kaki.



Gambar 2. 4 T Girder
Sumber: Dokumentasi I&H Engineering

2.3 Produksi Girder

2.3.1 Stock Material Besi Beton

Penyetokan besi beton harus diperhitungkan sesuai dengan kebutuhan Girder-I yang akan dicetak. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir penggunaan *stock*, dengan begitu besi tidak terlalu lama berada diluar. Selain itu, hal ini bertujuan untuk menghindari proses oksidasi oleh udara luar yang terlalu lama pada besi beton, sehingga mutu besibisa tetap terjaga.

2.3.2 Stock Material Bahan Baku Beton

Bahan baku beton yang dibutuhkan yaitu agregat halus dan kasar. Kedua bahan ini disimpan didalam area *plan precast*. Sama halnya dengan besi beton, penyimpanan bahan baku ini tidak dalam jangka waktu lama. Hal ini dikarenakan jika terjadi hujan, agregat halus akan terbawa oleh air hujan, sehingga volume akan berkurang dari jumlah yang dibutuhkan.

2.3.3 Stock Material PC Strand

Strand merupakan kawat baja yang biasa disebut sebagai baja prategang. *Strand* akan digunakan pada saat *stressing girder*. *Stock strand* yaitu berupa gulungan *strand*. Dimensi dan jumlah

strand pada tiap tendon girder berbeda-beda. Fungsi dari kawat baja ini adalah untuk menahan beban khusus yaitu beban vertikal.

2.3.4 Proses Pembersihan Cetakan

Cetakan yang akan digunakan untuk proses pembuatan Girder-I dibersihkan terlebih dahulu dengan air. Tujuannya adalah untuk menghilangkan bekas beton yang mungkin masih menempel pada cetakan. Proses ini dilakukan menggunakan air biasa kemudian dikeringkan.

2.3.5 Proses Oiling Cetakan

Setelah cetakan kering, maka proses selanjutnya yaitu melapisi cetakan dengan oli. Tujuan dari proses ini agar beton tidak menempel pada cetakan saat sudah kering. Oli yang digunakan harus oli yang masih baru, karena jika menggunakan oli bekas dapat mengurangi mutu beton yang akan dihasilkan.

2.3.6 Proses Pemotongan Besi

Pada proses ini membutuhkan alat pemotong besi yaitu *bar cutter*. Cara kerjanya besi diletakkan dibawah mata pisau setelah sesuai dengan ukuran yang direncanakan, kemudian mata pisau diturunkan sampai besi terpotong.

2.3.7 Proses Pembengkokan Besi

Besi yang telah dipotong sesuai dengan ukurannya, selanjutnya akan dilakukan proses pembengkokan pada besi. Cara kerjanya besi tulangan dijepitkan pada alat pembengkok besi yaitu *bar bender*, kemudian dengan tenaga manual besi dibengkokan.

2.3.8 Proses Perakitan Besi Tulangan

Besi tulangan dirakit sesuai dengan Panjang bentang girder yang akan dibuat. Perakitan besi tulangan dilakukan dengan seteliti mungkin sehingga tulangan yang dipasang sesuai dengan tulangan yang dibutuhkan dalam perencanaan awal.

2.3.9 Proses *Setting* Cetakan

Setelah cetakan diberi oli dan proses *decking* dan *ducting* telah selesai secara keseluruhan, selanjutnya adalah proses *setting* cetakan. Tulangan, *decking* dan *ducting* dipasang didalam cetakan yang terbuat dari plat. Plat berfungsi sebagai bekisting saat beton siap dicetak. Pada proses ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan sampling beton kedalam *slump cone*
Slump cone digunakan untuk *slump test*. Sampling beton yang akan digunakan untuk girder diambil dengan menggunakan serokan. Sampling diambil saat beton sedang dicampur didalam *mixer*. Sehingga sampel yang diambil benar-benar tercampur secara keseluruhan.
2. Memadatkan beton
 Beton dipadatkan dengan menggunakan tongkat Panjang dengan cara ditusuk-tusuk.
3. Mengukur *slump*
 Setelah proses pemadatan, diukur berapa besar penurunan yang terjadi pada beton yang masih basah. Besar penurunan yang digunakan adalah 10cm-15cm. jika nilai *slump test* kurang dari yang ditentukan maka beton tersebut telah mengeras dan jika nilai *slump test* lebih dari nilai yang ditentukan, maka beton tersebut terlalu banyak mengandung air. Kadar air yang terlalu banyak pada beton dapat mengurangi mutu beton.
4. Proses pengecoran
 Proses pengecoran dilakukan dengan serapi mungkin, sehingga beton yang dituang tidak keluar dari cetakan. Jika dalam pengecoran, *mixer* yang dipakai tidak dapat menjangkau cetakan maka akan digunakan *concrete pump*.
5. Proses pemadatan
 Proses pemadatan digunakan menggunakan *concrete vibrator*. Proses pemadatan harus benar-benar padat sehingga beton tidak terjadi keropos didalamnya.

2.3.10 Proses Pembukaan Cetakan

Cetakan dibuka setelah dua hari proses pengecoran. Cetakan dibuka dengan bantuan *crane*. Dengan menggunakan dua

tumpuan pada bagian atas cetakan, *crane* mengangkat cetakan secara perlahan-lahan.

2.3.11 Proses *Curing*

Curing dilakukan dengan mengolesi air di permukaan girder. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dan tidak terjadi keretakan akibat panas dari matahari. Perawatan terhadap beton dilakukan sampai berumur tujuh hari, sedangkan beton akan mengering sempurna dan boleh digunakan setelah usianya mencapai 30 hari.

2.3.12 Proses *Labelling*

Karena girder harus dipasang sesuai *setting* yang dilakukan di *plant precast*, maka girder harus diberi kode terlebih dahulu. Tujuannya untuk mempermudah saat diletakkan di lokasi proyek. Kode yang terdapat pada girder yaitu berupa tanggal produksi girder yang menyatakan umur beton, nomor span girder dan urutan girder dalam span tersebut. Girder harus dipasang sesuai kode yang tertera.

2.3.13 Proses Penimbangan dan Pengujian Sampel Beton

Setiap melakukan pengecoran, diambil beberapa sampel untuk kemudian di tes di laboratorium. Setelah umur 28 haru benda uji ditimbang untuk diketahui berapa berat beton setelah mengeras. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan beton. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah beton yang dihasilkan sesuai dengan kuat tekan yang direncanakan.

2.3.14 Proses *Stripping*

Proses *stripping* merupakan proses pemindahan girder dengan menggunakan *crane*. Tali pada *crane* dikaitkan pada dua besi bagian atas girder hingga tercapai keseimbangan. Girder dipindahkan ketempat *stock* yang berada dilingkungan *plant precast* yang lebih lapang agar tempat pembuatannya dapat digunakan untuk memproduksi girder lainnya.

2.3.15 Proses *Stock*

Stock girder dilakukan ditempat yang lapang dengan kondisi area yang lebih bersih daripada pembuatan *precast girder*. Girder berada di tempat *stock* sampai waktu pengiriman girder ke lokasi proyek.

2.4 *Erection Girder*

Erection Girder adalah proses pemasangan balok girder diatas tumpuan yang telah direncanakan. Dalam pelaksanaan pemasangan (*erection*) girder jembatan terdapat beberapa sistem pelaksanaan pemasangan. Pada pelaksanaannya, terdapat dua sistem yang umum digunakan. Sistem yang pertama yaitu pemasangan girder dilakukan langsung satu bentang penuh pada tumpuan sehingga disebut dengan sistem *full span*. Kemudian sistem yang kedua yaitu pemasangan girder yang dilakukan tiap segmen langsung pada tumpuan, dimana penggabungan antar segmen girder dilakukan diastis sehingga membentuk sistem kantilever dan biasa disebut dengan sistem *balanced cantilever*.

Dalam pemasangan girder, perlu untuk memperhatikan pula bagaimana kondisi lapangannya. Karena dengan mengetahui kondisi lapangan maka dapat menentukan apa yang sesuai untuk dilakukan pemasangan girder secara mudah. Beberapa pilihan metode pada pemasangan girder yaitu menggunakan *portal crane*, menggunakan *portal gantry*, menggunakan *launcher* dan lain sebagainya.

2.5 Item Pekerjaan *Erection Girder*

Sebelum menghitung biaya dan waktu pelaksanaan, tahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menguraikan item-item pekerjaan yang ada pada pekerjaan *erection girder*. Tujuan dari menguraikan item pekerjaan ini yaitu untuk memberi kemudahan dalam proses penjadwalan. Berikut item pekerjaan yang dilakukan pada pekerjaan *erection girder*:

1. Tahap Persiapan
2. Mobilisasi dan Demobilisasi

3. *Supply Girder* (Pendaftaran Girder)
4. *Levelling Girder*
5. *Install Strand*
6. *Stressing Girder*
7. *Patching dan Grouting Girder*
8. *Erection girder*

2.6 Metode Pelaksanaan *Erection Girder*

2.6.1 Tahap Persiapan

1. Timbunan

Pada tahanan persiapan, yang harus dilakukan adalah memastikan kepadatan tanah untuk menjadi *stockyard* (tempat penyimpanan girder), kepadatan tanah untuk area lokasi *erection* dan pengecoran *lean concrete* dan penggunaan plat baja untuk lintasan *crane*.

Pemilihan lokasi *stock yard* merupakan hal yang penting karena apabila lokasi *stockyard* tidak tepat dapat menyebabkan tanah yang terbebani material seperti girder dapat runtuh. Hal itu sangat merugikan karena pelaksanaan pekerjaan dapat terhambat, kerusakan pada material dan tambahan biaya untuk memindahkan material. Hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi *stockyard* yaitu:

1. Kondisi permukaan tanah yang menunjukkan jenis tanah yang bagus dan padat. Sebaiknya mengambil data tanah misalnya melalui sondir/CPT. Dari data tanah tersebut bisa diketahui daya dukung tanah.
2. Menghindari daerah gerusan pada lokasi sungai.
3. Lokasi berada disekitar pekerjaan *erection girder*.

Metode yang digunakan sebagai lahan kerja adalah berupa timbunan *limestone*. Timbunan tersebut ditimbun diatas lahan yang sebelumnya adalah tambak.

2. Mobilisasi dan Demobilisasi

Setelah persiapan lahan telah selesai dilakukan, maka selanjutnya adalah mobilisasi dan demobilisasi. Mobilisasi dan

demobilisasi proyek adalah kegiatan mendatangkan ke lokasi (mobilisasi) dan mengembalikan (demobilisasi) alat-alat penunjang. Alat-alat penunjang yang dibutuhkan dalam pekerjaan *erection girder*, yaitu *trolley*, *bed stressing* (alas girder), papan kayu dan pemasangan rel.

Terdapat dua jenis tumpuan yang digunakan yaitu *bed stressing* dan papan kayu. Tumpuan *bed stressing* terbuat dari balok beton yang bersifat tetap dan hanya diletakkan pada ujung-ujung balok. Sedangkan tumpuan papan kayu disusun dengan ketinggian yang sama dengan tumpuan *bed stressing*. Papan kayu ini bersifat sementara dan akan dipindahkan saat proses *stressing girder* selesai.

Selain peralatan dan material, terdapat pula mobilisasi tenaga kerja. Sebelum proyek dilaksanakan, kontraktor harus menyiapkan tenaga kerja menurut tingkat kebutuhan dari pekerjaan. Sebagian tenaga kerja suatu proyek merupakan penduduk setempat, sehingga tidak memerlukan biaya tambahan. Sedangkan sebagian lagi tenaga kerja didatangkan khusus dari luar proyek.

3. Setting Launcher (Perakitan Launcher)

Selain itu pada tahap ini yang dilakukan *setting launcher*. *Setting launcher* meliputi pekerjaan pendatangan dan perakitan *launcher*. *Launcher* tersusun dari baja yang menggunakan sambungan berupa baut. Bagian-bagian *launcher* yang datang ditempatkan pada *stockyard*. Setelah pendatangan girder, kemudian dilakukan perakitan *launcher* yang kemudian dilanjutkan dengan pemasangannya pada tempat yang sudah direncanakan. Pemasangan *launcher* membutuhkan dua buah *crane*.

2.6.2 Supply Girder (Pendatangan Girder)

Jenis girder pada Proyek Jalan Tol KLBM yaitu PCI Girder. *Supply Girder* merupakan proses mendatangkan *precast girder* dari pabrik ke *stockyard* yang telah disiapkan. Girder

didatangkan menggunakan *trailer* secara segmental. Girder yang digunakan merupakan beton *precast* yang diproduksi oleh PT. Waskita Beton Precast. Setelah kedatangan girder, girder disusun berdasarkan nomer urutannya di *stockyard*.

2.6.3 Levelling Girder

Pekerjaan *Levelling girder* merupakan kegiatan yang bertujuan mengatur elevasi balok girder. Pekerjaan *levelling* ada dua macam, yaitu *levelling* horizontal dan *levelling* vertikal. *Levelling* horizontal dilakukan dengan menggunakan tali senar atau benang yang ditarik dari ujung sampai ujung balok. *Levelling* vertikal dilakukan dengan menggunakan tali senar atau benang yang ditarik pada tepi atas dan diberi pemberat dibawahnya.

2.6.4 Install Strand

Install *strand* adalah proses memasukkan *strand* (kawat) ke tendon sesuai dengan *stressing order*. Instalasi *strand* dipilih dengan cara yang efisien dan ekonomis. Cara yang sering digunakan yaitu dengan cara manual karena bentang girder yang relatif pendek.

2.6.5 Stressing Girder

Stressing girder adalah proses penarikan *strand* (kawat) yang ada di dalam girder. Proses ini bertujuan untuk menjadikan girder sebagai beton prategang. *Strand* harus ditarik pada ujung dan gaya *jack* yang telah ditentukan. Tegangan pada *strand* harus diukur dari perpanjangan kawat untaian (elongasi) dan selama proses penarikan dapat dikendalikan dengan pembacaan alat ukur tekanan. Alat ukur tekanan menunjukkan gaya yang telah diberikan ke tendon.

2.6.6 Patching dan Grouting Girder

Patching adalah proses penempelan atau penutupan angkur *strand* yang terdapat pada kedua sisi balok girder yang sudah di *stressing* dengan menggunakan beton. Pekerjaan ini

bertujuan untuk menutup *block* dan *jaw* agar terhindar dari korosi. Penutupan seluruh girder dengan *ready mix*. Sedangkan *grouting* adalah proses penutupan celah tendon pada girder dengan *ready mix* agar *strand* terhindar dari korosi. Kedua proses ini dilakukan setelah proses *stressing girder*. Setelah dilakukan *patching* dan *grouting*, balok girder didiamkan dan ditunggu 2x24 jam. Lalu kemudian dilakukan kontrol *chamber*. Kontrol *chamber* dilakukan untuk mengetahui beda elevasi antara tepi balok dan *as* balok akibat adanya pengaruh *stressing girder*.

2.6.7 Erection Girder

Launching *girder* adalah suatu metode alternative dalam pekerjaan penempatan girder pada sebuah jembatan dimana lokasi dan kondisi tidak memungkinkan penggunaan alat pengangkat berat seperti *mobile crane*. Lokasi-lokasi tersebut biasanya seperti jembatan yang melintasi sungai, laut dan lembah serta jembatan dimana lalu lintas dibawahnya cukup padat. *Launcher* digunakan untuk pemasangan balok beton pracetak (*girder*) dengan hampir semua jenis penampang, seperti Girder-I, Girder-U dan Girder-T. Alat ini dirancang untuk jalan raya dan kereta api. Pada umumnya digunakan untuk mengangkat *precast girder*. Dalam pembangunan jembatan, *launcher girder* memberikan beberapa keuntungan baik bagi owner maupun kontraktor. Beberapa keuntungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan pada kontur yang sulit dan area kerja yang terbatas.
2. Tenaga kerja yang relatif sedikit karena alat *launcher* bekerja secara mekanis (hidrolik).
3. Mobilisasi alat *launcher* ini lebih mudah dilakukan karena berupa komponen-komponen (*section*) yang lebih kecil.
4. Lebih stabil karena tumpuan *launcher* adalah *pierhead*.

Dalam metode pelaksanaan ini akan dijelaskan urutan pelaksanaan, termasuk alat-alat pendukungnya. Berikut adalah pekerjaan *install launching girder*:

1. Sebelum pekerjaan penyambungan *section main girder*, area pekerjaan dibelakang abutment yang sudah ditentukan harus rata sepanjang ± 50 meter dengan pertimbangan panjang *steel launching girder* yang disambung dibelakang abutment harus lebih panjang dari span jembatan yang panjangnya 40,8 meter. Tujuannya adalah pada saat *launching girder* sudah dirakit hingga terbentuk *cantilever truss launching* tidak terjadi kemiringan yang fatal kearah vertikal karena adanya beban dibelakang (sebagai *counter weight*). Karena area ini digunakan untuk bergerak bebas untuk *crane* yang akan digunakan untuk perakitan *section-section launching girder*, maka sementara area sepanjang ± 50 meter ini harus bebas selebar jembatan.
2. Pada sisi kiri atau kanan di atas abutment dimana sudah ditentukan *aces* peluncuran *launching girder* di belakang maka diletakkan masing-masing *support launching girder* atau *towerlight*. Dengan menggunakan *crane* pekerjaan penyambungan *section girder* itu dapat dilaksanakan di area *erection*. Penyambungan dilakukan satu persatu sampai didapat tiga *section girder*. Tiga *section girder* penyambungan pertama diangkat oleh *crane* kemudian diletakkan di atas *towerlight*. Selanjutnya penyambungan berikutnya dilakukan sama dengan tahap sebelumnya. Pada pekerjaan penyambungan dengan baut dan *splice plate* digunakan kunci *impact electric*. Kunci ini mampu mengencangkan baut sesuai dengan kebutuhan.
3. Dengan menggunakan *electric winch*, *launching girder* mulai didorong atau diluncurkan sehingga membentuk *cantilever truss launching*.
4. Dengan menggunakan *crane*, *launcher* yang sudah disambung sesuai lebar yang diperlukan dipasang kedua bentangan *launching girder*.
5. Untuk mengangkat girder yang akan diluncurkan digunakan alat angkat *hydraulic jack* 200 ton.
6. Listrik sangat diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan ini dan total kebutuhan listrik ± 160 kW sehingga diperkirakan Genset ± 175 kW ≈ 200 KVA. Tenaga listrik yang sudah disediakan

pada panel utama akan didistribusikan ke panel pembantu yang ditempatkan masing-masing di alat-alat *launcher*. Di atas *launcher* berfungsi untuk melayani kebutuhan *launcher* maupun untuk *lifting hoist*. Di area *erection girder* yang berfungsi untuk aktivitas penggeseran girder dan keperluan *winch electric*.

Kegiatan *erection girder* dengan metode *launcher* dimulai dari pengangkatan sampai pemindahan girder ke *trolley* yang kemudian diluncurkan menuju *launcher*. Berikut merupakan metode pelaksanaan *erection girder* menggunakan *launcher*:

1. *Setting dan install launcher*
Setting launcher dengan crane.
2. *Erection girder* dari *pier head* ke *pier head*.
 - a. Persiapan posisi pekerja dan alat.
 - b. Girder yang telah di *stressing*, berada di bawah *pier head*. Kemudian *launcher* bergerak ke posisi girder yang akan diangkat.
 - c. Pengangkatan girder dengan kedua *hoisting trolley*.
 - d. Kemudian *trolley* mulai dinaikkan sampai masuk ke dalam celah antar *truss launcher*. Selanjutnya *truss launcher* bergeser ke kiri-kanan menuju posisi perletakan girder.
 - e. *Trolley girder* diturunkan perlahan menuju titik perletakan girder. Girder diletakkan tepat di tumpuan *bearing pad*.
 - f. *Install bracing girder*.
Karna balok girder yang terpsang baru titik pertama, rawan terjadi guling jika ada getaran yang berlebihan, maka diberikan pengaku/*bracing*. *Bracing girder* berfungsi untuk mengikat balok girder yang telah berada pada dudukan *pier head* dengan dipasang stek besi yang diikat pada *pier head* dengan pengelasan.
 - g. *Launcher* kembali ke posisi girder selanjutnya. *Launcher* bergerak kembali ke posisi sejajar dengan titik perletakan kedua dan *hoisting trolley* mulai membawa girder kedua menuju ke posisi pengangkatan girder pertama.

- h. Pekerjaan *erection* dilanjutkan dengan metode yang sama hingga terpasang satu bentang.

2.7 Metode Pelaksanaan Diafragma

Diafragma adalah elemen struktur yang berfungsi untuk memberikan ikatan antar PCI Girder sehingga akan memberikan kestabilan pada masing-masing PCI Girder dalam arah horizontal. Apabila salah satu atau beberapa girder terbebani sedangkan girder lain ada yang tidak terbebani maka diafragma berfungsi untuk menyalurkan beban ke girder yang tidak terbebani. Pelaksanaan pengecoran diafragma pada girder ini dilakukan *insitu* sehingga sebelum dilakukan pengecoran terlebih dahulu dipasang bekisting dan perancah.

2.7.1 Pembesian Diafragma

Pemasangan besi tulangan diafragma dilakukan setelah ereksi girder dilakukan. Pada tiap span terdapat 77 buah diafragma dengan 22 buah diafragma tepi dan 55 buah diafragma dalam. Fabrikasi besi dilakukan di area fabrikasi yang berjarak 5 meter dari *stockyard* span P1 – P2. Fabrikasi dilakukan oleh tenaga kerja dengan alat *bar cutter* sebagai alat pemotong besi tulangan dan *bar bender* sebagai alat pembengkok. Kemudian setelah dilakukan fabrikasi, besi tulangan dibawa ke span yang akan dilakukan pekerjaan slab dengan menggunakan *truck*. Saat berada di span yang telah ditentukan, dilakukan proses langsir yaitu menaikkan besi tulangan. Proses ini dilakukan secara manual oleh tenaga kerja.

2.7.2 Pemasangan Bekisting Diafragma

Pada rangka bekisting diafragma digunakan penggantung dari *double* besi *hollow* menjepit *tie rod*. *Tie rod* berfungsi sebagai penahan bekisting bawah diafragma. Selain itu besi *hollow* yang digantungkan pada *tie rod* juga berfungsi sebagai *platform* tempat pijakan pekerja pada bagian bawah diafragma. Dengan begitu pekerja akan berdiri dengan aman disamping diafragma. Selain itu

disediakan juga tempat untuk mengaitkan kaitan *body harness* ke *life line* yang dipasang sepanjang girder.

Sebelum diafragma dicor, terlebih dahulu dilakukan pembersihan area yang dicor. Pembersihan ini menggunakan *compressor* yang diarahkan ke sela-sela tulangan. Pembersihan bertujuan untuk menghilangkan material-material yang tidak digunakan dalam structural seperti sampah dan debu agar mutu beton dapat terjaga kualitasnya.

2.7.3 Pengecoran

Sebelum dilakukan pengecoran, terlebih dahulu dilakukan uji *slump*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air beton atau kecacakan beton yang berhubungan dengan mutu beton.

Pengecoran diafragma jembatan menggunakan molen yang diangkat menggunakan *crane*. Penuangan beton dari pipa tidak lebih dari ketinggian satu meter. Pekerjaan pemadatan beton dilakukan sesaat setelah beton dituangkan. Beton dipadatkan menggunakan *vibrator*. Pemadatan dikerjakan untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam beton karena beton *readymix* umumnya mengandung 5-20% udara terjebak. Udara dikeluarkan agar mutu beton terjaga kualitasnya. Pekerjaan perataan cor menggunakan alat bantu relat untuk menjaga tebal dan rata. Relat dipasang searah arah pengecoran.

2.8 Metode Pelaksanaan Slab

Pelaksanaan slab jembatan pada metode ini adalah menggunakan *steel deck*. *Steel deck* adalah material baja ringan dengan karakteristik material teknis yang unik dan bentuk profil yang dalam. Berfungsi sebagai penahan geser dan menambah daya kapasitas dari profil tersebut. *Steel deck* dapat diaplikasikan sebagai pelat lantai beton komposit pada struktur beton maupun struktur baja. *Steel deck* memiliki tiga fungsi sekaligus, yaitu sebagai bekisting, sebagai tulangan positif dan sebagai lantai kerja. Dengan penggunaan *steel deck* pada pekerjaan slab beton, dapat

menjadikan pekerjaan slab lebih efisien dan cepat dengan tanpa mengurangi mutu slab yang direncanakan.

Tahapan pekerjaan slab menjelaskan secara umum proses pekerjaan slab mulai dari penggelaran *steel deck* kemudian dilanjutkan dengan pembesian slab dan terakhir pengecoran.

Berikut tahapan pekerjaan slab:

1. Tahap Persiapan
2. Pengukuran
3. Pemasangan Penyangga
4. Pemasangan *steel deck*
5. Pengecoran

2.8.1 Pemasangan *Steel Deck*

Pada tahap ini terdapat dua hal yang harus dilakukan, yaitu:

1. Cek dimensi *steel deck* yang datang sebelum dipasang atau difabrikasi dilapangan seperti ketebalan, panjang dan lebar *steel deck*. Pengecekan ini dilakukan oleh Tim *Quality Control*.
2. Jumlah material yang akan dipasang sudah berada di lapangan. Pada tahap pengukuran, petugas survei memberikan *mark* atau tanda seperti tanda stop karena pengecoran dilakukan dalam dua tahap. Kemudian memasang batas atas sesuai tebal slab.
 1. Pekerja memasang *steel deck* diatas girder.
 2. *Steel deck* disesuaikan dengan jarak *shear connector* pada girder.
 3. Pemasangan *steel deck* adalah tegak lurus terhadap arah girder memanjang. Gelombang *steel deck* searah dengan memanjang girder.

Pada saat pemasangan *steel deck*, dilakukan analisa kuat *steel deck* untuk menahan beban pekerja sebelum dilakukan pengecoran. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui keamanan *steel deck* dalam menahan beban pekerja yang sedang beraktifitas diatasnya, karena pada saat pemasangan tidak digunakan penyangga tambahan untuk menahan beban pekerja diatasnya.

2.8.2 Pembesian Slab

Pemasangan besi tulangan slab dilakukan setelah 2 hari pengecoran diafragma. Fabrikasi besi dilakukan di area fabrikasi yang berjarak 5meter dari *stockyard* span P1–P2. Fabrikasi dilakukan oleh tenaga kerja dengan alat *bar cutter* sebagai alat pemotong besi tulangan dan *bar bender* sebagai alat pembengkok. Kemudian setelah dilakukan fabrikasi, besi tulangan dibawa ke span yang akan dilakukan pekerjaan slab dengan menggunakan *truck*. Saat berada di span yang telah ditentukan, dilakukan proses langsir yaitu menaikkan besi tulangan. Proses ini dilakukan secara manual oleh tenaga kerja.

2.8.3 Bekisting Slab

Bekisting yang digunakan yaitu multiplek 9mm sebagai bekisting penahan beton dan kaso 5/7 sebagai plat injak saat memasang multiplek. Kaso dipasang pada kedua sisi kanan kiri slab. Sama halnya dengan pembesian, bekisting difabrikasi terlebih dahulu. Kemudian diangkat secara manual oleh tenaga kerja.

2.8.4 Pengecoran Slab

Sebelum area slab dicor, terlebih dahulu dilakukan pembersihan area yang dicor. Pembersihan ini menggunakan *compressor* yang diarahkan ke sela-sela tulangan. Pembersihan bertujuan untuk menghilangkan material-material yang tidak digunakan dalam struktural seperti sampah dan debu agar mutu beton tetap terjaga kualitasnya.

Sebelum dilakukan pengecoran beton *readymix*, terlebih dahulu dilakukan uji slump. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air beton/keleccakan beton yang berhubungan dengan mutu beton. Pengecoran slab jembatan menggunakan *mobile concrete pump (MCP)*.

Pekerjaan pemadatan beton dilakukan sesaat setelah beton dituangkan. Beton dipadatkan menggunakan *vibrator*.

Pemadatan dilakukan untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam beton karena beton *ready mix* umumnya mengandung 5-20% udara terjebak. Udara dikeluarkan agar mutu beton terjaga kualitasnya.

2.9 Alat-alat

Dalam melaksanakan pekerjaan *erection girder* dibutuhkan beberapa alat untuk membantu proses pekerjaan dimulai dari proses sebelum mobilisasi girder hingga proses pemasangan girder.

2.9.1 *Stressing Jack*

Stressing Jack merupakan alat yang digunakan pada saat proses *stressing strands* pada girder. Fungsinya untuk menarik *strand* dan merapatkan segmental girder.



Gambar 2. 5 Stressing Jack
Sumber: Dokumentasi pribadi

2.9.2 *Hydraulic Pump*

Hydraulic Pump merupakan alat yang berfungsi untuk membantu alat *Stressing Jack* saat penarikan segmental girder dengan cara memberikan tenaga dalam proses *stressing*. Pada alat *Hydraulic Pump* terdapat alat baca yang disebut Manometer. Alat ini berfungsi untuk menghitung hasil tarikan segmental girder (*tension*).



Gambar 2. 6 Hydraulic Pump dan Manometer
Sumber: Dokumentasi pribadi

2.9.3 Bar Cutter

Bar cutter merupakan alat pemotong besi tulangan sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Pada proyek ini digunakan *bar cutter* listrik. Keuntungan dari *bar cutter* listrik dibandingkan dengan *bar cutter* manual adalah dapat memotong besi tulangan dengan diameter besar dan dengan mutu baja cukup tinggi.



Gambar 2. 7 Bar Cutter
Sumber: Dokumentasi pribadi

2.9.4 Bar Bender

Bar bender merupakan alat pembengkok besi tulangan. Dengan *bar bender* ini, tenaga manusia dapat diefektifkan sehingga dalam sehari dapat diselesaikan lebih banyak besi tulangan.



Gambar 2. 8 Bar Bender
Sumber: Dokumentasi pribadi

2.9.5 Concrete Vibrator

Concrete vibrator adalah alat bantu dalam proses pengecoran beton dengan tujuan pemadatan beton agar menjadi beton yang padat dan homogen. Alat pengecoran ini digerakkan dengan tenaga listrik arus rendah atau dengan menggunakan *air compressor*.



Gambar 2. 9 Concrete Vibrator
Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013
Kementerian Pekerjaan Umum

2.9.6 Generator Set

Generator set adalah mesin pembangkit listrik yang digunakan untuk penerangan di lapangan/penerangan di kantor *site* atau untuk *emergency power*, yang digunakan pada kantor lapangan. Generator set sebagai *power supply* untuk alat *bar bender*, *bar cutter* dan *concrete vibrator*.



Gambar 2. 10 Generator Set

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

2.9.6 Compressor

Compressor berfungsi untuk membersihkan material-material selain kawat beton dan pembesian seperti sampah, debu dan lain-lain yang dapat mengurangi mutu beton.



Gambar 2. 11 Compressor

Sumber: Dokumentasi PT. Waskita Karya

2.10 Alat-alat Berat

Alat-alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Saat ini, alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat.

Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, kuran maupun jumlahnya. Ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya proyek. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar. Dengan demikian keterlambatan penyelesaian

proyek dapat terjadi. Hal ini pada akhirnya dapat menyebabkan biaya proyek membengkak. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar.

2.10.1 Launcher

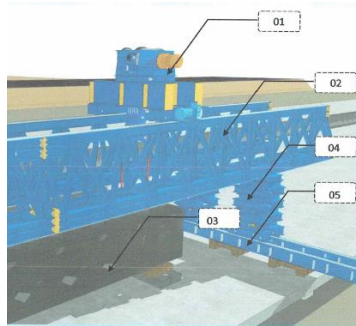
Launcher adalah alat yang digunakan untuk memasang *precast girder* pada konstruksi jembatan dengan bentang yang bervariasi antara 15 – 100meter dan berat hingga 250ton atau lebih. Alat ini bekerja untuk mengangkat dan menyusun *precast girder*.



Gambar 2. 12 Launcher

Sumber: Dokumentasi pribadi

Beberapa bagian yang ada pada *Beam Launcher* yaitu *Trolley* dan *Winch*. *Trolley* berfungsi untuk mengangkat girder sehingga siap untuk diluncurkan. *Winch* berfungsi untuk mengangkat beban yang dapat naik-turun, kanan-kiri dan depan-belakang. Dalam menyusun *precast girder*, *launcher* dapat bekerja dengan cara mangangkat dari bawah atau membawa dari belakang. Kerangka batang dari *launcher* terbagi menjadi beberapa segmen untuk memudahkan dalam mobilisasi serta pemasangannya. Berikut bagian-bagian *launcher*:



Gambar 2. 13 Bagian-bagian Launcher

Sumber: PT. Waskita Karya

1. *Hoist* (dua buah).
Hoist pada *launcher* yaitu *Hoisting Frame* dan *Lifting Hoist* dengan kapasitas 77,5 ton/buah. *Hoisting Frame* berfungsi untuk ikatan *Lifting Hoist* yang dapat bergerak ke arah samping sepanjang *launcher* dan ditempatkan di atas *launcher* yang dihubungkan dengan roda sebagai rel untuk bergerak. Sedangkan *lifting hoist* berfungsi untuk mengangkat maupun menurunkan girder. *Lifting hoist* mempunyai mata yang terbuat dari plat tebal 19 mm sebagai tempat pin untuk menyangkutkan sling yang akan dihubungkan ke *lifting hook* yang terdapat pada girder.
2. Alat *launcher* 170ton, T = 3,6meter, P = 52meter. Kapasitas *launcher* 155ton.
3. PCI Girder H = 2,1meter, L = 40,8meter.
4. *Towerlight*.
 Berfungsi sebagai pendukung utama dari *Main girder* dan masing-masing *towerlight* ditempatkan sesuai dengan rencana. Jika berada diatas *pierhead*, maka memasangnya dengan pengelasan *insert plate* yang tertanam dalam *concrete pad* ke kaki tower dan diperkuat dengan stek yang dilas ke tower.
5. *Tranfered Beam*.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Launcher

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Launcher</i>
Merk	Comtec
Berat alat	170 ton
Kapasitas alat	155 ton
Panjang	113,28 m
Tinggi	3,6 m
Lebar	7,6 m

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *launcher*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *launcher*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \text{ ton/jam}$$

Dimana:

- V = Kapasitas (ton)
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4+T5)
- T1 = Waktu pengaturan *launcher* (menit)
- T2 = Waktu pemindahan girder (menit)
- T3 = Waktu pengangkatan girder (menit)
- T4 = Waktu *launching* girder (menit)
- T5 = Waktu *launcher* kembali (menit)

2.10.2 Mobile Crane

Mobile Crane adalah alat berat yang dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain tanpa menggunakan pengangkut (*trailer*). Akan tetapi, terdapat beberapa bagian yang harus dibongkar untuk mempermudah pemindahan. Kecepatan maksimum mobile crane mencapai 55 km/jam. Bagian atas pada mobile crane dapat berputar 360 derajat.

Untuk menjaga keseimbangan, mobile crane memiliki kaki (*outrigger*). Saat pengoperasian, *outrigger* harus dipasang dan roda mobile crane diangkat dari tanah. Semakin *outrigger* keluar, maka akan stabil. Penggunaan mobile crane harus berada di lokasi proyek yang ideal yaitu tanpa guncangan, permukaan tanah yang datar dan angin intensitas rendah.



Gambar 2. 14 Mobile Crane Tadano TR500M
Sumber: Dokumentasi pribadi

Tabel 2. 2 Spesifikasi Mobile crane

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Mobile Crane</i>
Merk	Tadano
Tipe	TR500M
Kapasitas alat	15 ton

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *mobile crane*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *mobile crane*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \text{ ton/jam}$$

Dimana:

V = Kapasitas (ton)

- Fa = Faktor efisiensi alat
 Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4+T5+T6)
 T1 = Waktu pasang sling crane (menit)
 T2 = Waktu swing (menit)
 T3 = Waktu perletakkan (menit)
 T4 = Waktu lepas sling crane (menit)
 T5 = Waktu balik swing (menit)
 T6 = Lain-lain (menit)

2.10.3 Crawler Crane

Crawler Crane merupakan alat berat dengan roda penggerak yang terbuat dari sepatu-sepatu baja (*track shoed*). *Track shoed* digerakkan oleh sprocket dan rantai. Perpindahan dilakukan dengan cara tram motor memutar track pada sproketnya. Biasanya *Crawler Crane* menggunakan boom tipe *lattice* (kisi). *Boom* tipe ini cocok digunakan untuk berbagai keperluan kerja berat di tempat yang terlalu ekstrim namun memerlukan kestabilan tinggi.

Crawler Crane bekerja dinamis, artinya mesin tidak hanya bekerja pada satu tempat tetapi dapat berpindah saat melakukan pengangkatan. Kelebihan dari penggunaan *crane* jenis ini yaitu lebih stabil, tangguh serta memiliki kapasitas pengangkatan yang besar dibandingkan dengan *crane* beroda.



Gambar 2. 15 Crawler Crane
Sumber: Dokumentasi pribadi

Tabel 2. 3 Spesifikasi Crawler Crane

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Crawler Crane</i>
Merk	Sumitomo
Tipe	SCX2500
Kapasitas alat	250 ton
Panjang jib (maks)	36.55 m
Panjang boom (maks)	88.40 m

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *crawler crane*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *crawler crane*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \text{ ton/jam}$$

Dimana:

- V = Kapasitas (ton)
- Fa = Faktor efisiensi alat
- T_s = Waktu siklus (T₁+T₂+T₃+T₄+T₅)
- T₁ = Waktu pengaturan *launcher* (menit)
- T₂ = Waktu pemindahan girder (menit)
- T₃ = Waktu pengangkatan girder (menit)
- T₄ = Waktu *launching* girder (menit)
- T₅ = Waktu *launcher* kembali (menit)

Waktu siklus yang digunakan merupakan waktu siklus *launcher*, karena *crawler crane* melakukan pekerjaan mengikuti *launcher*.

2.10.4 Flat Bed Truck

Flat Bed Truck merupakan salah satu jenis truk yang berfungsi untuk mobilisasi material ataupun barang-barang yang memiliki dimensi dan berat yang besar. Pada pekerjaan *erection*

girder, flat bed truck digunakan untuk membawa girder ke lokasi pemasangan girder.

Flat Bed truck yang digunakan harus dilengkapi dengan boggie karena bentang girder lebih panjang dari trailer truck itu sendiri. Saat membawa girder, ujung depan girder berada di atas trailer truck sedangkan ujung belakang girder berada di atas boggie. Pada boggie terdapat alat kemudi *power steering* yang berfungsi untuk menjaga kestabilan dalam membawa girder.



Gambar 2. 16 Trailer Truck

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 4 Spesifikasi Flat Bed Truck

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Flat Bed Truck</i>
Panjang	12 m
Lebar	25 cm
Kapasitas angkut	31 ton
Kecepatan rata-rata bermuatan	20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong	40 km/jam

Sumber: Brosur alat berat

Trailer truck yang digunakan yaitu dengan kapasitas 28 ton. Dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Panjang (L) = 12meter

2. Lebar (h) = 2,5meter
3. Tinggi (t) = 2,5meter
4. Kapasitas angkut (V) = 28 ton
5. Kecepatan bermuatan (v1) = 20km/jam
6. Kecepatan kosong (v2) = 30km/jam

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *crawler crane*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *crawler crane*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \text{ ton/jam}$$

Dimana:

- V = Kapasitas (ton)
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4+T5+T6)
- T1 = Waktu pasang sling crane (menit)
- T2 = Waktu *swing* (menit)
- T3 = Waktu perletakkan (menit)
- T4 = Waktu lepas sling crane (menit)
- T5 = Waktu balik crane (menit)
- T6 = Lain-lain

2.10.5 Truck Mixer

Truck mixer adalah alat untuk mengangkut beton *ready mix* pada jarak tertentu dari *batching plant* sampai ke tempat pengecoran. Alat ini juga dapat digunakan untuk *mixing*.



Gambar 2. 17 Truck Mixer

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 5 Spesifikasi Truck Mixer

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Truck Mixer</i>
Merk	HMM
Tipe	H-700
Kapasitas drum	13.2 m cubic
Kapasitas mixing	Max. 7 m cubic

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *truck mixer*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *truck mixer*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana:

- V = Kapasitas (m^3)
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus ($T_1+T_2+T_3+T_4$)
- T1 = Waktu memuat (menit)
- T2 = Waktu tempuh isi (menit)
- T3 = Waktu tempuh kosong (menit)
- T4 = Waktu menumpahkan (menit)

2.10.6 Concrete Pump

Concrete pump (pompa beton) adalah alat untuk memindahkan *concrete* pada saat proses pengecoran. Proses dilakukan dengan cara memompa dengan piston hidrolis secara bergantian. Beton yang akan dipompa harus memenuhi kekentalan atau *slump* tertentu dan diameter *aggregate* tertentu yang disyaratkan dalam spesifikasi alat.



Gambar 2. 18 Concrete Pump

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian
Pekerjaan Umum

Tabel 2. 6 Spesifikasi Concrete Pump

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Concrete Pump</i>
Merk	Volvo
Tipe	BSA 2109 D
Tenaga	268 HP
Kapasitas	57 m ³ /jam
Jangkauan vertikal	31,8 m
Jangkauan horizontal	244 m
Diameter pompa	125 mm

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *concrete pump*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *concrete pump*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana:

V	= Kapasitas (m^3)
Fa	= Faktor efisiensi alat
Ts	= Waktu siklus ($T1+T2$)
T1	= Waktu pengecoran (menit)
T2	= Lain-lain (menit)

2.10.7 Wheel Loader

Fungsi utamanya adalah untuk memuat material ke dalam alat pengangkut. *Wheel loader* mengangkat dari *stock pile* ke atas *dump truck*. Terdapat tiga metode dalam mengisi muatan ke dalam truck, yaitu:

1. Metode *shape loading* yaitu truck bergerak mundur saat akan dimuati oleh *loader*.
2. Metode *V-shape loading* yaitu truck tidak bergerak, pada saat pengisian material sampai penuh dan *wheel loader* bergerak maju mundur membentuk huruf V dari arah pengambilan material keposisi truck.
3. Metode *pass loading* metode ini digunakan apabila *loader* tersedia dua unit atau lebih, truck bergerak dari *loader* ke *loader* lain sampai terisi penuh.



Gambar 2. 19 Wheel loader

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 7 Spesifikasi Wheel Loader

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Wheel Loadet</i>
Merk	Kawasaki
Tipe	60ZV
Tenga	96 kW (124 HP)
Kapasitas bucket	1.6 m ³
Berat alat	8 ton

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *wheel loader*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *wheel loader*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \text{ ton/jam}$$

Dimana:

- V = Kapasitas (m^3)
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3)
- T1 = Waktu memuat (menit)
- T2 = Waktu kosong (menit)
- T3 = Lain-lain(menit)

Tabel 2. 8 Faktor Bucket (fb) Wheel Loader

Kondisi penumpahan	<i>Wheel loader</i>
Mudah	1,0 - 1,1
Sedang	0,85 - 0,95
Agak sulit	0,80 - 0,85
Sulit	0,75 - 0,80

Sumber table: Lamp-PermenPUPR28-2016

2.10.8 Dump Truck

Dump truck adalah alat untuk mengangkut (*houlung*) berbagai jenis material, pada jarak tertentu, dari lokasi pemuatan

yang biasanya menggunakan *loader* atau *excavator*, sampai ke tempat pembuangan/penimbunan. *Dump truck* untuk pekerjaan konstruksi yang pengoperasiannya melalui jalan umumnya dengan kapasitas sekitar 12 sampai 26 ton. Akan tetapi yang menggunakan jalan khusus proyek bisa menggunakan kapasitas yang lebih besar 30-40 ton.



Gambar 2. 20 Dump Truck

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 9 Spesifikasi Dump Truck

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Dump Truck</i>
Merk	Hino
Tipe	FM 260 JM
Kapasitas bucket	1.6 m ³

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *dump truck*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *dump truck*:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$$

Dimana:

V = Kapasitas (m^3)

Fa = Faktor efisiensi alat

- T_s = Waktu siklus ($T_1+T_2+T_3+T_4$)
 T_1 = Waktu ambil posisi (menit)
 T_2 = Waktu tempuh isi (menit)
 T_3 = Waktu menumpahkan (menit)
 T_4 = Waktu tempuh kosong (menit)

Tabel 2. 10 Kecepatan Dump Truck dan kondisi lapangan

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan [*]), v, km/h
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Brosur alat berat

2.10.9 Bulldozer

Bulldozer adalah tractor beroda rantai serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang digunakan untuk mendorong, menggusur, mengurug dan sebagainya. Baik untuk kondisi medan kerja yang berat sekalipun, seperti daerah berbukit, berbatu dan sebagainya. *Bulldozer* mampu beroperasi pada tanah kering hingga lembab. Faktor terpenting dari pengoperasian *bulldozer* adalah daya dukung tanah yang akan dilintasi *bulldozer* harus lebih tinggi dari daya tekan alat. Jarak *dozing* pemindahan tanah yang efektif adalah 40 m sampai dengan 50 m maksimal.



Gambar 2. 21 Bulldozer

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 11 Spesifikasi Bulldozer

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Bulldozer</i>
Merk	Komatsu
Tipe	D65E-12
Berat operasi	19125 kg
Kapasitas pisau	3.89 m ³
Lebar pisau	3415 mm
Tinggi pisau	1225 mm

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *bulldozer*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *bulldozer*:

$$Q = \frac{l \times [n(L - Lo) + Lo] \times Fb \times Fm \times 60}{Ts \times n \times N}$$

Dimana:

- q = Kapasitas pisau (m³)
- n = Jumlah lintasan (lajur)
- N = Jumlah jalur lintasan (kali)
- L = Lebar pisau (meter)
- Lo = Lebar overlap (meter)
- Fb = Faktor blade/pisau
- Fm = Faktor kemiringan blade/pisau
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus (T1+T2+T3+T4)
- T1 = Waktu ganti perseneling (menit)
- T2 = Waktu maju (menit)
- T3 = Waktu mundur (menit)
- T4 = Lain-lain (menit)

Tabel 2. 12 Faktor Blade Bulldozer

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor pisau
Mudah	Tidak keras/padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan	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: Brosur alat berat

2.10.10 Vibratory Roller (Roller Vibro)

Vibraotry roller merupakan alat berat yang digunakan untuk menggilas, memadatkan hasil timbunan, sehingga kepadatan tanah yang dihasilkan lebih sempurna. Efek yang ditimbulkan oleh alat ini adalah gaya dinamis terhadap tanah, diamana butir-butir tanah cenderung mengisi bagian-bagian kosong yang terdapat diantara butir-butirnya. Secara umum *vibratory roller* adalah suatu alat pemadat yang menggabungkan antar tekanan dan getaran. *Vibratory roller* mempunyai efisiensi pemadatan yang baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan.



Gambar 2. 22 Vibratory Roller

Sumber: Katalog Alat Berat Konstruksi 2013 Kementerian Pekerjaan Umum

Tabel 2. 13 Spesifikasi Vibrator Roller

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Vibrator Roller</i>
Merk	Catepillar
Tipe	CP533E
Tenaga	97 kW / 130 HP
Berat	11680 kg
Lebar drum	2134 mm
Diameter drum	1295 mm

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *vibrator roller*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *vibrator roller*:

$$Q = \frac{((N \times be) + bo) \times v \times 1000 \times Fa}{N}$$

Dimana:

- N = Jumlah lapis
- be (b-bo) = Lebar efektif (meter)
- b = Lebar drum (meter)
- bo = Lebar overlap (meter)
- v = Kecepatan maju/mundur (km/jam)
- Fa = Faktor efisiensi alat

2.10.11 *Water Tank Truck*

Water tank truck adalah alat pengangkut air untuk proses pemadatan. Air tersebut ada yang dimasukkan kedalam roda *tandem roller* pada saat pemadatan, ada juga yang langsung disiram di badan jalan yang akan dipadatkan.



Gambar 2. 23 Water Tank Truck
Sumber: Brosur alat berat

Tabel 2. 14 Spesifikasi Water Tank Truck

Spesifikasi Alat	
Nama alat	<i>Water tank truck</i>
Kapasitas tangki	4 liter
Kapasitas pompa air	100 liter/menit
Kebutuhan air	0.07 m ³

Sumber: Brosur alat berat

Untuk mengetahui kapasitas produksi dari *water tank truck*, maka dilakukan perhitungan produktivitas. Kapasitas produksi *water tank truck*:

$$Q = \frac{pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000}$$

Dimana:

pa = Kapasitas pompa air (liter/m)

Fa = Faktor efisiensi alat

Wc = Kebutuhan air (m³)

2.11 Material

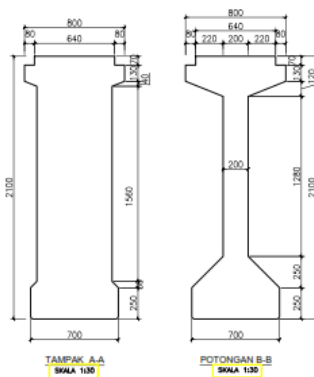
Material adalah sebuah masukan yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan. Terdapat dua jenis material yaitu material yang masih berupa bahan mentah (belum diproses) dan material yang telah diproses sebelum digunakan untuk produksi selanjutnya.

2.11.1 PCI Girder

Profil PCI girder berbentuk penampang I dengan penampang bagian tengah lebih langsing daripada penampang bagian pinggirnya. PCI girder merupakan penampang yang ekonomis, karena penampang yang dimiliki kecil jika dibandingkan dengan penampang jenis girder yang lainnya. Selain itu, berat sendiri PCI girder relative lebih ringan per unitnya. Pada proyek ini, menggunakan *precast PCI Girder*.



Gambar 2. 24 PCI Girder
Sumber: Dokumentasi proyek



Gambar 2. 25 Dimensi PCI Girder
Sumber: PT. Waskita Karya

2.11.2 Strand

Strand merupakan kawat baja yang biasa disebut sebagai baja prategang. Pada girder *strand* dianggap sebagai tulangan yang berfungsi untuk menahan beban

khususnya beban vertikal. *Strand* merupakan gabungan atau untai dari beberapa kawat tunggal (*wire*), biasanya digunakan pada beton prategang dengan sistem pasca tarik (*post tension*).



Gambar 2. 26 Strands

Sumber: Dokumentasi pribadi

2.11.3 Tie Rod

Tie rod merupakan aksesoris bekisting yang digunakan untuk menahan beban beton dan beban pekerja saat pengecoran diafragma dilakukan.

2.11.4 Besi *Hollow*

Digunakan besi *hollow* berukuran 40x40 sebagai rangka penahan beban beton dan beban pekerja yang disalurkan oleh *tie rod* saat pengecoran diafragma dilakukan.

2.11.5 Beton *Readymix*

Beton *readymix* merupakan bahan yang digunakan untuk pengecoran diafragma dan plat lantai (*slab*). Beton yang dipesan harus sesuai mutu diafragma dan slab yang telah ditentukan.



Gambar 2. 27 Beton Readymix

Sumber: Dokumentasi pribadi

2.11.6 Tulangan

Tulangan yang difabrikasi dipastikan dimensi yaitu diameter dan panjang sesuai dengan spesifikasi dan gambar.



Gambar 2. 28 Tulangan
Sumber: Dokumentasi pribadi

2.11.7 Steel Deck

Steel deck merupakan material yang digunakan sebagai alas dalam proses pembuatan plat lantai. Bentuk dari *steel deck* yaitu bergelombang. Panjang dan lebarnya bervariasi.



Gambar 2. 29 Steel Deck
Sumber: PT. Dokumentasi Waskita Karya

2.11.8 Bracing

Bracing berfungsi untuk mengikat balok girder yang telah berada pada kedudukan *pierhead*, dengan dipasang stek besi yang diikat pada *pierhead* dengan pengelasan. *Bracing* girder menggunakan besi canal C-200.

2.12 Komponen Biaya

Sebelum menganalisa biaya dan waktu, perlu untuk menentukan komponen apa saja yang mempengaruhi besarnya biaya. Besarnya biaya akan berdampak pada durasi pekerjaan. Beberapa komponen biaya yang terdapat dalam suatu proyek adalah:

2.12.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan berpengaruh dalam penentuan biaya proyek yang akan dikeluarkan. Hal ini karena perhitungan volume dapat membantu menentukan metode apa yang akan digunakan serta alat berat apa saja yang akan digunakan. Selain itu, dari perhitungan volume dapat membantu dalam menentukan kapasitas alat yang digunakan.

2.12.2 Biaya Material

Biaya material adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian kebutuhan material berdasarkan dari daftar yang telah dibuat oleh *Quantity Surveyor*.

2.12.3 Produktivitas Alat

Setelah menentukan alat berat beserta besar kapasitas yang digunakan, kemudian dilakukan perhitungan produktivitas alat berat. Produktivitas adalah perhitungan yang melibatkan volume, kapasitas alat berat dan *cycle time*.

Produktivitas alat tergantung pada kapasitas alat dan waktu siklus alat. Jika factor efisiensi alat dimasukkan, maka rumus untuk mencari produktivitas alat adalah:

$$Q = v \times N \times E$$

Dimana:

$$Q = \text{Produktivitas alat} \left(\frac{m^3}{jam}, Cu \frac{Yd}{jam} \right)$$

$$v = \text{Kapasitas alat berat} (m^3, Cu Yd)$$

$$N = \text{Jumlah siklus dalam satu jam} = \frac{60}{CT}$$

$CT = \text{Cycle Time} = 60 \text{ menit}$

$E = \text{Efisiensi}$

Cycle Time adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk melakukan satu siklus pekerjaan. Perhitungan untuk *cycle time* yaitu:

$$CT = LT + HT + RT + DT + ST + \dots$$

Dimana:

$LT = \text{Waktu muat (menit)}$

$HT = \text{Waktu angkat (menit)}$

$RT = \text{Waktu kembali (menit)}$

$DT = \text{Waktu bongkar (menit)}$

$ST = \text{Waktu tunggu (menit)}$

Setelah mengetahui volume dan produktivitas alat dari tiap pekerjaan, maka selanjutnya adalah menghitung durasi. Perhitungan durasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Volume (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas alat } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{jam}}\right)}$$

Efisiensi adalah faktor koreksi yang faktor produktivitasnya mendekati di lapangan. Berikut table efisiensi yang digunakan:

Tabel 2. 15 Efisiensi berdasarkan Kondisi Pekerjaan

Kondisi pekerjaan	Kondisi Tata Laksana				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk sekali	0.52	0.50	0.47	0.52	0.32

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan (*Sastraatmadja, 1984*)

Tabel 2. 16 Efisiensi berdasarkan Kondisi Cuaca

Kondisi Cuaca	Waktu Kerja Efektif	Efisiensi
Terang, segar	55 menit/jam	0.90%
Terang, panas, berdebu	50 menit/jam	0.83%
Mendung	45 menit/jam	0.75%
Gelap	40 menit/jam	0.66%

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan (*Sastraatmadja, 1984*)

Tabel 2. 17 Nilai efisiensi Kerja

Kualifikasi	Efisiensi Kerja	Nilai
Terampil	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau c. Pengalaman > 6000 jam	0,80
Cukup	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau c. Pengalaman > 6000 jam	0,70

Sedang	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau c. Pengalaman > 6000 jam	0,65
Kurang	a. Pendidikan STM/Sederajat b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau c. Pengalaman > 6000 jam	0,50

Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan (*Sastraatmadja, 1984*)

2.12.4 Sumber Daya Pekerja

Selain dua komponen diatas, komponen lain yang mempengaruhi besarnya biaya proyek adalah sumber daya pekerja. Dengan sumber daya pekerja dapat mempengaruhi besarnya biaya untuk upah pekerjaan. Upah pekerja dihitung dalam 1 grup. Untuk menentukan jumlah tenaga kerja dalam satu grup, harus menghitung melalui koefisien yang terdapat pada Lampiran Permen PUPR28-2016. Penentuan jumlah tenaga kerja ini dilakukan pada pekerjaan pembesian dan bekisting. Berikut merupakan koefisien tenaga kerja pekerjaan pembesian yang digunakan dalam perhitungan Tugas Akhir ini:

Tabel 2. 18 Koefisien tenaga kerja pembesian

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

Sumber: Lampiran Permen PUPR28-2016\

Berikut merupakan koefisien tenaga kerja pekerjaan bekisting yang digunakan dalam perhitungan Tugas Akhir ini:

Tabel 2. 19 Koefisien tenaga kerja bekisting

No	Uraian	Koefisien	Satuan
1	Pekerja	0,66	OH
2	Tukang Kayu	0,33	OH
3	Kepala Tukang	0,033	OH
4	Mandor	0,033	OH

Sumber: Lampiran Permen PUPR28-2016

2.13 Penjadwalan

Penjadwalan dapat dibuat dengan Microsoft Project Professional 2007. Microsoft Project Professional 2007 merupakan software administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan software ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

Microsoft Project 2007 memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Anda akan mendapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekompakan tim proyek. Anda juga akan lebih produktif dengan mengintegrasikan program-program Microsoft Office yang familiar, membuat pelaporan yang kuat, perencanaan yang terkendali dan sarana yang fleksibel.

Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. Microsoft Project 2007 dapat menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan suatu data yang akurat. Keunggulan Microsoft Project 2007 adalah kemampuannya menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah input data menjadi sebuah output data sesuai tujuannya. Pengelolaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung dengan Microsoft Project 2007

secara khusus ditujukan bagi para perencana dan praktisi yang ingin menerapkan Microsoft Project 2007 secara praktis, cepat dan aplikatif untuk mengelola proyek konstruksi bangunan gedung. Buku ini menyajikan berbagai teknik penerapan Microsoft Project 2007, mulai dari pembuatan rencana proyek, alokasi sumber daya yang tersedia, perencanaan biaya proyek, alokasi sumber daya yang tersedia, perencanaan biaya proyek, pembuatan rencana pergerakan proyek, hingga proses evaluasi terhadap proyek. Diharapkan buku ini dapat membantu para perencana proyek mengorganisir dan mengendalikan proyek konstruksi bangunan secara profesional.

Microsoft Project 2007 merupakan software yang dapat digunakan untuk membuat rancangan proyek serta melakukan manajemen dalam proyek tersebut. Kelengkapan fasilitas dan kemampuannya yang luar biasa dalam pengolahan data-data proyek menjadikan software ini paling banyak dipakai oleh operator komputer. Ini karena keberadaannya benar-benar mampu membantu dan memudahkan pemakai dalam menyelesaikan pekerjaan, terutama pekerjaan yang berhubungan dengan olah data proyek.

Berikut ini beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan Microsoft Project:

1. Dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu.
2. Dapat diperoleh secara langsung informasi aliran biaya selama periode.
3. Mudah dilakukan modifikasi, jika ingin dilakukan rescheduling.
4. Penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

2.13.1 Network Planning

Network Planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan

(*variables*) (*variables*) yang digambarkan/divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, bila perlu dilembur (tambah biaya), pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan orang dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.

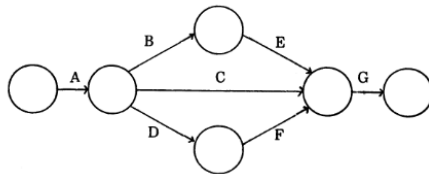
Penggunaan *Network Planning* khususnya untuk menyelesaikan suatu proyek yang hanya dilakukan sekali saja. Jadi harus dibuat NP baru untuk setiap proyek yang akan diselesaikan, misalnya pendirian rumah baru, perencanaan jalan, *rescheduling* urutan proses produksi dan sebagainya. *Network Planning* digunakan dalam tata laksana proyek. Tata laksana proyek yaitu menyelesaikan hal khusus dan hanya dilakukan sekali. Keuntungan penggunaan NP dalam tata laksana proyek:

1. Merencanakan, *scheduling* dan mengawasi proyek secara logis.
2. Memikirkan secara menyeluruh, tetapi juga mendetail dari proyek.
3. Mendokumen dan mengkomunikasikan rencana *scheduling* (waktu) dan alternated-alternatif lain penyelesaian proyek dengan tambahan biaya.
4. Mengawasi proyek dengan lebih efisien, sebab hanya jalur-jalur kritis (*Critical Path*) saja yang perlu konsentrasi pengawasan ketat.

Dalam penyusunan *Network Planning*, data yang diperlukan yaitu:

1. Urutan pekerjaan yang logis. Pekerjaan apa yang harus diselesaikan lebih dahulu sebelum pekerjaan yang lain dimulai dan pekerjaan apa yang kemudian mengikutinya.
2. Taksiran waktu penyelesaian setiap pekerjaan. Biasanya memakai waktu rata-rata berdasar pengalaman. Jika proyek tersebut baru pertama kali biasanya diberi *slack* atau kelonggaran waktu.

3. Biaya untuk mempercepat setiap pekerjaan. Ini berguna bila pekerjaan-pekerjaan yang ada di jalur kritis ingin dipercepat agar seluruh proyek lekas selesai. Misalnya biaya-biaya lembur, biaya menambah tenaga dan sebagainya.
4. Sumber-sumber. Sumber yang ada contohnya, tenaga, peralatan dan material yang diperlukan.



Gambar 2. 30 Network Planning
 Sumber: Dasar-dasar Network Planning (*Badri, 1991*)

2.13.2 Bar Chart

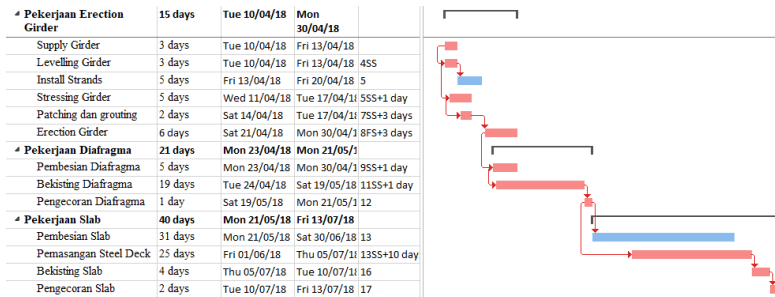
Gantt Chart adalah sejenis grafik batang (*Bar Chart*) yang digunakan untuk menunjukkan tugas-tugas pada proyek serta jadwal dan waktu pelaksanaannya, seperti waktu dimulainya tugas tersebut dan juga batas waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tugas yang bersangkutan.

Beberapa sebutan lain untuk *Gantt Chart* diantaranya adalah *Milestone Chart*, *Project Bar Chart* dan juga *Activity Chart*. *Gantt Chart* yang dikembangkan oleh Henry Laurence Gantt pada tahun 1910 ini pada dasarnya adalah suatu gambaran atas perencanaan, penjadwalan dan pemantauan (*monitoring*) kemajuan setiap kegiatan atau aktivitas pada suatu proyek.

Gantt Chart merupakan salah satu alat yang sangat bermanfaat dalam merencanakan penjadwalan dan memantau kegiatan pada suatu proyek, mengkomunikasikan kegiatan-kegiatan yang harus

dilaksanakan dan juga status pelaksanaannya. Dalam *Gantt Chart* juga dapat dilihat urutan kegiatan ataupun tugas yang harus dilakukan berdasarkan prioritas waktu yang ditentukan. Tujuan dari pembuatan *bar chart*, yaitu:

1. Untuk mengetahui waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga proyek dapat diselesaikan dengan tepat waktu.
2. Untuk mengetahui alternated jalur penyelesaian pekerjaan dan waktu penyelesaian jika melalui jalur tersebut.
3. Jika terjadi keterlambatan, maka dapat diketahui mana item pekerjaan yang harus dikontrol.



Gambar 2. 31 Bar Chart
Sumber: Dokumentasi pribadi

2.14 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Konstruksi merupakan kegiatan untuk menjamin dan melindungi tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi. Tujuan penerapan K3 pada proyek jembatan yaitu:

1. Memberikan perlindungan terhadap setiap orang yang berada di tempat kerja sehingga terjamin keselamatan dan kesehatannya akibat dari proses pada kegiatan konstruksi jembatan.
2. Memberikan jaminan perlindungan terhadap segala sumber produksi yaitu pekerja, bahan, mesin dan peralatannya

sehingga dapat digunakan secara efisien dan terhindar dari kerusakan.

3. Memberi jaminan perlindungan dan rasa aman bagi pekerja didalam melakukan pekerjaan sehingga tercapai tingkat produktivitas.

Beberapa penyebab utama kecelakaan kerja konstruksi adalah sebagai berikut:

1. Lokasi/lingkungan kerja proyek konstruksi yang berbeda-beda. Misalnya pada lokasi terbuka atau tertutup, berdiri diatas tanah datar, perbukitan, sungai maupun di laut.
2. Pengaruh cuaca pada saat pelaksanaan proyek konstruksi.
3. Tenaga kerja yang digunakan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Seberapa besar kompetensi tenaga kerja yang dimiliki dan jumlah tenaga kerja yang terlibat.
4. Peralatan kerja yang digunakan pada proyek konstruksi, spesifikasi alat, kondisi alat, *safety device*, pemeriksaan dan uji alat.
5. Material/bahan yang digunakan untuk proyek konstruksi, jenis B3, kandungan pengaruh bahan kimia terhadap manusia, peledakan dan kebakaran.
6. Metode kerja pelaksanaan proyek, kebijaksanaan dan komitmen manajemen, sistem pengawasan dan palaporan, evaluasi dan pencegahan kecelakaan.

Kesehatan dan keselamatan kerja adalah hal yang penting dan tidak boleh disepelekan oleh seluruh *crew* yang bertugas. Sehingga diadakan manajemen dan kontrol keamanan sebagai berikut:

1. Potensi bahaya yang dapat terjadi pada saat pekerjaan *erection girder* antara lain:
 - a. Kegagalan alat pada saat bekerja
 - b. Terdapat genangan (banjir di area lokasi).
 - c. Pekerja terjatuh.
 - d. Tertimpa serpihan atau material yang terjatuh.

Adapun tindakan pencegahan yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Memastikan dokumen-dokumen alat dan operator ada dan masih berlaku
 - b. Cek kondisi alat layak
 - c. Membuat rambu-rambu peringatan bahwa daerah tersebut adalah area berbahaya
 - d. Memasang garis keamanan dan *railing* untuk mencegah adanya pekerja yang terjatuh
2. Material dan Peralatan

Semua staff lapangan dan pekerja yang ditugaskan di dalam pekerjaan diberikan pengarahan keamanan, khususnya tentang pekerjaan *erection girder* pada lokasi *erection girder*. Pengarahan keamanan yang diberikan adalah seperti pemakaian Alat Pelindung Diri (APD), potensi bahaya yang dapat terjadi dan skema komunikasi jika ada bahaya. Semua personil wajib memakai Alat Pelindung Diri (APD) seperti:

- a. *Helm Safety*



Gambar 2. 32 Helm Safety
Sumber: Dokumentasi pribadi

- b. Sarung tangan



Gambar 2. 33 Sarung tangan
Sumber: Dokumentasi pribadi

c. Sepatu *Safety*



Gambar 2. 34 Safety Shoes
Sumber: Dokumentasi pribadi

d. Rompi dengan reflektor



Gambar 2. 35 Rompi dengan reflektor
Sumber: Dokumentasi pribadi

e. *Full Body Harness*



Gambar 2. 36 Full Body Harness
Sumber: Personal Fall Protection Equipment (*International Safety Equipment Association, 2011*)

3. Keamanan dan Papan Peringatan

Selama proses *erection girder* lokasi pekerjaan harus steril dari orang umum demi keselamatan dan keamanan kerja. Untuk itu di lokasi pekerjaan dipasang papan rambu, peringatan, informasi dan petunjuk arah untuk *traffic control*.

4. Jalan Akses

Jalan akses yang disediakan untuk pengiriman girder harus bersih dan aman untuk akses masuk dan keluar kendaraan berat maupun kendaraan lainnya. Selain bersih dan aman untuk kendaraan berat, jalan akses juga harus aman untuk pekerja. Jalan akses dilengkapi dengan rambu-rambu dan informasi untuk keamanan kerja.

5. Pemasangan *Safety Net* pada area proyek

Tujuan dari pengaman proyek (*safety net*), yaitu mencegah material dan alat yang digunakan jatuh serta untuk melindungi pekerja jatuh dari ketinggian.



Gambar 2. 37 Safety Net
Sumber: Dokumentasi pribadi

BAB III METODOLOGI

3.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah proses dalam mencari referensi teori yang relevan dengan suatu permasalahan. Tujuan dari proses ini yaitu untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan untuk membantu menyelesaikan permasalahan yang dibahas. Studi literatur dapat diperoleh melalui buku-buku, jurnal, artikel, survei lapangan dan lain-lainnya. Pada Tugas Akhir ini, studi literatur tersebut berisikan yaitu:

1. Metode pelaksanaan timbunan
2. Metode pelaksanaan *Erection Girder*
3. Metode pelaksanaan pekerjaan diafragma
4. Metode pelaksanaan pekerjaan slab

3.2 Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lokasi rencana pembangunan, dapat berupa wawancara, survei, dan lain-lain. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh melalui media perantara baik secara langsung maupun tidak langsung yang berupa buku, catatan, arsip, bukti yang ada dan lain-lain.

Data primer yang dibutuhkan, yaitu:

1. Survei lapangan

Data sekunder yang dibutuhkan yaitu:

1. *Detail Engineering Design* (DED)
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
3. Metode pelaksanaan
4. Spesifikasi alat dan bahan

3.3 Penyusunan Item Pekerjaan

Tahapan yang dilakukan adalah menguraikan item-item pekerjaan yang akan dikerjakan dengan tujuan agar dapat memudahkan dalam membuat penjadwalan, sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan harapan.

3.4 Menentukan Metode Pelaksanaan

Tujuan dari menentukan metode pelaksanaan yaitu untuk memberikan metode yang paling efisien dari segi biaya, waktu dan pelaksanaannya. Hasil dari perhitungan volume girder merupakan salah satu penentu metode pelaksanaan apa yang akan digunakan.

3.5 Menghitung Volume

Tahapan yang dilakukan adalah menghitung volume timbunan, volume girder yang dipakai sebagai material utama dalam pekerjaan *erection girder*, volume diafragma dan volume slab yang terdiri dari volume besi tulangan, bekisting dan beton ready mix.

3.6 Menentukan Alat dan Produktivitas

Setelah menentukan metode pelaksanaan, tahapan selanjutnya adalah menentukan alat apa saja yang akan digunakan kemudian menghitung produktivitas dari alat tersebut. Dalam menentukan alat harus terlebih dahulu mengetahui kapasitas dari alat tersebut. Dari kapasitas alat dapat dihitung produktivitas alat yang perhitungannya meliputi volume, kapasitas alat dan *cycle time*. Kemudian setelah mengetahui produktivitas alat maka dapat dilakukan perhitungan durasi pada tiap item pekerjaan.

3.7 Penjadwalan

Penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Dalam penjadwalan dapat ditentukan kapan suatu pekerjaan dimulai, ditunda dan diselesaikan.

3.8 Pembuatan *Network Planning* dan *Bar Chart*

Network Planning dan *Bar Chart* digunakan sebagai sarana untuk menghitung perkiraan waktu serta untuk mengetahui pekerjaan mana yang masuk dalam lintasan kritis dan mana yang harus diutamakan pelaksanaannya. Metode *Network Planning* yang digunakan adalah Metode Jalur Kritis (*Critical Path Method, CPM*).

3.9 Perhitungan Biaya

Besarnya biaya suatu proyek dapat diperoleh setelah mengetahui total biaya sewa, biaya material dan biaya sumber daya manusia. Agar pengeluaran biaya minimum (optimal), maka dapat dilakukan dengan mengontrol jumlah pekerja (sumber daya manusia).

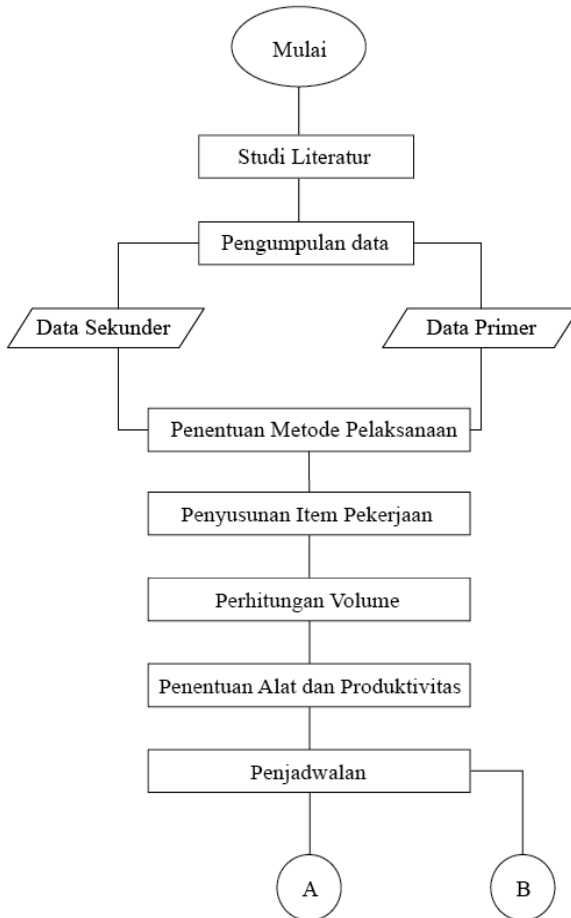
3.10 Kontrol *Network Planning* dan *Resource Needs*

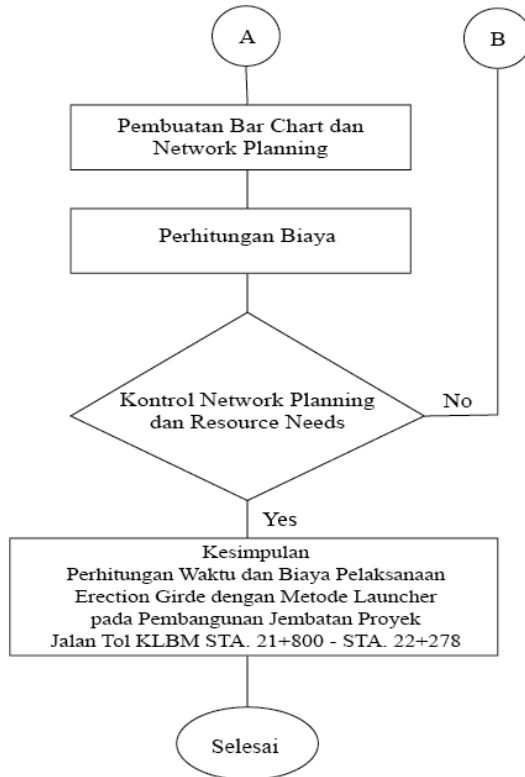
Pada tahap ini dilakukan pengecekan dengan mengontrol hasil MS Project. Komponen yang dikontrol dari hasil MS Project yaitu kebutuhan sumber daya pekerja (*resource needs*). Jika grafik kebutuhan pekerja masih terdapat fluktuasi yang tinggi, maka harus merubah pada *resource sheet* agar fluktuasi yang ada bisa berkurang. Apabila fluktuasi sudah aman, maka pekerjaan dapat lanjut ke tahapan berikutnya.

3.11 Kesimpulan

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini merupakan total waktu pekerjaan dan total biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan jembatan jalan tol pada Proyek Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM).

3.12 Diagram Alir





Gambar 3. 1 Diagram alur

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV METODE PELAKSANAAN

4.1 Metode Pelaksanaan

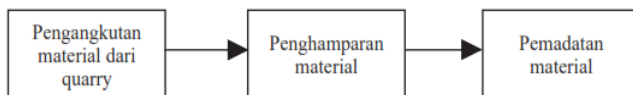
4.1.1 Pekerjaan Persiapan

1. Pekerjaan Timbunan

Timbunan pada pelaksanaan proyek ini merupakan timbunan *limestone*. Lebar timbunan 55meter dan panjang total 478 meter, dengan tebal sesuai dengan gambar dari PT. Waskita Karya. Perhitungan volume timbunan dengan cara panjang (p) x lebar (l) x tebal (t). Timbunan dibagi menjadi 12 zona, dengan 11 zona yang merupakan area jembatan dan 1 zona yang merupakan akses jalan menuju zona yang lain. Material timbunan datang dari *quarry* yang berjarak 6,6 km dari lokasi proyek. Lokasi *quarry* berada di Jalan Doktor Wahidin Sudiro Husodo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

Pada pekerjaan timbunan, dilakukan beberapa tahap pekerjaan yaitu:

1. Pengangkutan material timbunan dari *quarry* menggunakan *wheel loader*.
2. Material diangkut oleh *dump truck* dari *quarry* menuju lokasi proyek.
3. Material diangkut dengan *dump truck* dan diratakan dengan *bulldozer*. Penghamparan timbunan dilaksanakan per layer dan diawasi oleh petugas lapangan dan konsultan pengawas.
4. Material timbunan yang telah terhampar dipadatkan menggunakan *vibratory roller* sesuai jumlah lintasan pemadatan yang ditentukan, serta disiram air untuk mencapai kepadatan yang diinginkan.



Gambar 4. 1 Alur pekerjaan timbunan

2. Mobilisasi dan Demobilisasi

Mobilisasi dan demobilisasi proyek adalah kegiatan mendatangkan ke lokasi (mobilisasi) dan mengembalikan (demobilisasi) alat-alat penunjang. Alat-alat penunjang yang dibutuhkan dalam pekerjaan *erection girder*, yaitu *trolley*, *bed stressing* (alas girder), papan kayu dan pemasangan rel. Alat penunjang seperti *trolley*, *winch* dan rel sudah satu paket dengan *Launcher*.

Bed stressing sebagai bantalan penahan girder yang berupa balok beton dengan dimensi 60 cm x 40 cm x 600 cm. Sedangkan bantalan kayu sebagai pengatur elevasi antar segmen dengan dimensi kayu 4/6 dan multiplex 9mm. Saat memindahkan girder keatas tumpuan *bed stressing* dan bantalan kayu digunakan alat berat yaitu *Mobile Crane* dengan tipe Tadano TR 500M. Waktu yang dibutuhkan untuk mobilisasi dan demobilisasi yaitu selama 2 hari.

3. Setting Launcher (Perakitan Launcher)

Selain itu pada tahap ini yang dilakukan *setting launcher*. *Setting launcher* meliputi pekerjaan pendatangan dan perakitan *launcher*. *Launcher* tersusun dari baja yang menggunakan sambungan berupa baut. Bagian-bagian *launcher* yang datang ditempatkan pada *stockyard*. Setelah pendatangan girder, kemudian dilakukan perakitan *launcher* yang kemudian dilanjutkan dengan pemasangannya pada tempat yang sudah direncanakan. Pemasangan *launcher* membutuhkan dua buah *crane*. Berdasarkan survey lapangan, waktu yang dibutuhkan untuk merakit *launcher* yaitu selama **45 hari**.

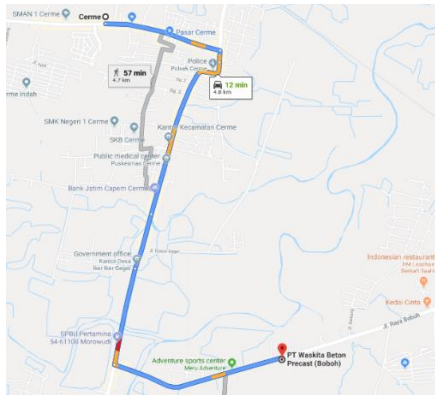
4. Pemasangan Elastomer

Elastomer yang digunakan yaitu berukuran 450 x 600 x 86 mm. Pemasangan elastomer dikerjakan setelah mobilisasi dan demobilisasi. Elastomer dipasang secara manual oleh tenaga pekerja. Dalam 1 span terdapat 12 titik elastomer bearing pad, sehingga total elastomer bearing pad sebanyak 24 buah elastomer.

4.1.2 Pekerjaan *Erection Girder*

1. *Supply Girder (Pendaftaran Girder)*

Supply girder merupakan proses mendatangkan *precast girder* dari PT. Waskita Beton *Precast* ke lokasi *stockyard* proyek yang telah disiapkan. Jarak PT. Waskita Beton *Precast* ke lokasi proyek yaitu sejauh 4,8 km. Lokasi WBP berada di Jalan Raya Boboh no. 173, Gantang, Boboh, Kec. Menganti, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Harga *precast girder* sudah termasuk biaya sewa *trailer* yang digunakan saat pendaftaran girder dari pabrik ke *stockyard*.



Gambar 4. 2 Lokasi PT. Waskita Beton Precast ke lokasi proyek Sumber: PT. Waskita Karya

Tiap girder terdiri dari 7 segmen dengan berat dan panjang berbeda-beda. Pendaftaran girder dilakukan secara segmental menggunakan *trailer*. Dalam 1 *trailer* dapat mengangkut 2 segmen girder. *Trailer* yang digunakan merupakan *flat bed trailer 40 feet*. *Flat bed truck* ini memiliki kapasitas sebesar 31ton.

Setelah segmen balok girder sudah sampai di lokasi proyek, maka yang selanjutnya dilakukan adalah penyusunan segmen girder menjadi satu bentang sebelum dilakukan *stressing girder*. Girder disusun berdasarkan urutan kode produksi yang sudah tertera di tiap segmen girder. Pengangkatan dan penyusunan girder dari trailer ke tempat *stockyard* yang berjarak 7meter dari

tempat pengangkatan girder. Pada *stockyard* dapat menampung 4 buah girder utuh dengan jarak masing-masing girder yaitu 80cm. Proses pengangkatan dan penyusunan girder menggunakan *mobile crane* Tadano (TR 500M), dengan sudut angkat 60° dan panjang *boom* ± 16m. Kapasitas *mobile crane* yaitu sebesar 15 ton. Dalam satu hari bekerja (7 jam), *mobile crane* mampu mengangkat sebanyak 28 segmen girder.

2. *Levelling Girder*

Pekerjaan Levelling girder merupakan kegiatan yang bertujuan mengatur elevasi balok girder. *Pekerjaan levelling* ada dua macam, yaitu *levelling* horizontal dan *levelling* vertikal.

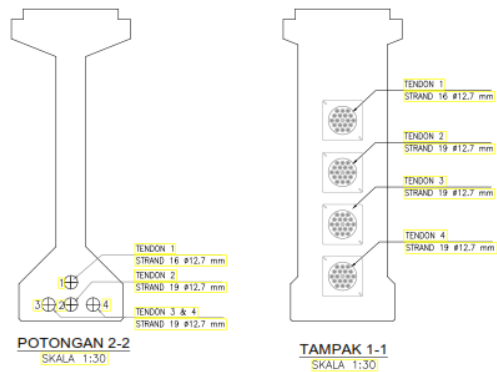
3. *Install Strand*

Install strand adalah proses memasukkan *strand* (kawat) ke tendon sesuai dengan *stressing order*. Dalam proses *install strand* membutuhkan 1 tim dari PT. Waskita Beton Precast selaku penyedia jasa. *Pekerjaan* ini dilakukan secara manual yaitu dengan tenaga kerja. *Install strand* dilakukan dengan alat *jack hydraulic*, yang dapat menginstall 19 (Sembilan belas) *strands* dalam satu kali pekerjaan.

Beberapa alat yang digunakan dalam proses *install strand* adalah *excavator*, gerinda, *scaffolding* dan *barepack*. Tipe *excavator* yang digunakan yaitu Kabelco SK 200 yang digunakan untuk mengangkut gulungan *strand*. Alat gerinda digunakan untuk memotong *strand*. *Borepack* sebagai tempat gulungan *strand*, dengan dimensi 130 cm x 130 cm, diameter 45 cm. Sedangkan untuk alat *scaffolding* digunakan sebagai alur lewat *strand* dengan dimensi 130x90x100 dan 130x90x170.

Tiap tendon memiliki jumlah *strand* yang berbeda-beda. Berikut adalah jumlah *strand* pada girder 40,8meter:

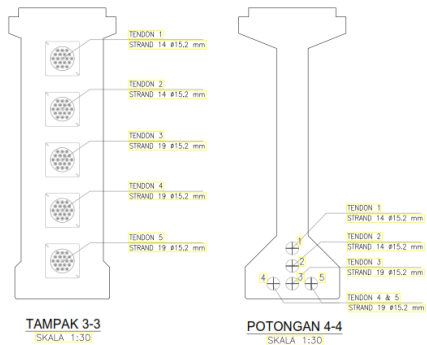
1. Tendon 1 (C1) : 16 kawat
2. Tendon 2 (C2) : 19 kawat
3. Tendon 3 (C3) : 19 kawat
4. Tendon 4 (C4) : 19 kawat



Gambar 4. 3 Layout tendon PCI Girder 40,8meter
Sumber: PT. Waskita Karya

Sedangkan jumlah strand pada girder 50,8meter adalah sebagai berikut:

1. Tendon 1 (C1) : 14 kawat
2. Tendon 2 (C2) : 14 kawat
3. Tendon 3 (C3) : 19 kawat
4. Tendon 4 (C4) : 19 kawat
5. Tendon 5 (C5) : 19 kawat



Gambar 4. 4 Layout tendon PCI Girder 50,8meter
Sumber: PT. Waskita Karya

4. *Stressing Girder*

Stressing girder adalah proses penarikan *strand* (kawat) yang ada di dalam girder. Girder yang ditarik harus mencapai minimum kuat tekan karakteristik yang telah ditentukan. Kekuatan yang diberikan pada saat proses penarikan mengikuti modul *Stressing* yang dibuat oleh PT. Waskita Beton Precast. Sebelum *stressing girder* dilakukan, girder direkatkan dengan perekat beton (Sika 31 CS) di tiap sambungan girder. Tujuan perekatan girder yaitu untuk menyambungkan segmen girder.

Stressing girder menggunakan beberapa alat seperti *anchor blok*, *anchor grip blok*, *jacking force* dan manometer. *Anchor blok* dengan tebal 6 cm, diameter 18 cm, yang berfungsi sebagai penarik dan pengunci *strand*. *Anchor grip wedges* dengan diameter dalam 1,5 cm dan diameter luar 4,5 cm dan panjang 7 cm. Manometer digunakan sebagai alat pembacaan tekan. Urutan dalam melakukan *stressing girder* bentang 40,8meter adalah sebagai berikut:

1. *Stressing C2: 74.21% Jacking Force*
2. *Stressing C1: 74.52% Jacking Force*
3. *Stressing C3: 36.84% Jacking Force*
4. *Stressing C4: 73.15% Jacking Force*
5. *Stressing C3: 73.68% Jacking Force*

Sedangkan urutan dalam melakukan *stressing girder* bentang 50,8meter adalah sebagai berikut:

1. *Stressing C1: 78% Jacking Force*
2. *Stressing C2: 78% Jacking Force*
3. *Stressing C3: 78% Jacking Force*
4. *Stressing C4: 78% Jacking Force*
5. *Stressing C5: 78% Jacking Force*

Prosedur kerja *stressing girder* adalah sebagai berikut:

1. *Memasang* angkur blok pada *strands* yang akan di *stressing*. Kemudian memastikan posisi *strands* sudah benar.
2. Apabila posisi sudah benar, kemudian memasang *wedges*, lalu *hydraulic jack*.

3. Setelah semua selesai dipasang, maka dilakukan penarikan (*stressing*) sesuai dengan *jacking force* yang telah direncanakan.

5. Grouting dan Grouting Girder

Grouting adalah proses penutupan celah tendon pada girder dengan *ready mix*. Tujuannya adalah untuk mencegah terjadinya korosi juga untuk mengikat *strand* dengan beton disekelilingnya menjadi satu kesatuan. Sedangkan *patching* adalah proses penempelan atau *penutupan* angkur *strand* yang terdapat pada kedua sisi balok girder yang sudah di *stressing* dengan menggunakan beton. Fungsinya yaitu untuk melindungi *strand* baja dari korosi.

Bahan yang digunakan untuk *grouting* yaitu campuran semen dengan air dan ditambahkan bahan *additive* (Cabex). Alat yang digunakan untuk membuat beton yaitu dengan *grouting pump*, diameter 0,7meter dan tinggi 0,7meter. Satu kali *mixing* membutuhkan 4 sak semen, 05liter Cabex dan air secukupnya. Selanjutnya dilakukan persiapan-lubang-lubang dan membersihkannya apabila terdapat sumbatan pada lubang tersebut. Campuran *mixing* dipompa kedalam tendon melalui selang dengan diameter 2.3 cm. Selanjutnya akan dilakukan *patching* menggunakan beton yang sesuai dengan mutu beton girder. Bahan yang digunakan adalah mortar instan untuk menghaluskan permukaan (MU200). Setelah 2x24 jam, girder siap untuk diangkat.

6. Erection Girder

Konstruksi yang digunakan pada pembangunan jembatan Proyek Jalan Tol KLBM adalah PCI Girder (Balok I-Girder).

Dari data yang diberikan oleh PT. Waskita Beton Precast, digunakan PCI Girder dengan bentang 40,8meter dan 50,8 meter. Spesifikasi PCI Girder dengan bentang 40,8meter adalah sebagai berikut:

1. Tipe Girder = E

2. Tinggi girder (H) = 2,1 m
3. Panjang girder (L) = 40,8 m
4. Lebar girder = 0,82 m
5. Jarak antar girder = 2,1 m
6. Berat = 85 ton

Sedangkan spesifikasi PCI Girder dengan bentang 50,8meter adalah sebagai berikut:

1. Tipe Girder = E
2. Tinggi girder (H) = 2,8 m
3. Panjang girder (L) = 50,8 m
4. Lebar girder = 0,82 m
5. Jarak antar girder = 2,1 m
6. Berat = 120 ton

Kegiatan *erection girder* dengan menggunakan *metode launcher* dimulai dari pengangkatan sampai pengangkatan girder yang kemudian diluncurkan ke atas *bearing pad* yang telah ditentukan. Berikut merupakan metode pelaksanaan *erection girder* menggunakan *launcher*:

1. Setting dan install launcher

Setting launcher dengan menggunakan 2 buah crane.

2. Erection girder dari *pier head* ke *pier head*.

- a. Persiapan posisi pekerja dan alat.
- b. Girder yang telah di *stressing*, berada di bawah *pier head*. Kemudian *launcher* bergerak ke posisi girder yang akan diangkat.
- c. Pengangkatan girder dengan kedua *hoisting trolley*.
- d. Kemudian *trolley* mulai dinaikkan sampai masuk ke dalam celah antar *truss launcher*. Selanjutnya *truss launcher* bergeser ke kiri-kanan menuju posisi perletakan girder.
- e. *Trolley girder* diturunkan perlahan menuju titik perletakan girder. Girder diletakkan tepat di tumpuan *bearing pad*.
- f. *Install bracing girder*.

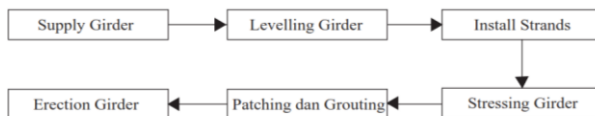
Karna balok girder yang terpasang baru titik pertama, rawan terjadi guling jika ada getaran yang berlebihan, maka diberikan pengaku/*bracing*. *Bracing girder* berfungsi untuk mengikat

balok girder yang telah berada pada kedudukan *pier head* dengan dipasang stek besi yang diikat pada *pier head* dengan pengelasan.

g. *Launcher* kembali ke posisi girder selanjutnya.

Launcher bergerak kembali ke posisi sejajar dengan titik perletakan kedua dan *hoisting trolley* mulai membawa girder kedua menuju ke posisi pengangkatan girder pertama.

h. Pekerjaan *erection* dilanjutkan dengan metode yang sama hingga terpasang satu bentang.



Gambar 4. 5 Alur pekerjaan Erection Girder

4.1.3 Pekerjaan Diafragma

1. Pembesian Diafragma

Pemasangan besi tulangan diafragma dilakukan setelah ereksi girder dilakukan. Pada tiap span terdapat 77 buah diafragma dengan 22 buah diafragma tepi dan 55 buah diafragma dalam. Fabrikasi besi dilakukan di area fabrikasi yang berjarak 5meter dari *stockyard* span P1 – P2. Fabrikasi dilakukan oleh tenaga kerja dengan alat *bar cutter* sebagai alat pemotong besi tulangan dan *bar bender* sebagai alat pembengkok. Kemudian setelah dilakukan fabrikasi, besi tulangan dibawa ke span yang akan dilakukan pekerjaan slab dengan menggunakan *truck*. Saat berada di span yang telah ditentukan, dilakukan proses langsir yaitu menaikkan besi tulangan. Proses ini dilakukan secara manual oleh tenaga kerja.

2. Pemasangan Bekisting Diafragma

Pada rangka bekisting diafragma digunakan perkuatan penggantung dari *double* besi *hollow* menjepit *tie rod*. Besi *hollow* menumpu pada sisi atas girder. *Tie rod* berfungsi sebagai penahan bekisting bawah diafragma. Selain itu besi *hollow* yang digantungkan pada *tie rod* juga berfungsi sebagai *platform* tempat pijakan pekerja pada bagian bawah diafragma. Berikut adalah data material *tie rod*:

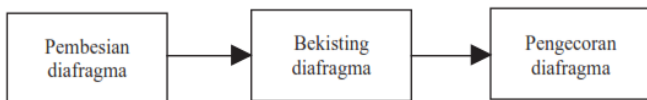
1. Diameter : 13 mm
2. Luas permukaan : 132,78 mm²
3. Mutu (fy) : 240 MPa
4. Jumlah : 4 buah

Pembersihan area yang dicor menggunakan *compressor* yang diarahkan ke sela-sela tulangan. Pembersihan bertujuan untuk menghilangkan material-material yang tidak digunakan dalam struktural seperti sampah dan debu agar mutu beton dapat terjaga kualitasnya. Sama halnya dengan pembesian, bekisting difabrikasi terlebih dahulu. Kemudian diangkat secara manual oleh tenaga kerja.

3. Pengecoran

Pengecoran diafragma menggunakan *concrete pump* dengan kapasitas tekanan boom 1500psi. Penuangan beton dari pipa tidak lebih dari ketinggian satu meter.

Pekerjaan pemadatan beton dilakukan sesaat setelah beton dituangkan. Beton dipadatkan menggunakan *vibrator*. Pemadatan dikerjakan untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam beton karena beton *readymix* umumnya mengandung 5-20% udara terjebak.



Gambar 4. 6 Alur pekerjaan diafragma

4.1.4 Pekerjaan Slab

1. Pemasangan *Steel Deck*

Pada tahap ini terdapat dua hal yang harus dilakukan, yaitu:

1. Cek dimensi *steel deck* yang datang sebelum dipasang atau difabrikasi dilapangan seperti ketebalan, panjang dan lebar *steel deck*. Pengecekan ini dilakukan oleh Tim *Quality Control*.
2. Jumlah material yang akan dipasang sudah berada di lapangan.

Pada tahap pengukuran, petugas survei memberikan *mark* atau tanda seperti tanda stop karena pengecoran dilakukan dalam dua tahap. Kemudian memasang batas atas sesuai tebal slab.

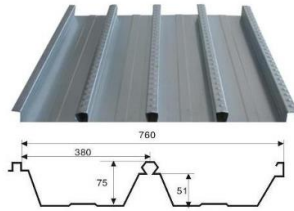
1. Pekerja memasang *steel deck* diatas girder.
2. *Steel deck* disesuaikan dengan jarak *shear connector* pada girder.
3. Pemasangan *steel deck* adalah tegak lurus terhadap arah girder memanjang. Gelombang *steel deck* searah dengan memanjang girder.

Pada saat pemasangan *steel deck*, dilakukan analisa kuat *steel deck* untuk menahan beban pekerja sebelum dilakukan pengecoran. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui keamanan *steel deck* dalam menahan beban pekerja yang sedang beraktifitas diatasnya, karena pada saat pemasangan tidak digunakan penyangga tambahan untuk menahan beban pekerja diatasnya. Spesifikasi *steel deck* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Spesifikasi steel deck

Ketebalan TCT (mm)	0,75
Material	<i>High Tensile Structural Steel</i>
Lebar efektif (mm)	760
Tinggi profil (mm)	75
Panjang (m)	Sesuai permintaan max. 15
Berat profile	8,29 kg/m'

Sumber: PT. Waskita Karya



Gambar 4. 7 Dimesnsi Steel Deck
Sumber: PT. Waskita Karya

2. Pemasangan Slab

Pemasangan besi tulangan slab dilakukan setelah 2 hari pengecoran diafragma. Fabrikasi besi dilakukan di area fabrikasi yang berjarak 5meter dari *stockyard* span P1 – P2. Fabrikasi dilakukan oleh tenaga kerja dengan alat *bar cutter* sebagai alat pemotong besi tulangan dan *bar bender* sebagai alat pembengkok. Kemudian setelah dilakukan fabrikasi, besi tulangan dibawa ke span yang akan dilakukan pekerjaan slab dengan menggunakan *truck*. Saat berada di span yang telah ditentukan, dilakukan proses langsir yaitu menaikkan besi tulangan. Proses ini dilakukan secara manual oleh tenaga kerja.

3. Pemasangan Bekisting Slab

Bekisting yang digunakan yaitu multiplek 9mm sebagai bekisting penahan beton dan kaso 5/7 sebagai plat injak saat memasang multiplek. Kaso dipasang pada kedua sisi kanan kiri slab. Sama halnya dengan pembersian, bekisting difabrikasi terlebih dahulu. Kemudian diangkat secara manual oleh tenaga kerja.

4. Pengecoran

Sebelum area slab dicor, terlebih dahulu dilakukan pembersihan area yang dicor. Pembersihan ini menggunakan *compressor* yang diarahkan ke sela-sela tulangan. Pembersihan bertujuan untuk menghilangkan material-material yang tidak

digunakan dalam struktural seperti sampah dan debu agar mutu beton tetap terjaga kualitasnya.

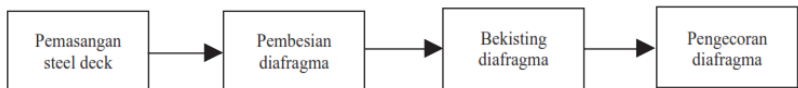
Sebelum dilakukan pengecoran beton *readymix*, terlebih dahulu dilakukan uji slump. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air beton/kelecekan beton yang berhubungan dengan mutu beton. Pengecoran slab jembatan menggunakan *mobile concrete pump (MCP)*. Berikut adalah data *slab*:

Tabel 4. 2 Ukuran slab

Slab				
No	Tipe Slab	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
1.	B-1-1	40,8	25,2	0,23
2.	B-1-1	50,8	25,2	0,23

Sumber: PT. Waskita Karya

Pekerjaan pemadatan beton dilakukan sesaat setelah beton dituangkan. Beton dipadatkan menggunakan *vibrator*. Pemadatan dilakukan untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam beton karena beton *ready mix* umumnya mengandung 5-20% udara terjebak. Udara dikeluarkan agar mutu beton terjaga kualitasnya.



Gambar 4. 8 Alur pekerjaan slab

4.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi

Tabel 4. 3 Tabel Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi

No	Pekerjaan	Lokasi/ Peralatan/Ma terial	Potensi bahaya	Pengendalian yang ada
1	Mobilisasi			
a	Mobilisasi alat berat dengan menggunakan trailer	Area proyek trailer	<ul style="list-style-type: none"> -Kondisi jalan tidak kondusif (mudah amblas, tidak rata dll) 	<ul style="list-style-type: none"> -Melakukan pemeriksaan kepada pihak yang akan mengirimkan alat berat -Memasang rambu-rambu dan penerangan petunjuk arah pada lokasi
			<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan tidak memenuhi standar 	<ul style="list-style-type: none"> -Menyediakan lahan parkir yang cukup -APD = Helm, safety shoes, rompi reflektor
2	Timbunan			
b	Timbunan biasa dan timbunan pilihan	Excavator	<ul style="list-style-type: none"> Tertimbun 	<ul style="list-style-type: none"> -Memberikan penjelasan kepada pekerja mengenai potensi bahaya
			<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan tidak memenuhi standar 	<ul style="list-style-type: none"> -Memasang barikade di sekitar timbunan dan pemasangan rambu Dilarang Melintas dan Awas Bahaya Longsor -APD = Helm dan sepatu keselamatan
3	Erection Girder			
c	Erection Girder menggunakan Launcher dan Crawler Crane	Area proyek erection	<ul style="list-style-type: none"> -Crane terguling 	<ul style="list-style-type: none"> -Memberikan penjelasan kepada pekerja mengenai potensi bahaya -APD = Helm, safety shoes, earplug, pakaian tertutup
			<ul style="list-style-type: none"> - Tertimpa balok girder 	<ul style="list-style-type: none"> -Menggunakan pengaku (bracing) pada girder -APD = Helm, safety shoes, sarung tangan, pakaian tertutup
			<ul style="list-style-type: none"> - Jatuh dari ketinggian -Sling putus 	<ul style="list-style-type: none"> -Memasang net pada area proyek erection -APD = Helm, safety shoes, sarung tangan, pakaian tertutup, body harness
			<ul style="list-style-type: none"> -Launcher over capacity - Bantalan launcher tidak stabil 	<ul style="list-style-type: none"> -Melakukan tes kapasitas sebelum dilakukan ereksi -APD = Helm, safety shoes, sarung tangan, pakaian tertutup, body harness

BAB V PERHITUNGAN

5.1 Perhitungan Volume

5.1.1 Pekerjaan Persiapan

1. Timbunan

Pada tahap persiapan, volume tanah yang digunakan sebagai timbunan adalah tanah kapur (*limestone*). Berikut perhitungan volume timbunan:

$$V = p \times l \times t \times Fh \times Fk$$

Dimana:

V = Volume (m^3)

P = Panjang timbunan (m)

L = Lebar timbunan (m)

t = Tebal timbunan (m)

Fh = Faktor kehilangan (diambil 20%)

Fk = Faktor pengembangan (padat ke asli = 1,1)

Perhitungan volume timbunan zona 1:

$$V = ((1/2 \times 16,7 \text{ m} \times 1,6) + (1/2 \times (1,63 + 2,4) \times 1,1) + (2,4 \times 21,17)) \times 65,2 \text{ m} \times 0,2 \times 1,1$$

$$V = 3855,17 \text{ m}^3$$

Dari perhitungan di atas, maka volume total pekerjaan timbunan yaitu sebesar $33708,58 \text{ m}^3$.

Tabel 5. 1 Volume timbunan

Zona	Span	Faktor kehilangan	Faktor pembang	Volum akhir
		%		m3
1	P1 - P2	20	1,1	3855,17
2	P2 - P3	20	1,1	5669,33
3	P3 - P4	20	1,1	2517,97
4	P4 - P5	20	1,1	4252,00
5	P5 - P6	20	1,1	3070,89
6	P6 - P7	20	1,1	3070,89
7	P7 - P8	20	1,1	2952,78
8	P8 - P9	20	1,1	2834,67
9	P9 - P10	20	1,1	984,26
10	P10 - P11	20	1,1	1889,78
11	P11 - P12	20	1,1	2126,00
12	Akses jalan	20	1,1	484,85
Volume Total				33708,58

2. Setting Launcher (Perakitan Launcher)

Volume yang dimaksud pada perakitan launcher adalah jumlah launcher yang akan digunakan. Launcher yang akan digunakan yaitu sebanyak 1 buah (sepasang).

3. Pemasangan Elastomer

Volume yang dimaksud merupakan jumlah elastomer pada tiap span. Pada tiap span, jumlah elastomer yaitu sebanyak 24 buah. Sehingga total jumlah elastomer pada seluruh span (P1-P12) sebanyak **264 buah**.

5.1.1 Pekerjaan *Erection Girder*

1. *Supply Girder (Pendaftaran Girder)*

Volume girder yang dimaksud adalah berat tiap segmen girder. Karena pada pendaftaran girder menggunakan *trailer truck* dengan kapasitas angkut 31 ton, maka dihitung berat tiap segmen (ton). Perhitungan berat segmen girder adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat} = L_p \times P \times B_j$$

Dimana:

- L_p = Luas penampang (m^2)
 P = Bentang segmen (m)
 BJ = Berat jenis beton kg/m^3

Perhitungan berat segmen no. 1 girder 40,8meter:

$$L_p = \left((64 \times 7) + (80 \times 13) + \left(\frac{1}{2} \times 8 \times 4 \right) + (60 \times 156) + \left(\frac{1}{2} \times 5 \times 5 \right) + (70 \times 25) \right) cm = 12655 cm^2$$

$$Berat = 1,2655 m^2 \times 2,2 m \times 2400 kg/m^3$$

$$Berat = 6,68 ton$$

Tabel 5. 2 Berat segmen girder 40,8m

No Segmen	Luas penampang	Panjang	Berat jenis	Berat
	m ²	m	kg/m ³	ton
1	1,27	2,2	2400	6,68
	0,702	3,3	2400	5,56
2	0,702	5,5	2400	9,27
3	0,702	6	2400	10,11
4	0,702	6,8	2400	11,46
5	0,702	6	2400	10,11
6	0,702	5,5	2400	9,27
7	1,266	2,2	2400	6,68
	0,702	3,3	2400	5,56
Berat total				75

Tabel 5. 3 Berat segmen girder 50,8m

No Segmen	Luas penampang	Panjang	Berat jenis	Berat
	m ²	m	kg/m ³	ton
1	1,52	2,2	2400	8,00
	0,845	4,8	2400	9,73
2	0,845	7	2400	14,19
3	0,845	7,5	2400	15,21
4	0,845	7,8	2400	15,81
5	0,845	7,5	2400	15,21
6	0,845	7	2400	14,19
7	1,52	2,2	2400	8,00
	0,845	4,8	2400	9,73
Berat total				111

2. Levelling Girder

Volume girder pada tahap ini merupakan jumlah segmen tiap girder. Masing-masing girder memiliki 7 segmen. Perhitungan total jumlah segmen:

$Total\ segmen = jumlah\ girder \times jumlah\ segmen$

$Total\ segmen = 12\ buah \times 7\ buah = 84\ buah$

Tabel 5. 4 Rekapitulasi jumlah segmen girder

Span	Bentang	Jumlah girder	Jumlah segmen	Total segmen
	m	buah	buah	buah
P1 - P2	40,8	12	7	84
P2 - P3	40,8	12	7	84
P3 - P4	50,8	12	7	84
P4 - P5	40,8	12	7	84
P5 - P6	40,8	12	7	84
P6 - P7	40,8	12	7	84
P7 - P8	40,8	12	7	84
P8 - P9	40,8	12	7	84
P9 - P10	40,8	12	7	84
P10 - P11	40,8	12	7	84
P11 - P12	40,8	12	7	84
Total				924

3. Install Strands

Volume yang dihitung pada tahap ini merupakan jumlah strands pada satu girder. Perhitungan total strands girder 40,8meter:

$Total = (C1 + C2 + C3 + C4) + jumlah\ girder$

$Total = (16 + 19 + 19 + 19)strands \times 12$

$Total = 876\ strands$

Tabel 5. 5 Rekapitulasi jumlah strands

Span	Bentang m	Jumlah Tendon buah	Jumlah strands					Total buah
			C1 buah	C2 buah	C3 buah	C4 buah	C5 buah	
P1 - P2	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P2 - P3	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P3 - P4	50,8	5	14	14	19	19	19	1020
P4 - P5	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P5 - P6	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P6 - P7	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P7 - P8	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P8 - P9	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P9 - P10	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P10 - P11	40,8	4	16	19	19	19	-	876
P11 - P12	40,8	4	16	19	19	19	-	876

4. Stressing Girder

Volume pada tahap ini sama dengan volume *install strand*. Maka total *strands* yang akan di-stressing yaitu **876 strands** untuk span 40,8meter dan **1020 strands** untuk span 50,8meter.

5. Patching dan Grouting

Volume *patching* dan *grouting* merupakan volume tendon bersih. Perhitungan volume tendon bersih merupakan hasil dari pengurangan antara volume tendon dan volume *strands*. Pada span 40,8meter, tendon yang dihitung sebanyak 4 buah tendon (C1, C2, C3 dan C4). Sedangkan span 50,8meter, tendon yang dihitung sebanyak 5 buah tendon (C1, C2, C3, C4 dan C5). Masing-masing tendon berdiameter 0,19 meter, dengan diameter *strands* yang bervariasi. Perhitungan volume *strands* pada girder 40,8meter adalah sebagai berikut:

$$Volume = \frac{1}{4} \pi (D)^2 \times L \times \text{jumlah strands}$$

Dimana:

D = Diameter *strands* (meter)

L = Bentang girder (meter)

$$Volume = \frac{1}{4} \pi (0,0125)^2 \text{ meter} \times 40,8 \text{ meter} \times 16 \\ = 0,080 \text{ m}^3$$

Berikut merupakan hasil perhitungan volume *strands* untuk *patching* dan *grouting girder*:

Tabel 5. 6 Rekapitulasi volume strands

Bentang girder	Jumlah tendon	Tipe tendon	Jumlah strands	Dimensi strands		Volume
				Diameter	Panjang	
m	buah		buah	m	m	m ³
40,8	4	C1	16	0,0125	40,8	0,080
		C2	19	0,0125	40,8	0,095
		C3	19	0,0125	40,8	0,095
		C4	19	0,0125	40,8	0,095
50,8	5	C1	14	0,0152	50,8	0,129
		C2	14	0,0152	50,8	0,129
		C3	19	0,0152	50,8	0,175
		C4	19	0,0152	50,8	0,175
		C5	19	0,0152	50,8	0,175

Perhitungan volume tendon pada girder 40,8meter adalah sebagai berikut:

$$Volume = \frac{1}{4} \pi (D)^2 \times L \times \text{jumlah tendon}$$

Dimana:

D = Diameter tendon (meter)

L = Bentang girder (meter)

$$Volume = \frac{1}{4} \pi (0,0125)^2 \text{ meter} \times 40,8 \text{ meter} \times 4$$

$$= 1,16 \text{ m}^3$$

Tabel 5. 7 Rekapitulasi volume tendon

Span	Bentang	Jumlah Tendon	Dimensi tendon		Volume tendon
			Diameter	Panjang	
	m	buah	m	m	m ³
P1 - P2	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P2 - P3	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P3 - P4	50,8	5	0,19	50,8	1,44
P4 - P5	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P5 - P6	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P6 - P7	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P7 - P8	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P8 - P9	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P9 - P10	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P10 - P11	40,8	4	0,19	40,8	1,16
P11 - P12	40,8	4	0,19	40,8	1,16

Kemudian setelah mendapatkan hasil volume *strands* dan volume tendon, dapat menghitung volume bersih tendon dengan cara sebagai berikut”

$$\text{Volume tendon bersih} = \text{volume tendon} - \text{volume strands}$$

$$\text{Volume tendon bersih} = 1,16 \text{ m}^3 - 0,080 \text{ m}^3 = 1,077 \text{ m}^3$$

Tabel 5. 8 Rekapitulasi volume bersih tendon

Span	Bentang girder	Jumlah tendon	Tipe tendon	Dimensi tendon		Volume tendon	Volume strands	Volume bersih
				Diameter	Panjang			
	m	buah		m	m	m ³	m ³	m ³
P1-P3, P4-12	40,8	4	C1	0,19	40,8	1,16	0,080	1,077
			C2	0,19	40,8	1,16	0,095	1,062
			C3	0,19	40,8	1,16	0,095	1,062
			C4	0,19	40,8	1,16	0,095	1,062
P3-P4	50,8	5	C1	0,19	50,8	1,44	0,129	1,311
			C2	0,19	50,8	1,44	0,129	1,311
			C3	0,19	50,8	1,44	0,175	1,265
			C4	0,19	50,8	1,44	0,175	1,265
			C5	0,19	50,8	1,44	0,175	1,265

6. Erection Girder

Volume *erection girder* merupakan jumlah girder dalam 1 span. Jumlah girder pada masing-masing span yaitu 12 girder. Sehingga jika terdapat 12 span, maka total girder yaitu sebanyak 132 girder, dengan girder bentang 40,8meter sebanyak **120 buah** dan girder bentang 50,8meter sebanyak **12 buah**.

5.1.2 Pekerjaan Diafragma

1. Pembesian Diafragma

Perhitungan volume untuk pembesian diafragma dihitung berdasarkan gambar Proyek Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar. Volume yang dihitung yaitu dalam satuan panjang (meter) dan dalam satuan kilogram. Volume besi tulangan dihitung sesuai dengan diameter tulangan yang direncanakan. Berikut adalah tabel berat total kebutuhan besi diafragma pada span 40,8meter:

Tabel 5. 9 Berat besi tulangan diafragma girder 40,8m

Diameter	Panjang Tulangan		Volume	
D13	1166	meter	1212,6	kg
D16	2755,9	meter	4358,46	kg
D19	246,4	meter	550,29	kg
Total	4168	meter	6121,4	kg

Berikut adalah tabel berat total kebutuhan besi diafragma pada span 50,8meter:

Tabel 5. 10 Berat besi tulangan diafragma girder 50,8m

Diameter	Panjang Tulangan		Volume	
D13	1056	meter	2744,3	kg
D16	2138,8	meter	3386,50	kg
D25	712,8	meter	1098,24	kg
Total	2852	meter	7229,0	kg

2. Bekisting Diafragma

Volume bekisting merupakan luas permukaan diafragma. Perhitungan volume bekisting adalah sebagai berikut:

$$L = \text{luas permukaan} (m^2) + \text{luas alas} (m^2)$$

Volume total bekisting diafragma pada 1 span 40,8meter adalah **442,37 m³**. Sedangkan volume total bekisting diafragma pada 1 span 50,8meter adalah **467,20 m³**.

3. Pengecoran Diafragma

Perhitungan volume pengecoran diafragma merupakan volume dari kebutuhan beton. Perhitungan volume beton diafragma:

$$V = Lp \times l$$

Dimana:

V = Volume beton (m³)

Lp = Luas permukaan penampang (m²)

L = Lebar diafragma (m)

Perhitungan volume pengecoran diafragma tepi girder 40,8meter

$$Lp = \left(\frac{1}{2} \times (1,3 + 1,5) \times 0,04\right) + (1,5 \times 1,56) + \left(\frac{1}{2} \times (2,5 + 1,4) \times 0,05\right) + (1,4 \times 0,25) Lp = 0,06 \text{ m} + 2,34 \text{ m} + 0,07 \text{ m} + 0,35 \text{ m} = 2,82 \text{ m}^2$$

$$V = 2,82 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 1,41 \text{ m}^3$$

Volume diatas merupakan volume 1 diafragma tepi span 40,8meter. Hasil volume diatas dikalikan sebanyak jumlah diafragma tepi pada tiap span. Maka volume total diafragma tepi span 40,8meter adalah:

$$V_t = V \times n$$

Dimana:

$$V_t = \text{Volume total (m}^3\text{)}$$

$$V = \text{Volume 1 diafragma (m}^3\text{)}$$

$$n = \text{Jumlah diafragma (buah)}$$

Maka,

$$V_t = 1,41 \text{ m}^3 \times 22 = 31 \text{ m}^3$$

5.1.3 Pekerjaan Slab

1. Pembesian Slab

Perhitungan volume untuk pembesian slab dihitung berdasarkan gambar Proyek Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar. Volume yang dihitung yaitu dalam satuan panjang (meter) dan dalam satuan kilogram. Volume besi tulangan dihitung sesuai dengan diameter tulangan yang direncanakan. Berikut adalah tabel berat total kebutuhan besi slab bentang 40,8 meter:

Tabel 5. 11 Volume besi tulangan diafragma girder 40,8m

Diameter	Panjang Tulangan		Volume	
D13	14592,37	meter	15176,07	kg
D16	14589,12	meter	23099,44	kg
Total	29181,49	meter	38275,51	kg

Berikut adalah tabel berat total kebutuhan besi slab bentang 50,8 meter:

Tabel 5. 12 Volume besi tulangan diafragma girder 50,8m

Diameter	Panjang Tulangan		Volume	
D13	18089,34	meter	23661,70	kg
D16	18098,35	meter	28655,72	kg
Total	18098,35	meter	52317,42	kg

2. Steel Deck dan Bekisting

Steel Deck digunakan sebagai alas slab sebelum dilakukan pengecoran dan bersifat permanen. Perhitungan volume *steel deck* span 40,8meter adalah sebagai berikut:

$$L = b \times h \times n$$

Dimana:

L = Luas *steel deck* (m^2)

b = Panjang (m)

h = Lebar (m)

t = Tebal *steel deck* (m)

n = Jumlah *steel deck*

Maka,

$$L = 40,8 \text{ m} \times 1,44 \text{ m} \times 11 = 646,27 \text{ m}^2$$

Tabel 5. 13 Luas steel deck

Dimensi			Luas	Jumlah	Total luas
b (m)	h (m)	t (mm)	m2		m2
40,8	1,44	0,75	58,752	11	646,27
50,8	1,39	0,75	70,612	11	776,73

4. Pengecoran Slab

Perhitungan volume pengecoran slab merupakan volume dari kebutuhan beton. Perhitungan volume beton untuk pengecoran slab 40,8meter adalah sebagai berikut:

$$V = p \times l \times t$$

Dimana:

V = Volume (m^3)

p = Panjang (m)

l = Lebar (m)

t = Tebal (m)

Maka,

$$V = 40,8 \text{ m} \times 25,2 \text{ m} \times 0,23 \text{ m} = 236,477m^3$$

5.2 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Pekerjaan

5.2.1 Pekerjaan Persiapan

5.2.1.1 Pekerjaan Timbunan

1. Pengangkutan material timbunan dari *quarry* ke lokasi proyek

Produktivitas Alat Berat

Pada tahap pengangkutan material timbunan dari *quarry* ke lokasi proyek, alat yang digunakan yaitu *wheel loader* dan *dump truck*.

1. *Wheel loader*

Kapasitas bucket (V)	= 1,6 m^3
Jarak (L)	= 10 meter
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,75
Faktor bucket (Fb)	= 1
Kecepatan muat (v.1)	= 15 km/jam
Kecepatan kosong (v.2)	= 25 km/jam
Waktu muat (T1)	= 0,04 menit
Waktu kosong (T2)	= 0,024 menit
Waktu lain (T3)	= 1 menit
Waktu siklus (TS)	= 1,064 menit

Jam kerja efektif (Tk) = 7 jam

Kapasitas produksi/jam =

$$Q = \frac{V \times Fa \times Fb \times 60}{TS}$$

$$Q = \frac{1,6 \times 0,75 \times 1 \times 60}{1,064} = 67,67 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = \frac{67,67 \text{ m}^3}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} = 473,68 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Dump Truck

Kapasitas produksi (V) = 20 m³

Jarak *quarry* ke proyek (L) = 6,6 km

Faktor pengembang bahan (Fk) = 1,1

Faktor alat (Fa) = 0,75

Kecepatan rata-rata bermuatan (v.1) = 20 km/jam

Kecepatan rata-rata kosong (v.2) = 30 km/jam

Waktu ambil posisi (T1) = 1 menit

Waktu tempuh isi (T2) = 19,8 menit

Waktu menumpahkan (T3) = 0,5 menit

Waktu tempuh kosong (T4) = 13,2 menit

Waktu siklus (TS) = 34,5 menit

Jam kerja efektif (Tk) = 7 jam

Kapasitas produksi/jam =

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{TS \times Fk}$$

$$Q = \frac{20 \times 0,75 \times 60}{34,5 \times 1,1} = 23,50 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 23,50 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7\text{jam} = 493,54 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Penghamparan material timbunan

Produktivitas Alat Berat

Pada tahap penghamparan material timbunan, alat yang digunakan yaitu *bulldozer*.

1. *Bulldozer*

Jarak gusur (D)	= 50 m
Lebar blade (Lb)	= 3,415 m
Tinggi blade (Tb)	= 1,15 m
Lebar overlap (Lo)	= 0,3 m
Faktor alat (Fa)	= 0,75
Faktor <i>blade</i> (Fb)	= 0,8 (mudah)
Faktor kemiringan blade (Fm)	= 1 (datar)
Kecepatan maju (v1)	= 3,4 km/jam
Kecepatan mundur (v2)	= 6,2 km/jam
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Waktu ganti perseneling (T1)	= 0,15 menit
Waktu maju (T2)	= 0,56 menit
Waktu mundur (T3)	= 0,44 menit
Waktu siklus (TS)	= 1,16 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas per siklus	=

$$q = Tb^2 \times Lb \times Fb$$

$$q = 1,15^2 \times 3,415 \times 0,8 = 3,61 \text{ m}^3$$

Kapasitas produksi/jam

$$Q = \frac{q \times Fa \times Fk \times 60}{2 \times TS}$$

$$Q = \frac{3,61 \times 0,75 \times 1,1 \times 60}{2 \times 1,16} = 77,94 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 77,94 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7\text{jam} = 545,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Pemadatan material timbunan

Produktivitas Alat Berat

Pada tahap pemadatan material timbunan, alat yang digunakan yaitu *Vibrator roller*.

1. *Vibrator Roller*

Lebar drum (b) = 2,2 m

Lebar overlap (bo) = 0,2 m

Lebar efektif (be) = 2 m

Faktor alat (Fa) = 0,75

Kecepatan maju/mundur (v) = 4 km.jam

Tebal hamparan (t) = 2 m

Tebal pemadatan (h) = 0,2 m

Jumlah lintasan perlapis (n) = 8

Jumlah lapis (N) = 10

Jam kerja efektif (Tk) = 7 jam

Kapasitas produksi/jam

$$Q = \frac{be \times v \times 1000 \times t \times Fa}{N}$$

$$Q = \frac{2 \times 4 \times 1000 \times 2 \times 60}{10} = 120 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 120 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7\text{jam} = 840 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4. *Water Tank Truck*

Volume tangka air (V) = 4 m³

Kebutuhan air material padat (Wc) = 0,07 m³

Kapasitas pompa air (pa)	= 100 liter/m
Faktor alat (Fa)	= 0,75
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	

$$Q = \frac{pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000}$$

$$Q = \frac{100 \times 0,75 \times 60}{0,75 \times 1000} = 64,29 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 64,29 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7\text{jam} = 900 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Durasi

Pada pekerjaan timbunan, kapasitas produksi yang paling menentukan adalah kapasitas produksi *vibrator roller*/hari yaitu sebesar $840 \text{ m}^3/\text{hari}$. Perhitungan durasi untuk pekerjaan timbunan adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (m}^3\text{)}}{\text{kapasitas produksi } (\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})}$$

Durasi timbunan zona 1:

$$\text{Durasi} = \frac{3855,17 \text{ m}^3}{840 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}}} = 4,59 \text{ hari}$$

Tabel 5. 14 Rekapitulasi durasi pekerjaan timbunan

Zona	Span	Faktor kehilangan	Faktor pengembang	Volum akhir	Produktivitas	Durasi
		%	Fk	m3	m3/hari	hari
1	P1 - P2	20	1,1	3855,17	840,00	4,59
2	P2 - P3	20	1,1	5669,33	840,00	6,75
3	P3 - P4	20	1,1	2517,97	840,00	3,00
4	P4 - P5	20	1,1	4252,00	840,00	5,06
5	P5 - P6	20	1,1	3070,89	840,00	3,66
6	P6 - P7	20	1,1	3070,89	840,00	3,66
7	P7 - P8	20	1,1	2952,78	840,00	3,52
8	P8 - P9	20	1,1	2834,67	840,00	3,37
9	P9 - P10	20	1,1	984,26	840,00	1,17
10	P10 - P11	20	1,1	1889,78	840,00	2,25
11	P11 - P12	20	1,1	2126,00	840,00	2,53
12	Akses jalan	20	1,1	484,85	840,00	0,58
Total				33708,58		40,13

5.2.1.2 Pemasangan Elastomer

Produktivitas

Perhatian produktivitas pemasangan elastomer adalah sebagai berikut:

- Kapasitas (V) = 4 buah
 Waktu persiapan (T1) = 10 menit
 Waktu langsir (T2) = 20 menit
 Waktu pemasangan (T3) = 5 menit
 Waktu siklus (TS) = 35 menit
 Jam kerja efektif (Tk) = 7 jam
 Kapasitas produksi/jam =

$$Q = \frac{V \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{4 \times 60}{35} = 6,85 \text{ buah/jam}$$

Produktivitas perhari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Q_t = 6,85 \frac{\text{buah}}{\text{hari}} \times 7 = 48 \text{ buah/hari}$$

Durasi

Perhitungan durasi pemasangan elastomer:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (buah)}}{\text{kapasitas produksi} \left(\frac{\text{buah}}{\text{hari}} \right)}$$

$$\text{Durasi} = \frac{264 \text{ buah}}{48 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 5,5 \text{ hari}$$

5.2.2 Pekerjaan *Erection Girder*

5.2.2.1 Pendarangan Girder (*Supply Girder*)

Cycle Time

Supply girder merupakan proses mendatangkan *precast girder* dari PT. Waskita Beton *Precast* ke lokasi *stockyard* proyek yang telah disiapkan. Girder didatangkan secara segmental dalam 1 *flat bed truck*. *Flat bed truck* datang membawa segmen girder dari pabrik PT. Waskita Beton *Precast* ke lokasi proyek. Jarak WBP ke lokasi proyek sepanjang 4,8 km.

Setelah pendarangan girder, dilakukan *setting girder*. *Setting girder* merupakan kegiatan memindahkan segmen girder dari *flat bed truck* ke *stockyard* yang telah disediakan.

Produktivitas

Pendarangan girder menggunakan *flat bed truck*. *Setting girder* menggunakan *mobile crane*.

1. *Flat Bed Truck* dari WBP ke lokasi proyek P1-P2

Kapasitas produksi (V)	= 31 ton
Jarak WBP ke lokasi proyek (L)	= 4,8 km

Faktor alat (Fa)	= 0,81
Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)	= 20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong (v2)	= 30 km/jam
Waktu tempuh isi (T1)	= 15 menit
Waktu tempuh kosong (T2)	= 10 menit
Lain-lain (T3)	= 75 menit
Waktu siklus (TS)	= 110 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	=

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{31 \times 0,81 \times 60}{110} = 13,53 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Kapasitas produksi/hari} =$$

$$Qt = Q \times Tk \times \text{jumlah alat}$$

$$Qt = 27,15 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} \times 5 = 461,38 \frac{\text{ton}}{\text{hari}} = 34 \text{ segmen girder}$$

2. Mobile Crane Tadano TR500M

Kapasitas produksi (V)	= 45 ton
Faktor alat (Fa)	= 0,83
Waktu pasang seling crane (T1)	= 1 menit
Waktu swing (T2)	= 1 menit
Waktu perletakkan (T3)	= 5 menit
Waktu lepas sling crane (T4)	= 1 menit
Waktu balik swing (T5)	= 1 menit
Waktu lain-lain (T6)	= 25 menit
Waktu siklus (TS)	= 34 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	=

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{45 \times 0,83 \times 60}{34} = 66 \text{ ton/jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 66 \text{ ton/jam} \times 7 \text{ jam} = 461,38 \text{ ton/hari}$$

Durasi

Pada pekerjaan *supply girder*, kapasitas produksi yang paling menentukan adalah kapasitas produksi *mobile crane*/hari yaitu sebesar 373,5 ton/hari. Perhitungan durasi untuk pekerjaan timbunan adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (ton)}}{\text{kapasitas produksi } \left(\frac{\text{ton}}{\text{hari}}\right)}$$

Durasi *supply girder* span P1:

$$\text{Durasi} = \frac{1020 \text{ ton}}{461,38 \text{ ton/hari}} = 2,21 \text{ hari}$$

5.2.2.2 Levelling Girder

Cycle time pada pekerjaan *levelling girder* dilakukan dengan pengamatan di lapangan. Pekerjaan ini meliputi *levelling* vertikal dan *control* horizontal.

Tabel 5. 15 Cycle time levelling girder

NO	KEGIATAN	DURASI (MENT)
1.	Persiapan alat	10
2.	<i>Levelling</i>	15
3.	<i>Finishing</i>	5
TOTAL DURASI (MENT)		30
TOTAL DURASI (JAM)		0,5

5.2.2.3 Install Strands

Cycle time yang dihitung adalah dalam 1 buah girder bentang 40,8meter yang terdiri dari 4 tendon dan 1 buah girder bentang

50,8meter yang terdiri dari 5 tendon. Berikut merupakan tabel *cycle time install PC Strand* girder bentang 40,8 meter (4 tendon):

Tabel 5. 16 Cycle time install strands girder 40,8m

NO	KEGIATAN	DURASI
		MENIT
1	Persiapan	30
2	<i>Install strand</i> (Tendon 1)	20
3	<i>Install strand</i> (Tendon 2)	20
4	<i>Install strand</i> (Tendon 3)	20
5	<i>Install strand</i> (Tendon 4)	20
11	Potong <i>strand</i>	20
TOTAL DURASI (MENIT)		130
TOTAL DURASI G1 (JAM)		2,2
TOTAL DURASI G1 (HARI)		0,3

Berikut merupakan tabel *cycle time install PC Strand* girder bentang 50,8 meter (5 tendon):

Tabel 5. 17 Cycle time install strands girder 50,8m

NO	KEGIATAN	DURASI
		MENIT
1	Persiapan	30
2	<i>Install strand</i> (Tendon 1)	20
3	<i>Install strand</i> (Tendon 2)	20
4	<i>Install strand</i> (Tendon 3)	20
5	<i>Install strand</i> (Tendon 4)	20
6	<i>Install strand</i> (Tendon 5)	20
11	Potong <i>strand</i>	25
TOTAL DURASI (MENIT)		155
TOTAL DURASI G1 (JAM)		2,6
TOTAL DURASI G1 (HARI)		0,4

Produktivitas

Produktivitas *install strands*:

$$Q = \frac{\text{Volume (buah)} \times 60}{TS}$$

$$Q = \frac{73 \text{ buah} \times 60}{240} = 235,84 \text{ buah/hari}$$

Durasi

Perhitungan durasi *install strands* girder 40,8meter:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (buah strands)}}{\text{kapasitas produksi} \left(\frac{\text{buah strands}}{\text{hari}} \right)}$$

$$\text{Durasi} = \frac{876 \text{ buah strands}}{235,84 \text{ buah/hari}} = 3,71 \text{ hari}$$

5.2.2.4 Stressing Girder

Cycle Time

Stressing girder adalah proses penarikan *strand* (kawat) yang ada di dalam girder. Proses ini dilakukan mengikuti modul *Stressing* yang dibuat oleh PT. Waskita Beton Precast. *Cycle time* dalam melakukan *stressing girder* bentang 40,8meter adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 18 Cycle time stressing girder 40,8m

NO	KEGIATAN	DURASI	KETERANGAN
		MENTI	
1.	Setting alat	10	
2.	<i>Stressing C2</i>	20	<i>74,21% Jacking Force</i>
3.	Setting alat	10	
4.	<i>Stressing C1</i>	20	<i>74,52% Jacking Force</i>
5.	Setting alat	10	
6.	<i>Stressing C3</i>	20	<i>36,84% Jacking Force</i>
7.	Setting alat	10	
8.	<i>Stressing C4</i>	20	<i>73,15% Jacking Force</i>
9.	Setting alat	10	
10.	<i>Stressing C3</i>	20	<i>73,68% Jacking Force</i>
11.	Setting alat	10	
TOTAL DURASI (MENTI)		160	
TOTAL DURASI (JAM)		2,67	

Cycle time dalam melakukan *stressing girder* bentang 50,8meter adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 19 Cycle time stressing girder 50,8m

NO	KEGIATAN	DURASI	KETERANGAN
		MENTI	
1.	Setting alat	20	
2.	<i>Stressing C1</i>	20	<i>78% Jacking Force</i>
3.	Setting alat	10	
4.	<i>Stressing C2</i>	20	<i>78% Jacking Force</i>
5.	Setting alat	10	
6.	<i>Stressing C3</i>	10	<i>78% Jacking Force</i>
7.	Setting alat	10	
8.	<i>Stressing C4</i>	20	<i>78% Jacking Force</i>
9.	Setting alat	10	
10.	<i>Stressing C5</i>	10	<i>78% Jacking Force</i>
11.	Setting alat	2	
TOTAL DURASI (MENTI)		142	
TOTAL DURASI (JAM)		2,37	

Produktivitas alat

Pada tahap *stressing girder* alat yang digunakan yaitu *stressing jack*. Berikut merupakan perhitungan produktivitas *stressing jack*:

1. *Stressing Jack*

Kapasitas produksi (V)	= 19 <i>strands</i>
Faktor alat (Fa)	= 0,81
Waktu <i>setting</i> alat (T1)	= 10 menit
Waktu <i>stressing</i> (T2)	= 20 menit
Waktu siklus (TS)	= 30 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s}$$

$$Q = \frac{19 \times 0,81 \times 60}{30} = 30,4 \text{ strands/jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 30,4 \frac{\text{strands}}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} = 212,8 \text{ strands/hari}$$

Durasi

Pada pekerjaan *stressing girder*, perhitungan durasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (buah strands)}}{\text{kapasitas produksi} \left(\frac{\text{buah strands}}{\text{hari}} \right)}$$

Durasi *stressing girder* span P1:

$$\text{Durasi} = \frac{876 \text{ buah strands}}{212,8 \text{ strands/hari}} = 4,12 \text{ hari}$$

5.2.2.5 *Patching dan Grouting*

Cycle Time

Cycle time dari *grouting* dan *patching* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 20 Cycle time patching dan grouting girder

NO	KEGIATAN	DURASI (MENIT)
1.	Persiapan alat	5
2.	<i>Mixing</i> bahan	5
3.	<i>Grouting</i>	30
4.	<i>Patching</i>	15
TOTAL DURASI (MENIT)		55
TOTAL DURASI (JAM)		0,9

Dari table diatas, dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *grouting* dan *patching* yaitu 0,9 jam atau 55 menit.

Produktivitas

Pada tahap *patching* & *grouting*, alat yang digunakan yaitu *grouting pump* yang berfungsi untuk membuat bahan *mixing*. Berikut merupakan perhitungan produktivitas alat:

1. *Grouting pump*

Kapasitas produksi (V)	= 1,077 m ³
Faktor alat (Fa)	= 0,75
Waktu <i>mixing</i> bahan (T1)	= 10 menit
Waktu siklus (TS)	= 10 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{1,077 \times 0,75 \times 60}{10} = 4,845 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 4,845 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7\text{jam} = 33,92 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Durasi

Pada pekerjaan *patching* dan *grouting*, perhitungan durasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (m}^3\text{)}}{\text{kapasitas produksi } (\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})}$$

Durasi *patching* dan *grouting* span P1:

$$\text{Durasi} = \frac{51,14 \text{ m}^3}{33,92 (\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})} = 1,51 \text{ hari}$$

Durasi *patching* dan *grouting* span P3:

$$\text{Durasi} = \frac{77,02 \text{ m}^3}{41,31 (\frac{\text{m}^3}{\text{hari}})} = 1,86 \text{ hari}$$

5.2.2.6 Erection Girder**Cycle Time**

Cycle time pekerjaan *erection girder* didapat melalui survey lapangan pada Proyek Jalan Tol KLBM. Berikut adalah *cycle time erection girder* untuk 1 span bentang 50,8 meter:

Erection Girder G1			
Pengaturan Launcher			
1	Persiapan	(T1) =	5 menit
2	Pengaturan <i>launcher</i> ke titik angkat :		
	Truss maju/mundur	(T2) =	18,27 menit
	Truss geser ke titik angkat	(T3) =	7,61 menit
3	Cek <i>launcher</i> di titik angkat	(T4) =	1 menit
4	Lain-lain	(T5) =	0 menit
	Waktu siklus	(TS1) =	31,88 menit
Pemindahan Girder			
1	Persiapan	(T1) =	5 menit
2	Pemindahan girder ke titik angkat	(T2) =	15 menit
3	Lain-lain	(T3) =	5 menit
	Waktu siklus	(TS2) =	25 menit
Pengangkatan girder			
1	Persiapan	(T1) =	5 menit
2	Pemasangan sling ke girder	(T2) =	15 menit
3	Lepas <i>bracing</i>	(T3) =	10 menit
4	Pengangkatan girder	(T4) =	6,52 menit
	Waktu siklus	(TS3) =	36,5 menit
Launching girder			
1	Persiapan	(T1) =	5 menit
2	<i>Winch</i> meluncur	(T2) =	20,32 menit
3	<i>Winch</i> geser ke titik <i>bearing pad</i>	(T3) =	8,46 menit
4	Girder turun	(T4) =	5 menit
5	Pengecekan ketepatan posisi girder	(T5) =	5 menit
6	Pelepasan sling	(T6) =	5 menit
7	<i>Bracing girder</i>	(T7) =	15 menit
	Waktu siklus	(TS4) =	63,78 menit
Launcher kembali ke tempat semula			
1	Persiapan	(T1) =	5 menit
2	<i>Winch</i> bergerak ke posisi semula	(T2) =	18,27 menit
	Waktu siklus	(TS5) =	23,27 menit
	Total waktu siklus	(TS) =	180,46 menit

Cycle time erection girder berbeda-beda tiap span, karena adanya perbedaan jarak *bearing pad*. Karena hal tersebut maka, dalam 1 span *cycle time erection girder* memiliki selisih beberapa menit.

No Girder	Ketinggian	Jarak bearing pad	Waktu siklus pengaturan launcher	Waktu siklus pemindahan girder	Waktu siklus pengangkatan girder	Waktu siklus launching girder	Waktu siklus launcher kembali ke tempat semula	Waktu siklus total erection girder
	m	m	menit	menit	menit	menit	menit	menit
G12	15	4,65	25,95	25	36,5	57,18	23,27	167,92
G11	15	6,15	26,49	25	36,5	57,78	23,27	169,06
G10	15	7,65	27,03	25	36,5	58,38	23,27	170,20
G9	15	9,15	27,56	25	36,5	58,98	23,27	171,34
G8	15	10,65	28,10	25	36,5	59,58	23,27	172,48
G7	15	12,15	28,64	25	36,5	60,18	23,27	173,62
G6	15	13,65	29,18	25	36,5	60,78	23,27	174,76
G5	15	15,15	30,80	25	36,5	61,38	23,27	176,98
G4	15	16,65	31,34	25	36,5	61,98	23,27	178,12
G3	15	18,15	30,80	25	36,5	62,58	23,27	178,18
G2	15	19,65	31,34	25	36,5	63,18	23,27	179,32
G1	15	21,15	31,88	25	36,5	63,78	23,27	180,46

Produktivitas

Pada tahap *erection girder*, alat berat yang digunakan yaitu *launcher* 155ton dan *crane* 250 ton. Berikut merupakan perhitungan produktivitas alat berat tersebut pada girder 40,8meter:

1. Launcher Comtec 155 ton – 52meter

Kapasitas produksi (V)	= 120 ton
Faktor alat (Fa)	= 0,83
Waktu pengaturan <i>launcher</i> (T1)	= 31,88 menit
Waktu pemindahan girder (T2)	= 25 menit
Waktu pengangkatan girder (T3)	= 36,5 menit
Waktu <i>launching girder</i> (T4)	= 63,78 menit
Waktu <i>launcher</i> kembali (T5)	= 23,27 menit
Waktu siklus (Ts)	= 180,46 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	=

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{120 \times 0,83 \times 60}{180,46} = 33,12 \text{ ton/jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 33,12 \text{ ton/jam} \times 7 \text{ jam} = 232 \text{ ton/hari}$$

2. Crawler Crane

Kapasitas alat (V)	= 60 ton
Faktor alat (Fa)	= 0,81
Waktu pengaturan <i>launcher</i> (T1)	= 31,88 menit
Waktu pemindahan girder (T2)	= 25 menit
Waktu pengangkatan girder (T3)	= 36,52 menit
Waktu <i>launching girder</i> (T4)	= 63,78 menit
Waktu <i>launcher</i> kembali (T5)	= 23,27 menit
Waktu siklus (TS)	= 180,46 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	=

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{T_s}$$

$$Q = \frac{60 \times 0,81 \times 60}{180,46} = 15,96 \text{ ton/jam}$$

Kapasitas produksi/hari	=
-------------------------	---

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 15,96 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} = 112 \text{ ton/hari}$$

Durasi

Pada pekerjaan *erection girder*, kapasitas produksi yang paling menentukan adalah kapasitas produksi *launcher*//hari yaitu sebesar 175 ton/hari. Perhitungan durasi untuk pekerjaan *erection girder*, adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume (ton)}}{\text{kapasitas produksi } \left(\frac{\text{ton}}{\text{hari}}\right)}$$

Durasi *erection girder* span P1:

$$\text{Durasi} = \frac{1440 \text{ ton}}{232 \left(\frac{\text{ton}}{\text{hari}}\right)} = 6,02 \text{ hari}$$

5.2.3 Pekerjaan Diafragma

5.2.3.1 Pembesian Diafragma

Produktivitas

Perhitungan produktivitas diafragma tergantung pada produktivitas dari 1 grup pekerja. Pada pekerjaan pembesian, banyaknya tenaga dalam 1 grup ditentukan dari perhitungan koefisien. Koefisien yang digunakan merupakan koefisien untuk pekerjaan 10kg pembesian. Perhitungan banyaknya tenaga kerja dalam 1 grup:

$$\text{Jumlah tenaga} = \frac{\text{koefisien tenaga}}{\text{koefisien mandor}}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = \frac{0,07}{0,007}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 17,5 \text{ orang}$$

Hasil dari perhitungan diatas merupakan perhitungan jumlah pekerja maksimum. Sehingga dalam 1 grup dapat ditentukan dengan jumlah pekerja kurang dari hasil perhitungan diatas.

Tabel 5. 21 Jumlah 1 group pekerja pembesian diafragma

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group maks	1 Group
1	Pekerja	0,07	OH	17,5	10
2	Tukang Besi	0,07	OH	17,5	10
3	Kepala Tukang	0,007	OH	1,75	1
4	Mandor	0,004	OH	1	1

Setelah menentukan jumlah tenaga dalam 1 grup, kemudian dihitung produktivitas 1 grup. Tenaga yang berpengaruh yaitu tenaga pekerja, sehingga perhitungan hanya dilakukan pada tenaga pekerja. Perhitungan produktivitas 1 grup:

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{10 \text{ kg}}{\text{koefisien pekerja}}$$

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{10 \text{ kg}}{0,07} = 142,85 \text{ kg/hari}$$

Maka dalam 1 grup:

$$Q_1 \text{ grup} = Q_1 \text{ pekerja} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$Q_1 \text{ grup} = 142,85 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 10 = 1428,5 \text{ kg/hari}$$

Durasi

Setelah menghitung produktivitas 1 grup, maka bisa dihitung durasi pekerjaan pembesian. Perhitungan durasi pekerjaan pembesian:

Durasi merupakan durasi total dari tiap pekerjaan. Perhitungan durasi:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume besi (kg)}}{Q_1 \text{ grup}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{6121,4 \text{ kg}}{1428,5 \text{ kg/hari}} = 4,28 \text{ hari}$$

5.2.3.2 Bekisting Diafragma

Produktivitas

Perhitungan produktivitas diafragma tergantung pada produktivitas dari 1 grup pekerja. Pada pekerjaan pembesian, banyaknya tenaga dalam 1 grup ditentukan dari perhitungan koefisien. Koefisien yang digunakan merupakan koefisien untuk pekerjaan 1 m² bekisting. Perhitungan banyaknya tenaga kerja dalam 1 grup:

$$\text{Jumlah tenaga} = \frac{\text{koefisien tenaga}}{\text{koefisien mandor}}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = \frac{0,66}{0,033}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 20 \text{ Orang}$$

Hasil dari perhitungan diatas merupakan perhitungan jumlah pekerja maksimum. Sehingga dalam 1 grup dapat ditentukan dengan jumlah pekerja kurang dari hasil perhitungan diatas.

Tabel 5. 22 Jumlah 1 group pekerja bekisting diafragma

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group
1	Pekerja	0,66	OH	20
2	Tukang Kayu	0,33	OH	10
3	Kepala Tukang	0,033	OH	1
4	Mandor	0,033	OH	1

Kemudian setelah menentukan jumlah tenaga dalam 1 grup, kemudian dihitung produktivitas 1 grup. Tenaga yang berpengaruh yaitu tenaga pekerja, sehingga perhitungan hanya dilakukan pada tenaga pekerja. Perhitungan produktivitas 1 grup:

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0,66}$$

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0,66} = 1,515 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Maka dalam 1 grup:

$$Q_{1 \text{ grup}} = Q_{1 \text{ pekerja}} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$Q_{1 \text{ grup}} = 1,515 \frac{\text{m}^2}{\text{hari}} \times 20 = 30,30 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Durasi

Setelah menghitung produktivitas 1 grup, maka bisa dihitung durasi pekerjaan pembesian. Perhitungan durasi pekerjaan pembesian:

Durasi merupakan durasi total dari tiap pekerjaan. Perhitungan durasi:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{Q_{1 \text{ grup}}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{489 \text{ m}^2}{30,30 \text{ m}^2/\text{hari}} = 16,14 \text{ hari}$$

5.2.3.3 Pengecoran Diafragma

Produktivitas

Pada pengecoran diafragma, alat yang digunakan yaitu *truck mixer* dan *concrete pump*.

1. *Truck Mixer*

Kapasitas alat (V)	= 7 m ³
Kapasitas produksi batching plant (Q)	= 50 m ³ /jam
Kecepatan bermuatan (v1)	= 25 km/jam
Kecepatan kosong (v2)	= 35 km/jam
Faktor efisiensi alat (Fa)	= 0,81
Jarak <i>batching plan</i> (L)	= 4,8 km
Waktu memuat (T1)	= 8,4 menit
Waktu tempuh isi (T2)	= 12 menit
Waktu tempuh kosong (T3)	= 8 menit
Waktu menumpahkan (T4)	= 10 menit
Waktu siklus (TS)	= 38 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	=

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{7 \times 0,81 \times 60}{38} = 8,92 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = \frac{8,92 \text{ m}^3}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} = 62,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. *Concrete Pump*

<i>Delivery capacity</i> (V)	= 57 m ³ /jam
Efisiensi kerja (Ek)	= 0,51
Kapasitas produksi/jam	

$$Q = V \times Ek$$

$$Q = \frac{57m^3}{jam} \times 0,51 = 29,07 m^3/jam$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 29,07 \frac{m^3}{jam} \times 7jam = 203,49 m^3/jam$$

Durasi

Perhitungan durasi pengecoran diafragma sebagai berikut:

Volume pengecoran

Kapasitas produksi concrete pump/hari

$$\frac{64,42 m^3}{203,49 m^3/hari} = 0,24 hari$$

5.2.3 Pekerjaan Slab

5.2.3.1 Pemasangan Steel Deck

Produktivitas

Perhitungan produktivitas pemasangan *steel deck* tergantung pada produktivitas dari 1 grup pekerja. Pada pekerjaan pembesian, banyaknya tenaga dalam 1 grup ditentukan dari perhitungan koefisien. Koefisien yang digunakan merupakan koefisien untuk pekerjaan 1 m^2 bekisting floor deck tipe pelat. Pehitungan banyaknya tenaga kerja dalam 1 grup:

$$Jumlah tenaga = \frac{koefisien tenaga}{koefisien mandor}$$

$$Jumlah pekerja = \frac{0,08}{0,004}$$

$$Jumlah pekerja = 20 Orang$$

Hasil dari perhitungan diatas merupakan perhitungan jumlah pekerja maksimum. Sehingga dalam 1 grup dapat ditentukan dengan jumlah pekerja kurang dari hasil perhitungan diatas.

Tabel 5. 23 Jumlah 1 group pekerja pengecoran diafragma

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group Max	1 Group
1	Pekerja	0,08	OH	20	20
2	Tukang Kayu	0,04	OH	5	5
3	Kepala Tukang	0,004	OH	0,5	0,5
4	Mandor	0,008	OH	1	1

Kemudian setelah menentukan jumlah tenaga dalam 1 grup, kemudian dihitung produktivitas 1 grup. Tenaga yang berpengaruh yaitu tenaga pekerja, sehingga perhitungan hanya dilakukan pada tenaga pekerja. Perhitungan produktivitas 1 grup:

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0,08}$$

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0,08} = 12,5 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Maka dalam 1 grup:

$$Q_{1 \text{ grup}} = Q_{1 \text{ pekerja}} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$Q_{1 \text{ grup}} = 12,5 \frac{\text{m}^2}{\text{hari}} \times 20 = 250 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Durasi

Setelah menghitung produktivitas 1 grup, maka bisa dihitung durasi pekerjaan pembesian. Perhitungan durasi pekerjaan pembesian:

Durasi merupakan durasi total dari tiap pekerjaan. Perhitungan durasi:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{Q_{1 \text{ grup}}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{699,31 \text{ m}^2}{250 \text{ m}^2/\text{hari}} = 2,80 \text{ hari}$$

5.2.3.2 Pembesian Slab

Produktivitas

Perhitungan produktivitas pembesian slab tergantung pada produktivitas dari 1 grup pekerja. Pada pekerjaan pembesian, banyaknya tenaga dalam 1 grup ditentukan dari perhitungan koefisien. Koefisien yang digunakan merupakan koefisien untuk pekerjaan 10kg pembesian. Perhitungan banyaknya tenaga kerja dalam 1 grup:

$$\text{Jumlah tenaga} = \frac{\text{koefisien tenaga}}{\text{koefisien mandor}}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = \frac{0,07}{0,004}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 17,5 \text{ Orang}$$

Hasil dari perhitungan diatas merupakan perhitungan jumlah pekerja maksimum. Sehingga dalam 1 grup dapat ditentukan dengan jumlah pekerja kurang dari hasil perhitungan diatas.

Tabel 5. 24 Jumlah 1 grup pekerja pembesian slab

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group maks	1 Group
1	Pekerja	0,07	OH	17,5	10
2	Tukang Besi	0,07	OH	17,5	10
3	Kepala Tukang	0,007	OH	1,75	1
4	Mandor	0,004	OH	1	1

Kemudian setelah menentukan jumlah tenaga dalam 1 grup, kemudian dihitung produktivitas 1 grup. Tenaga yang berpengaruh yaitu tenaga pekerja, sehingga perhitungan hanya dilakukan pada tenaga pekerja. Perhitungan produktivitas 1 grup:

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{10 \text{ kg}}{\text{koefisien pekerja}}$$

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{10 \text{ kg}}{0,07} = 142,85 \text{ kg/hari}$$

Maka dalam 1 grup:

$$Q_{1 \text{ grup}} = Q_{1 \text{ pekerja}} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$Q_{1 \text{ grup}} = 142,85 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \times 10 = 1428,5 \text{ kg/hari}$$

Durasi

Setelah menghitung produktivitas 1 grup, maka bisa dihitung durasi pekerjaan pembesian. Perhitungan durasi pekerjaan pembesian:

Durasi merupakan durasi total dari tiap pekerjaan. Perhitungan durasi:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume besi (kg)}}{Q_{1 \text{ grup}}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{3827,5 \text{ kg}}{1428,57 \text{ kg/hari}} = 26,79 \text{ hari}$$

5.2.3.3 Bekisting Slab

Produktivitas

Perhitungan produktivitas bekisting slab tergantung pada produktivitas dari 1 grup pekerja. Pada pekerjaan pembesian, banyaknya tenaga dalam 1 grup ditentukan dari perhitungan koefisien. Koefisien yang digunakan merupakan koefisien untuk pekerjaan 1 m² bekisting. Perhitungan banyaknya tenaga kerja dalam 1 grup:

$$\text{Jumlah tenaga} = \frac{\text{koefisien tenaga}}{\text{koefisien mandor}}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = \frac{0,66}{0,033}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 20 \text{ Orang}$$

Hasil dari perhitungan diatas merupakan perhitunga jumlah pekerja maksimum. Sehingga dalam 1 grup dapat ditentukan dengan jumlah pekerja kurang dari hasil perhitungan diatas.

Tabel 5. 25 Jumlah 1 grup bekisting slab

No	Uraian	Koefisien	Satuan	1 Group Max	1 Group
1	Pekerja	0,66	OH	20	20
2	Tukang Kayu	0,33	OH	10	10
3	Kepala Tukang	0,033	OH	1	1
4	Mandor	0,033	OH	1	1

Kemudian setelah menentukan jumlah tenaga dalam 1 grup, kemudian dihitung produktivitas 1 grup. Tenaga yang berpengaruh yaitu tenaga pekerja, sehingga perhitungan hanya dilakukan pada tenaga pekerja. Perhitungan produktivitas 1 grup:

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0,66}$$

$$Q_{1 \text{ pekerja}} = \frac{1 \text{ m}^2}{0,66} = 1,515 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Maka dalam 1 grup:

$$Q_{1 \text{ grup}} = Q_{1 \text{ pekerja}} \times \text{jumlah pekerja}$$

$$Q_{1 \text{ grup}} = 1,515 \frac{\text{m}^2}{\text{hari}} \times 20 = 30,30 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Durasi

Setelah menghitung produktivitas 1 grup, maka bisa dihitung durasi pekerjaan pembesian. Perhitungan durasi pekerjaan pembesian:

Durasi merupakan durasi total dari tiap pekerjaan. Perhitungan durasi:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume bekisting (m}^2\text{)}}{Q_{1 \text{ grup}}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{30,36 \text{ m}^2}{30,30 \text{ m}^2/\text{hari}} = 1 \text{ hari}$$

5.2.3.4 Pengecoran Slab

Produktivitas

Pada pengecoran slab, alat yang digunakan yaitu *truck mixer* dan *concrete pump*.

1. Truck Mixer

Kapasitas alat (V)	= 7 m ³
Kapasitas produksi batching plant (Q)	= 50 m ³ /jam
Kecepatan bermuatan (v1)	= 25 km/jam
Kecepatan kosong (v2)	= 35 km/jam
Efisiensi kerja (Ek)	= 0,51
Jarak <i>batching plan</i> (L)	= 4,8 km
Waktu memuat (T1)	= 8,4 menit
Waktu tempuh isi (T2)	= 12 menit
Waktu tempuh kosong (T3)	= 8 menit
Waktu menumpahkan (T4)	= 10 menit
Waktu siklus (TS)	= 38 menit
Jam kerja efektif (Tk)	= 7 jam
Kapasitas produksi/jam	=

$$Q = \frac{V \times Ek \times 60}{Ts}$$

$$Q = \frac{7 \times 0,51 \times 60}{38} = 4,3 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Kapasitas produksi/hari} =$$

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = \frac{4,3 \text{ m}^3}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} = 30,14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Concrete Pump

$$\text{Delivery capacity (V)} = 57 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Efisiensi kerja (Ek)} = 0,51$$

Kapasitas produksi/jam

$$Q = V \times Ek$$

$$Q = \frac{57 \text{ m}^3}{\text{jam}} \times 0,51 = 29,07 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas produksi/hari =

$$Qt = Q \times Tk$$

$$Qt = 29,07 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 7 \text{ jam} = 203,49 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Durasi

Perhitungan durasi pengecoran diafragma sebagai berikut:

Volume pengecoran

Kapasitas produksi concrete pump/hari

$$\frac{236,48 \text{ m}^3}{203,49 \text{ m}^3/\text{hari}} = 1,16 \text{ hari}$$

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI RENCANA ANGGARAN BIAYA

6.1 Analisa Harga Satuan

6.1.1 Pekerjaan Persiapan

1. Timbunan

Tabel 6. 1 Analisa Teknik Satuan Pekerjaan Timbunan

NO.	URAIAN	KODE	KOEf.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : TIMBUNAN BIASA DARI SUMBER GALIAN					
SATUAN PEMBAYARAN : M3					
I. ASUMSI					
1	Pekerjaan dilakukan secara mekanis				
2	Lokasi pekerjaan : sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan : baik				
4	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7	jam	
5	Faktor pengembangan bahan (padat ke asli)	Fk	1,11		
6	Tebal hamparan padat	t	2	M	
7	Faktor kehilangan	Fh	20%		
8	Jarak <i>quarry</i> ke lokasi proyek	L	6,6	Km	
II. URUTAN KERJA					
1	<i>Wheel loader</i> memuat ke dalam <i>dump truck</i>				
2	<i>Dump truck</i> mengangkut ke lapangan dari sumber galian ke lapangan				
3	Material diratakan menggunakan <i>bulldozer</i>				
4	Material dipadatkan menggunakan <i>vibrator roller</i> dan <i>water tank truck</i>				
5	Selama pemadatan sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dan level permukaan menggunakan alat bantu				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
1.a.	Timbunan Limestone : $v \times Fk \times Fh$		33708,58	M3	

2.	ALAT							
2.a.	<u>WHEEL LOADER</u>							
	Kapasitas bucket			V	1,6	M3		
	Jarak stock pile ke dump truck			L	10	meter		
	Faktor efisiensi alat			Fa	0,75			
	Faktor bucket			Fb	1			
	Kecepatan muat			v.1	15	km/jam		
	Kecepatan kosong			v.2	25	km/jam		
	Waktu muat			T1	0,04	menit		
	Waktu kosong			T2	0,024	menit		
	Waktu lain			T3	1	menit		
	Waktu siklus			Ts	1,064	menit		
	Kapasitas produksi/jam =							
	$V \times Fa \times Fb \times 60$			Q1	67,67	M3		kondisi
	Ts							padat
	Koefisien alat / M3 =	1 : Q1			0,0148	jam		
2.b.	<u>DUMP TRUCK</u>			(E08)				
	Kapasitas bucket			V	20	M3		
	Jarak quarry ke proyek			l	6,6	km		
	Faktor efisiensi alat			Fa	0,75			
	Kecepatan rata-rata bermuatan			v.1	20	km/jam		
	Kecepatan rata-rata kosong			v.2	30	km/jam		
	Waktu ambil posisi			T1	1	menit		
	Waktu tempuh isi =	(L.v.1) x 60		T2	19,8	menit		
	Waktu menumpahkan			T3	0,5	menit		
	Waktu tempuh kosong =	(L.v.2) x 60		T4	13,2	menit		
	Waktu siklus			Ts	34,5	menit		
	Kapasitas produksi/jam =							
	$V \times Fa \times 60$			Q1	23,50	M3		
	Ts x Fk							
	Koefisien alat / M3 =	1 : Q1		(E08)	0,043	jam		
2.c.	<u>BULLDOZER</u>							
	Jarak gusur			D	50	meter		
	Lebar blade			Lb	3,415	m		
	Tinggi blade			Tb	1,15	m		
	Lebar overlap			Lo	0,3	m		
	Faktor blade			Fb	0,8			mudah
	Faktor kemiringan blade			Fm	1			datar
	Faktor efisiensi alat			Fa	0,75			baik
	Kecepatan maju			v1	3,4	km/jam		

	Kecepatan mundur			v2	6,2	km/jam	
	Waktu ganti persneling			T1	0,15	menit	
	Waktu maju	$(1 : v.1) \times 60$		T2	0,56	menit	
	Waktu mundur	$(1 : v.2) \times 60$		T3	0,44	menit	
	Waktu siklus			Ts	1,16	menit	
	Jam kerja efektif			Tk	7	jam/hari	
	Kapasitas per siklus =						
	$Tb2 \times Lb \times Fb$			q	4	M3	
	Kapasitas produksi/jam =						
	$q \times 60 \times Fa \times Fk$			Q1	77,94	M3	
	$2 \times Ts$						
	Koefisien alat / M3 =	1 : Q1			0,0128	jam	
2.d.	<u>VIBRATOR ROLLER</u>						
	Lebar drum			b	2,2	m	
	Lebar overlap			bo	0,2	m	
	Lebar efektif =	$b - bo$		be	2	m	
	Kecepatan maju/mundur			v	4	km/jam	
	Tebal hamparan			t	2	m	
	Tebal pemadatan			h	0,2	m	
	Jumlah lintasan per lapis			n	8		
	Jumlah lapis			N	10		
	Jumlah pass			p	80		
	Faktor efisiensi alat			Fa	0,75		
	Kapasitas produksi/jam =						
	$be \times v \times 1000 \times t \times Fa$			Q1	120	M3	
	N						
	Koefisien alat / M3 =	1 : Q1			0,0083	jam	
2.e.	<u>WATER TANK TRUCK</u>						
	Volume tangki air			V	4	M3	
	Kebutuhan air			Wc	0,07	M3	
	Kapasitas pompa air			pa	100	liter/m	
	Faktor efisiensi alat			Fa	0,75		
	Kapasitas produksi/jam =						
	$pa \times Fa \times 60$			Q1	64,29	M3	
	$Wc \times 1000$						
	Koefisien alat / M3 =	1 : Q1			0,0156	jam	
2.f.	<u>ALAT BANTU</u>						
	Diperlukan alat-alat bantu kecil						
	Sekop =	3	buah				Lump Sump

3.	TENAGA						
	Produksi menentukan :						
	<i>Wheel loader</i>			Q1	120,00	M3/jam	
	Produksi timbunan per-hari =	Tk x Q1		Qt	840,00	M3/hari	
	Kebutuhan tenaga :						
		Pekerja		P	4	orang	
		Mandor		M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3						
		Pekerja = (Tk x P) : Qt		(L01)	0,033	jam	
		Mandor = (Tk x M) : Qt		(L02)	0,008	jam	

Tabel 6. 2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Timbunan

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	jam	4	0,033	Rp145.000	Rp4.833,33
2	Mandor	jam	1	0,008	Rp171.000	Rp1.425,00
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp6.258,33
B.	BAHAN					
1	Timbunan limestone	M3	33708,58	1,00	Rp85.000	Rp85.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp85.000
C.	PERALATAN					
1	<i>Wheel loader</i>	jam	2	0,030	Rp200.000	Rp5.911,11
2	<i>Dump truck</i>	jam	6	0,255	Rp100.000	Rp25.530,00
3	<i>Bulldozer</i>	jam	2	0,021	Rp150.000	Rp3.079,44
4	<i>Vibrator roller</i>	jam	1	0,008	Rp150.000	Rp1.250,00
5	<i>Water tank truck</i>	jam	1	0,016	Rp107.143	Rp1.666,67
6	Sekop	buah	3	3,00	Rp25.000	Rp75.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp112.437,22
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp203.695,55
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D				Rp30.554,33
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp234.249,89
	PEMBULATAN					Rp234.250,00

2. Mobilisasi dan Demobilisasi

Tabel 6. 3 Analisa Harga Satuan Mobilisasi dan Demobilisasi

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1	Mobilisasi	Ls	1	Rp3.000.000	Rp3.000.000,00
2	Demobilisasi	Ls	1	Rp3.000.000	Rp3.000.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp6.000.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
JUMLAH HARGA BAHAN					
C.	<u>PERALATAN</u>				
JUMLAH HARGA PERALATAN					
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B)				Rp6.000.000
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D			Rp900.000
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)				Rp6.900.000
	PEMBULATAN				Rp6.900.000

3. Pemasangan Elastomer

Tabel 6. 4 Analisa Teknik Satuan Pekerjaan Elastomer

ITEM PEMBAYARAN NO	:					
JENIS PEKERJAAN	:	PEMASANGAN ELASTOMER				
SATUAN PEMBAYARAN	:	BUAH				
NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.	
I.	ASUMSI					
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam		
2	Titik elastomer		12	titik		
3	Jumlah elastomer tiap span	n	24	buah		
II.	URUTAN KERJA					
1	Pemasangan elastomer dilakukan secara manual oleh tenaga pekerja					
2	Pemasangan elastomer dilakukan bersamaan dengan pekerjaan perakitan launcher					
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1.	BAHAN					
1.a	Elastomer Bearing Pad 600 x 450 x 86 mm		264	buah		
2.	ALAT					
3.	TENAGA					
	Produksi pemasangan perhari	Qt	48	buah/hari		
	Kebutuhan tenaga :					
	Pekerja	P	8	orang		
	Mandor	M	1	orang		
	Koefisien tenaga / M3					
	Pekerja = (Tk x P) : Qt		1,167	OH		
	Mandor = (Tk x M) : Qt		0,146	OH		

Tabel 6. 5 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Elastomer

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	8	1,167	Rp145.000	Rp169.166,67
2	Mandor	OH	1	0,146	Rp171.000	Rp24.937,50
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp194.104,17
B.	BAHAN					
1	Elastomer Bearing Pad 600 x 450 x 86 mm	buah	264	1	Rp1.000.000	Rp1.000.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp1.000.000
C.	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA PERALATAN					
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp1.194.104,17
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp179.115,63
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp1.373.219,79
	PEMBULATAN					Rp1.373.220,00

6.1.2 Pekerjaan *Erection Girder*

1. *Supply Girder*

Tabel 6. 6 Analisa Teknik Satuan Pekerjaan Supply Girder

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : <i>SUPPLY GIRDER</i>					
SATUAN PEMBAYARAN :					
I. ASUMSI					
1	PCI Girder dicetak di pabrik (<i>precast</i>)				<i>precast</i>
2	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	dari PT.
3	Tipe Girder		E		Waskita
4	Tinggi PCI Girder	H	2,1	meter	Beton
5	Bentang PCI Girder	L	40,8	meter	Precast
6	Lebar PCI Girder		0,82	meter	
7	Berat PCI Girder		85,3	ton	
8	Segmen PCI Girder	n	7	segmen	
II. URUTAN KERJA					
1	Pendatangan PCI Girder dilakukan secara segmental dari pabrik PT. Waskita Beton Precast ke lokasi proyek menggunakan <i>trailer truck</i>				
2	Jarak PT. Waskita Beton Precast ke lokasi proyek	L	4,8	km	
3	Setting Girder di <i>stockyard</i> menggunakan <i>mobile crane</i>				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
2. ALAT					
2.a TRAILER TRUCK					
	Kapasitas	V	31	ton	
	Jarak WBP ke lokasi proyek	L	4,8	km	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,8		
	Kecepatan rata-rata bermuatan	v.1	20	km/jam	
	Kecepatan rata-rata kosong	v.2	30	km/jam	
	Waktu tempuh isi	T1	14,4	menit	
	Waktu tempuh kosong	T2	9,6	menit	
	Lain - lain (tunggu)	T3	75	menit	
	Waktu siklus	TS	99	menit	
	Kapasitas Produksi/jam $2 \times v \times Fa \times 60$	Q1	30,06	ton/jam	
	Ts		2	segmen	
	Koefisien alat : $1 / Q1$		0,033	jam	

2.b	MOBILE CRANE						
	Kapasitas			V	15	ton	
	Faktor efisiensi alat			Fa	0,83		
	Waktu pasang sling crane			T1	1	menit	
	Waktu swing			T2	1	menit	
	Waktu perletakkan			T3	5	menit	
	Waktu lepas sling crane			T4	1	menit	
	Waktu balik swing			T5	1	menit	
	Lain-lain			T6	5	menit	
	Waktu siklus			TS	14	menit	
	Kapasitas Produksi/jam $v \times Fa \times 60$			Q2	53	ton/jam	
	Ts				4	segmen	
	Koefisien alat :	$1 / Q2$			0,019	jam	
3.	TENAGA						
	Produksi menentukan :						
	<i>Mobile Crane</i>			Q2	53,36	ton	
	Produksi pendaratan perhari =						
	$Tk \times Q2$			Qt	373,50	ton/hari	
	Kebutuhan tenaga :				31	segmen/hari	
		Pekerja		P	4	orang	
		Mandor		M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3						
		Pekerja =	$(Tk \times P) : Qt$	(L01)	0,0750	OH	
		Mandor =	$(Tk \times M) : Qt$	(L02)	0,0187	OH	

Tabel 6. 7 Analisa Harga Satuan Supply Girder

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	4	0,075	Rp145.000	Rp10.870,15
2	Mandor	OH	1	0,019	Rp171.000	Rp3.204,82
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp14.074,97
B.	BAHAN					
1						
	JUMLAH HARGA BAHAN					
C.	PERALATAN					
1	Trailer Truck	jam	2	0,0665	Rp205.000	Rp13.639,11
2	Mobile Crane	jam	1	0,0187	Rp450.000	Rp8.433,73
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp22.073
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp36.147,81
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp5.422,17
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp41.569,99
	PEMBULATAN					Rp41.570,00

2. Levelling Girder

Tabel 6. 8 Analisa Teknik Satuan Levelling Girder

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : LEVELLING GIRDER					
SATUAN PEMBAYARAN : BUAH					
I. ASUMSI					
1	PCI Girder dicetak di pabrik (<i>precast</i>)				<i>precast</i>
2	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	dari PT.
3	Tipe Girder		E		Waskita
4	Tinggi PCI Girder	H	2,1	meter	Beton
5	Bentang PCI Girder	L	40,8	meter	Precast
6	Lebar PCI Girder		0,82	meter	
7	Berat PCI Girder		85,3	ton	
8	Segmen PCI Girder	n	7	segmen	
II. URUTAN KERJA					
1	<i>Levelling girder</i> dikerjakan setelah pekerjaan <i>supply girder</i>				
2	<i>Levelling girder</i> dikerjakan dengan tenaga pekerja				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1.	BAHAN				
2.	ALAT				
3.	TENAGA				
	Produksi perhari tergantung pada produksi pekerjaan <i>supply girder</i>	Qt	373,50	ton/hari	
	Kebutuhan tenaga :		31	segmen/hari	
	Pekerja	P	4	orang	
	Mandor	M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3				
	Pekerja = (Tk x P) : Qt	(L01)	0,9103	OH	
	Mandor = (Tk x M) : Qt	(L02)	0,2276	OH	

Tabel 6. 9 Analisa Harga Satuan Levelling Girder

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	4	0,737	Rp145.000	Rp106.852,81
2	Mandor	OH	1	0,184	Rp171.000	Rp31.503,16
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp138.355,96
B.	BAHAN					
1						
					JUMLAH HARGA BAHAN	
C.	PERALATAN					
					JUMLAH HARGA PERALATAN	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp138.355,96
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp20.753,39
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp159.109,36
	PEMBULATAN					Rp159.110,00

3. Install PC Strands

Tabel 6. 10 Analisa Teknik Satuan Install Strands Girder 40,8meter

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : <i>INSTALL STRANDS</i>					
SATUAN PEMBAYARAN : <i>STRANDS</i>					
I. ASUMSI					
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Total strand pada PCI Girder L 40,8 meter	n1	73	strands	
4	Jumlah tendon pada PCI Girder L 40,8 meter yaitu 4 buah tendon (C1, C2, C3, C4)				
II. URUTAN KERJA					
1	<i>Install strands</i> dilakukan secara manual dengan cara mendorong <i>strands</i> masuk ke dalam tendon				
2	<i>Install strands</i> dilakukan di <i>stockyard</i>				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
1.a	Strand dia. 12.7 mm		876	buah	
1.b	Wedges Anchor Block		1	set	
2. ALAT					
3. TENAGA					
	Produksi per hari				
	Kebutuhan tenaga :	Qt	235,8462	strands/hari	
	Pekerja	P	8	orang	
	Mandor	M	1	orang	
Koefisien tenaga / M3					
	Pekerja =	(Tk x P) : Qt	(L01)	0,2374	OH
	Mandor =	(Tk x M) : Qt	(L02)	0,0297	OH

Tabel 6. 11 Analisa Harga Satuan Install Girder 40,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	8	0,237	Rp145.000	Rp34.429,22
2	Mandor	OH	1	0,030	Rp171.000	Rp5.075,34
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp39.504,57
B.	BAHAN					
1	Strand dia. 12.7 mm	buah	876	1	Rp27.600	Rp27.600
2	Wedges Anchor Block	set	1	1	Rp104.000	Rp104.000
					JUMLAH HARGA BAHAN	Rp131.600
C.	PERALATAN					
					JUMLAH HARGA PERALATAN	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp171.104,57
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp25.665,68
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp196.770,25
	PEMBULATAN					Rp196.771,00

Tabel 6. 12 Analisa Teknik Satuan Install Strands Girder 50,8meter

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : <i>INSTALL STRANDS</i>					
SATUAN PEMBAYARAN :					
I.	ASUMSI				
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Total strand pada PCI Girder L 50,8 meter	n2	85	strands	
3	Jumlah tendon pada PCI Girder L 50,8 meter yaitu 5 buah tendon (C1, C2, C3, C4, C5)				
II.	URUTAN KERJA				
1	<i>Install strands</i> dilakukan secara manual dengan cara mendorong <i>strands</i> masuk ke dalam tendon				
2	<i>Install strands</i> dilakukan di <i>stockyard</i>				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN				
1.	BAHAN				
1.a	Strand dia. 15.2 mm		1020	buah	
1.b	Wedges Anchor Block		1	set	
2.	ALAT				
3.	TENAGA				
	Produksi per hari				
	Kebutuhan tenaga :	Qt	85	strands/hari	
	Pekerja	P	8	orang	
	Mandor	M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3				
	Pekerja = $(Tk \times P) : Qt$	(L01)	0,6588	OH	
	Mandor = $(Tk \times M) : Qt$	(L02)	0,0824	OH	

Tabel 6. 13 Analisa Harga Satuan Install Girder 50,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	8	0,659	Rp145.000	Rp95.529,41
2	Mandor	OH	1	0,082	Rp171.000	Rp14.082,35
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp109.611,76
B.	BAHAN					
1	Strand dia. 15.2 mm	buah	1020	1	Rp28.000	Rp28.000
2	Wedges Anchor Block	set	1	1	Rp104.000	Rp104.000
					JUMLAH HARGA BAHAN	Rp132.000
C.	PERALATAN					
					JUMLAH HARGA PERALATAN	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp241.611,76
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp36.241,76
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp277.853,53
	PEMBULATAN					Rp277.854,00

4. Stressing Girder

Tabel 6. 14 Analisa Teknik Satuan Stressing Girder

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : STRESSING GIRDER					
SATUAN PEMBAYARAN : BUAH					
I.	ASUMSI				
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Total strand pada PCI Girder bentang 40,8m	n1	73	strands	
3	Jumlah tendon pada PCI Girder bentang 40,8m yaitu 4 buah tendon (C1, C2, C3, C4)				
II.	URUTAN KERJA				
1	Stressing girder menggunakan alat jack hydraulic				
2	Urutan <i>stressing girder</i> L 40,8 meter : C2, C1, C3, C4				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN				
1.	BAHAN				
1.a	Strand dia. 12.7 mm				
1.b	Angkur hidup 19 - 18mm				
1.c	Sika 31 CF				
2.	ALAT				
2.a	STRESSING JACK				
	Kapasitas	V	19	strands	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,8		
	Waktu <i>stressing</i>	T2	10	menit	
	Lain-lain	T3	20	menit	
	Waktu siklus	TS	30	menit	
	Kapasitas produksi/jam $V \times Fa \times 60$ Ts	Q1	30,40	strands	
	Koefisien alat : 1 / Q1		0,032895	jam	
3.	TENAGA				
	Produksi <i>stressing girder</i> per hari : Tk x Q1	Qt	212,80	strand	
	Kebutuhan tenaga :				
	Pekerja	P	8	orang	
	Mandor	M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3				
	Pekerja = (Tk x P) : Qt	(L01)	0,263	OH	
	Mandor = (Tk x M) : Qt	(L02)	0,033	OH	

Tabel 6. 15 Analisa Harga Satuan Stressing Girder 40,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA						
1	Pekerja	OH	8	0,263	Rp145.000	Rp38.157,89
2	Mandor	OH	1	0,033	Rp171.000	Rp5.625,00
JUMLAH HARGA TENAGA						Rp43.782,89
B. BAHAN						
1	Strand dia. 12.7 mm	buah	876	1,00	Rp27.600	Rp27.600
2	Wedges anchor block	set	1	1,00	Rp104.000	Rp104.000
3	Sikadur 31 CF	buah	1	1,00	Rp169.000	Rp169.000
JUMLAH HARGA BAHAN						Rp300.600
C. PERALATAN						
1	Stressing Jack	jam	1	0,0329	Rp176.500	Rp5.805,92
JUMLAH HARGA PERALATAN						Rp5.805,92
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)						Rp350.188,82
E. OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D						Rp52.528,32
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)						Rp402.717,14
PEMBULATAN						Rp402.718,00

Tabel 6. 16 Analisa Harga Satuan Stressing Girder 50,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANT ITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA						
1	Pekerja	OH	8	0,263	Rp145.000	Rp38.157,89
2	Mandor	OH	1	0,033	Rp171.000	Rp5.625,00
JUMLAH HARGA TENAGA						Rp43.782,89
B. BAHAN						
1	Strand dia. 15.2 mm	buah	1020	1	Rp28.000	Rp28.000
2	Wedges anchor block	set	1	1	Rp104.000	Rp104.000
3	Sikadur 31 CF	buah	1	1	Rp169.000	Rp169.000
JUMLAH HARGA BAHAN						Rp301.000
C. PERALATAN						
1	Stressing Jack	jam	1	0,0329	Rp176.500	Rp5.805,92
JUMLAH HARGA PERALATAN						Rp5.806
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)						Rp350.588,82
E. OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D						Rp52.588,32
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)						Rp403.177,14
PEMBULATAN						Rp403.178,00

4. Patching dan Grouting

Tabel 6. 17 Analisa Teknik Satuan Patching Grouting Girder 40,8meter

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : PATCHING DAN GROUTING GIRDER					
SATUAN PEMBAYARAN : M3					
I.	ASUMSI				
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Volume <i>patching</i> dan <i>grouting</i> girder L 40,8 meter	V1	4,262	M3	
II.	URUTAN KERJA				
1	<i>Patching</i> dan <i>grouting</i> menggunakan alat <i>grouting pump</i>				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN				
1.	BAHAN				
1.a	Semen		4	sak	
1.b	Bahan Additive (Cebex)		1	pail	
1.c	Air		1	liter	
1.d	Solar		4,2	liter	
2.	ALAT				
2.a	GROUTING PUMP				
	Kapasitas	V	1,077	M3	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,750		
	Waktu <i>mixing</i>	T1	10	menit	
	Waktu siklus	TS	10	menit	
	Kapasitas produksi/jam $V \times Fa \times 60$ Ts	Q1	4,845	M3/jam	
	Koefisien alat : 1 / Q1		0,206395	jam	
2.b	GENERATOR SET				
	Kapasitas produksi/jam	Q2	20	kVA	
	Koefisien alat : 1 / Q2		0,05		
3.	TENAGA				
	Produksi <i>patching</i> dan <i>grouting</i> per hari:				
	Tk x Q1	Qt	33,92	M3/hari	
	Kebutuhan tenaga :				
	Pekerja	P	4	orang	
	Mandor	M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3				
	Pekerja = (Tk x P) : Qt	(L01)	0,826	OH	
	Mandor = (Tk x M) : Qt	(L02)	0,206	OH	

Tabel 6. 18 Analisa Harga Satuan Patching Grouting Girder 40,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>					
1	Pekerja	OH	4	0,826	Rp145.000	Rp119.708,82
2	Mandor	OH	1	0,206	Rp171.000	Rp35.293,46
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp155.002,29
B.	<u>BAHAN</u>					
1	Semen	sak	4	1	Rp48.000	Rp48.000
2	Bahan Additive (Cebex)	pail	1	1	Rp82.000	Rp82.000
3	Air	liter	1	1	Rp15	Rp15
4	Solar Industri	liter	1	1	Rp12.800	Rp12.800
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp142.815
C.	<u>PERALATAN</u>					
1	Grouting pump	jam	1	0,206	Rp198.000	Rp40.866,12
2	Generator set	jam	1	0,05	Rp135.000	Rp6.750,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp47.616,12
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp345.433,40
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp51.815,01
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp397.248,41
	PEMBULATAN					Rp397.249,00

Tabel 6. 19 Analisa Teknik Satuan Patching Grouting Girder 50,8meter

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : PATCHING DAN GROUTING GIRDER					
SATUAN PEMBAYARAN : M3					
I.	ASUMSI				
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Volume <i>patching</i> dan <i>grouting</i> girder L 50,8 meter	V1	6,418	M3	
II.	URUTAN KERJA				
1	<i>Patching</i> dan <i>grouting</i> menggunakan alat <i>grouting pump</i>				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN				
1.	BAHAN				
1.a	Semen				
1.b	Bahan Additive (Cebex)				
1.c	Air				
1.d	Solar			liter	
2.	ALAT				
2.a	GROUTING PUMP				
	Kapasitas	V	1,311	M3	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,750		
	Waktu <i>mixing</i>	T1	10	menit	
	Waktu siklus	TS	10	menit	
	Kapasitas produksi/jam $V \times Fa \times 60$	Q1	5,901	M3/jam	
	Ts				
	Koefisien alat : $1 / Q1$		0,169471	jam	
2.b	GENERATOR SET				
	Kapasitas produksi/jam	Q2	20	KVA	
	Koefisien alat : $1 / Q2$		0,05		
3.	TENAGA				
	Produksi <i>patching</i> dan <i>grouting</i> per hari :				
	$Tk \times Q1$	Qt	41,31	M3/hari	
	Kebutuhan tenaga :				
	Pekerja	P	8	orang	
	Mandor	M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3				
	Pekerja = $(Tk \times P) : Qt$	(L01)	1,356	OH	
	Mandor = $(Tk \times M) : Qt$	(L02)	0,169	OH	

Tabel 6. 20 Analisa Harga Satuan Patching Grouting Girder 50,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	8	1,356	Rp145.000	Rp196.585,93
2	Mandor	OH	1	0,169	Rp171.000	Rp28.979,48
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp225.565,41
B.	BAHAN					
1	Semen	sak	4	1	Rp48.000	Rp48.000
2	Bahan Additive (Cebex)	pail	1	1	Rp82.000	Rp82.000
3	Air	liter	1	1	Rp15	Rp15
4	Solar Industri	liter	1	1	Rp12.800	Rp12.800
					JUMLAH HARGA BAHAN	Rp142.815
C.	PERALATAN					
1	Grouting pump	jam	1	0,1695	Rp198.000	Rp33.555,18
2	Generator set	bulan	1	0,0500	Rp135.000	Rp6.750,00
					JUMLAH HARGA PERALATAN	Rp40.305,18
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp408.685,59
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp61.302,84
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp469.988,43
	PEMBULATAN					Rp469.989,00

5. Erection Girder

Tabel 6. 21 Analisa Teknik Satuan Erection Girder 40,8meter

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : ERECTION GIRDER					
SATUAN PEMBAYARAN : BUAH					
I. ASUMSI					
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Jumlah girder tiap span	n	12	buah	
3	Tipe Girder		E		
4	Tinggi PCI Girder	H	2,1	meter	
5	Bentang PCI Girder	L	40,8	meter	
6	Lebar PCI Girder		0,82	meter	
7	Berat PCI Girder		85,3	ton	
II. URUTAN KERJA					
1	Pengangkatan girder ke titik span menggunakan <i>crawler crane</i>				
2	<i>Erection girder</i> menggunakan launcher				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
1.a	PCI Girder L 40,8 meter				
2. ALAT					
2.a	LAUNCHER				
	Kapasitas	V	85	ton	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,83		
	Waktu pengaturan <i>launcher</i>	T1	28,28	menit	
	Waktu pemindahan girder	T2	25	menit	
	Waktu pengangkatan girder	T3	36,52	menit	
	Waktu <i>launching girder</i>	T4	59,78	menit	
	Waktu <i>launcher</i> kembali	T5	19,68	menit	
	Waktu total siklus	TS	169,26	menit	
	Kapasitas produksi/jam				
	$V \times Fa \times 60$	Q1	25,01	ton/jam	
	Ts				
	Koefisien alat : $1 / Q1$		0,039986	jam	

2.b	CRAWLER CRANE					
	Kapasitas alat		V	42,5	ton	
	Faktor efisiensi alat		Fa	0,8		
	Waktu pengaturan <i>launcher</i>		T1	28,28	menit	
	Waktu pemindahan girder		T2	25	menit	
	Waktu pengangkatan girder		T3	36,52	menit	
	Waktu <i>launching girder</i>		T4	59,78	menit	
	Waktu <i>launcher</i> kembali		T5	19,68	menit	
	Waktu total siklus		TS	169,26	menit	
	Kapasitas produksi/jam					
	$V \times Fa \times 60$		Q2	12,05	ton/jam	
	Ts					
	Koefisien alat :	$1 / Q2$		0,082972	jam	
3.	TENAGA					
	Produksi menentukan :					
	<i>Launcher</i>		Q1	25,01	ton	
	Produksi pendaratan perhari =					
	$Tk \times Q1$		Qt	175,06	ton/hari	
				2	buah/hari	
	Kebutuhan tenaga :					
		Pekerja	P	4	orang	
		Tukang	T	4	orang	
		Mandor	M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3					
		Pekerja = $(Tk \times P) : Qt$	(L01)	0,160	OH	
		Tukang = $(Tk \times M) : Qt$	(L02)	0,160	OH	
		Mandor = $(Tk \times T) : Qt$	(L03)	0,040	OH	

Tabel 6. 22 Analisa Harga Satuan Erection Girder 40,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUAN TITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>					
1	Pekerja	OH	4	0,160	Rp145.000	Rp23.192,08
2	Tukang	OH	4	0,040	Rp156.000	Rp6.237,87
3	Mandor	OH	1	0,160	Rp171.000	Rp27.350,66
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp56.780,60
B.	<u>BAHAN</u>					
1	PCI Girder L 40,8 meter	buah	12	1	Rp245.440.850	Rp245.440.850
					JUMLAH HARGA BAHAN	Rp245.440.850
C.	<u>PERALATAN</u>					
1	Launcher 155 ton - 52 m	jam	1	0,0400	Rp320.137	Rp12.801,09
2	Crawler Crane	jam	2	0,1659	Rp4.000.000	Rp663.773,22
					JUMLAH HARGA PERALATAN	Rp676.574,31
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp246.174.204,91
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp36.926.130,74
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp283.100.335,65
	PEMBULATAN					Rp283.100.336,00

Tabel 6. 23 Analisa Teknik Satuan Erection Girder 50,8meter

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : ERECTION GIRDER					
SATUAN PEMBAYARAN : BUAH					
I. ASUMSI					
1	Jam Kerja Efektif	Tk	7	jam	
2	Jumlah girder tiap span	n	12	buah	
3	Tipe Girder		E		
4	Tinggi PCI Girder	H	2,1	meter	
5	Bentang PCI Girder	L	50,8	meter	
6	Lebar PCI Girder		0,82	meter	
7	Berat PCI Girder		120	ton	
II. URUTAN KERJA					
1	Pengangkatan girder ke titik span menggunakan <i>crawler crane</i>				
2	<i>Erection girder</i> menggunakan launcher				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
1.a	PCI Girder L 40,8 meter				
2. ALAT					
2.a	LAUNCHER				
	Kapasitas	V	120	ton	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,83		
	Waktu pengaturan <i>launcher</i>	T1	31,88	menit	
	Waktu pemindahan girder	T2	25,00	menit	
	Waktu pengangkatan girder	T3	36,52	menit	
	Waktu <i>launching girder</i>	T4	63,78	menit	
	Waktu <i>launcher</i> kembali	T5	23,27	menit	
	Waktu total siklus	TS	180,46	menit	
	Kapasitas produksi/jam				
	$V \times Fa \times 60$	Q1	33,12	ton/jam	
	Ts				
	Koefisien alat : $1 / Q1$		0,030197	jam	

2.b	<u>CRAWLER CRANE</u>						
	Kapasitas alat		V	60	ton		
	Faktor efisiensi alat		Fa	0,80			
	Waktu pengaturan <i>launcher</i>		T1	31,88	menit		
	Waktu pemindahan girder		T2	25,00	menit		
	Waktu pengangkatan girder		T3	36,52	menit		
	Waktu <i>launching girder</i>		T4	63,78	menit		
	Waktu <i>launcher</i> kembali		T5	23,27	menit		
	Waktu total siklus		TS	180,46	menit		
	Kapasitas produksi/jam						
	$V \times Fa \times 60$		Q2	15,96	ton/jam		
	Ts						
	Koefisien alat :	1 / Q2		0,062658	jam		
3.	<u>TENAGA</u>						
	Produksi menentukan :						
	<i>Launcher</i>		Q1	33,12	ton		
	Produksi pendaratan perhari =						
	Tk x Q1		Qt	231,81	ton/hari		
				2	buah/hari		
	Kebutuhan tenaga :						
		Pekerja	P	4	orang		
		Mandor	M	1	orang		
		Tukang	T	4	orang		
	Koefisien tenaga / M3						
		Pekerja = (Tk x P) : Qt	(L01)	0,121	OH		
		Mandor = (Tk x M) : Qt	(L02)	0,030	OH		
		Tukang = (Tk x T) : Qt	(L03)	0,121	OH		

Tabel 6. 24 Analisa Harga Satuan Erection Girder 50,8meter

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>					
1	Pekerja	OH	4	0,121	Rp145.000	Rp17.514,18
2	Tukang	OH	4	0,121	Rp156.000	Rp18.842,84
3	Mandor	OH	1	0,030	Rp171.000	Rp5.163,66
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp41.520,68
B.	<u>BAHAN</u>					
1	PCI Girder L 50,8 meter	buah	12	1	Rp325.050.000	Rp325.050.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp325.050.000
C.	<u>PERALATAN</u>					
1	Launcher 155 ton - 52 m	jam	1	0,0302	Rp320.137	Rp9.667,12
2	Crawler Crane	jam	2	0,1253	Rp4.000.000	Rp501.267,82
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp510.934,94
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp325.602.455,62
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp48.840.368,34
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp374.442.823,96
						Rp374.442.824,00

6.1.3 Pekerjaan Diafragma

1. Pembesian Diafragma

Tabel 6. 25 Analisa Harga Satuan Pembesian Diafragma

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTI TAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	17	0,07	Rp145.000	Rp10.150
2	Tukang Besi	OH	17	0,07	Rp156.000	Rp10.920
3	Kepala Tukang	OH	1	0,007	Rp171.000	Rp1.197
4	Mandor	OH	1	0,004	Rp171.000	Rp684
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp22.951
B.	BAHAN					
1	Besi beton ulir BJTD	kg	7229,02	10,50	Rp8.600	Rp90.300
2	Kawat bendrat	kg	578,32133	0,15	Rp15.000	Rp2.250
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp9.255
C.	PERALATAN					
1	Bar Bender	jam	1	0,0007	Rp9.500.000	Rp6.650,00
2	Bar Cutter	jam	1	0,0007	Rp9.500.000	Rp6.650,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp13.300
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp45.506,00
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D				Rp6.825,90
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp52.331,90
	PEMBULATAN					Rp52.332,00

2. Bekisting Diafragma

Tabel 6. 26 Analisa Harga Satuan Bekisting Diafragma

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	20	0,66	Rp145.000	Rp95.700
2	Tukang Kayu	OH	10	0,33	Rp156.000	Rp51.480
3	Kepala Tukang	OH	1	0,033	Rp171.000	Rp5.643
4	Mandor	OH	1	0,033	Rp171.000	Rp5.643
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp158.466,00
B.	BAHAN					
1	Kayu kelas III	m3	1,08	0,04	Rp2.250.000	Rp90.000
2	Paku 5 - 7 cm	kg	266,73	0,40	Rp25.000	Rp10.000
3	Minyak Bekisting	liter	140,58	0,20	Rp15.300	Rp3.060
4	Plywood tebal 9 mm	lembar	231	0,35	Rp165.000	Rp57.750
5	Besi Hollow 40 x 40 x 2 mm	batang	108	1	Rp300.000	Rp300.000
6	Tie Rod	batang	308	1	Rp180.000	Rp180.000
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp640.810
C.	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA PERALATAN					
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp799.276
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D				Rp119.891,40
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp919.167,40
	PEMBULATAN					Rp919.168,00

3. Pengecoran Diafragma

Tabel 6. 27 Analisa Teknik Satuan Pengecoran Diafragma

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO :					
JENIS PEKERJAAN : PENGECORAN DIAFRAGMA					
SATUAN PEMBAYARAN : M3					
I. ASUMSI					
1	Slab merupakan pekerjaan <i>in situ</i>				
2	Jam kerja efektif	Tk	7	jam	
3	Volume diafragma pada span 50,8 meter	V1	68,78	M2	
II. URUTAN KERJA					
1	Beton dibawa menggunakan <i>truck mixer</i> dari batching plan				
2	Pengecoran diafragma menggunakan <i>concrete pump</i>				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
1.a	Beton <i>Ready mix</i>		68,78	M3	
2. ALAT					
2.a	TRUCK MIXER				
	Kapasitas alat	V	7,00	M3	
	Kapasitas batching plant	Q	50	M3/jam	
	Kecepatan bermuatan	v.1	25	km/jam	
	Kecepatan kosong	v.2	35	km/jam	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0,81		
	Jarak batching plant	L	4,80	km	
	Waktu memuat	T1	8,40	menit	
	Waktu tempuh isi	T2	11,52	menit	
	Waktu tempuh kosong	T3	8,23	menit	
	Waktu menumpahkan	T4	10	menit	
	Waktu siklus	TS	38,15	menit	
	Kapasitas produksi/jam				
	$V \times Fa \times 60$	Q1	8,918	M3	
	TS				
	Koefisien alat :	1/Q1			
			0,112136	jam	
2.b	CONCRETE PUMP				
	Deliverry capacity	V	57,0	M3/jam	
	Efisiensi alat	Ek	0,51		
	Kapasitas produksi/jam :	V x Ek	Q2	29,07	M3
	Koefisien alat :	1/Q2			
			0,0344	jam	

2.c	CONCRETE VIBRATOR					
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas batching plant					
		kapasitas batching plant		Q3	50	M3/jam
	Koefisien alat :	1/Q3			0,02	jam
3.	TENAGA					
	Produksi menentukan :					
	<i>Concrete pump</i>			Q2	29,07	M3/jam
	Produksi timbunan per-hari =		Tk x Q1	Qt	203,49	M3/hari
	Kebutuhan tenaga :					
		Pekerja		P	7	orang
		Tukang Cor		T	7	orang
		Kepala Tukang		K	1	orang
		Mandor		M	1	orang
	Koefisien tenaga / M3					
		Pekerja =	(Tk x P) : Qt		0,2408	OH
		Tukang =	(Tk x T) : Qt		0,2408	OH
		Kepala tukang	(Tk x T) : Qt		0,0344	OH
		Mandor =	(Tk x M) : Qt		0,0344	OH

Tabel 6. 28 Analisa Harga Satuan Pengecoran Diafragma

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	7	0,241	Rp145.000	Rp34.915,72
2	Tukang Cor	OH	7	0,241	Rp156.000	Rp37.564,50
3	Kepala Tukang	OH	1	0,034	Rp171.000	Rp5.882,35
4	Mandor	OH	1	0,034	Rp171.000	Rp5.882,35
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp84.244,93
B.	BAHAN					
1	Beton Ready mix kelas B	M3	64,42	1	Rp838.290	Rp838.290
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp838.290
C.	PERALATAN					
1	Truck Mixer	jam	4	0,4485	Rp300.000	Rp134.562,86
2	Concrete Pump	jam	1	0,0344	Rp72.000	Rp2.476,78
3	Concrete Vibrator	jam	2	0,0200	Rp250.000	Rp5.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp142.039,64
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp1.064.574,57
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp159.686,19
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp1.224.260,75
	PEMBULATAN					Rp1.224.261,00

6.1.4 Pekerjaan Slab

1. Pemasangan Floor Deck

Tabel 6. 29 Analisa Harga Satuan Pemasangan Floor Deck

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	20	0,08	Rp145.000	Rp11.600
2	Tukang Kayu	OH	5	0,04	Rp156.000	Rp6.240
3	Kepala Tukang	OH	1	0,004	Rp171.000	Rp684
4	Mandor	OH	1	0,01	Rp171.000	Rp1.368
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp19.892
B.	BAHAN					
1	Floor Deck	M2	699,31	1,08	Rp138.000	Rp149.040
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp149.040
C.	PERALATAN					
	JUMLAH HARGA PERALATAN					
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp168.932,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp25.339,80
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp194.271,80
	PEMBULATAN					Rp194.272,00

2. Pemesian Slab

Tabel 6. 30 Analisa Harga Satuan Pemesian Slab

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	10	0,070	Rp145.000	Rp10.150
2	Tukang Besi	OH	10	0,070	Rp156.000	Rp10.920
3	Kepala Tukang	OH	1	0,007	Rp171.000	Rp1.197
4	Mandor	OH	1	0,004	Rp171.000	Rp684
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp22.951
B.	BAHAN					
1	Besi beton ulir BJTD	kg	38275,51	10,50	Rp8.600	Rp90.300
2	Kawat bendrat	kg	3062,0407	0,15	Rp15.000	Rp2.250
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp9.255
C.	PERALATAN					
1	Bar Bender	jam	1	0,0007	Rp9.500.000	Rp6.650
2	Bar Cutter	jam	1	0,0007	Rp9.500.000	Rp6.650
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp13.300
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp45.506,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 15,0 % x D					Rp6.825,90
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp52.331,90
	PEMBULATAN					Rp52.332,00

3. Bekisting Slab

Tabel 6. 31 Analisa Harga Satuan Bekisting Slab

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	20	0,66	Rp145.000	Rp95.700
2	Tukang Kayu	OH	10	0,33	Rp156.000	Rp51.480
3	Kepala Tukang	OH	1	0,033	Rp171.000	Rp5.643
4	Mandor	OH	1	0,033	Rp171.000	Rp5.643
					JUMLAH HARGA TENAGA	Rp158.466
B.	BAHAN					
1	Kayu kelas III	m ³	1,86	0,04	Rp2.250.000	Rp90.000
2	Paku 5 - 7 cm	kg	10,22	0,40	Rp25.000	Rp10.000
3	Minyak Bekisting	liter	8,73	0,20	Rp15.300	Rp3.060
4	Plywood tebal 9 mm	lembar	11	0,35	Rp165.000	Rp57.750
					JUMLAH HARGA BAHAN	Rp160.810
C.	PERALATAN					
					JUMLAH HARGA PERALATAN	
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp319.276,00
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D				Rp47.891,40
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp367.167,40
	PEMBULATAN					Rp367.168,00

4. Pengecoran Slab

Tabel 6. 32 Analisa Teknik Satuan Pengecoran Slab

NO.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
ITEM PEMBAYARAN NO : JENIS PEKERJAAN : PENGECORAN SLAB SATUAN PEMBAYARAN : M3					
I. ASUMSI					
1	Slab merupakan pekerjaan <i>in situ</i>				
2	Jam kerja efektif	Tk	7	jam	
3	Volume slab pada span 40,8 meter	V1	236,48	M2	
4	Volume slab pada span 50,8 meter	V2	294,44	M3	
	Tebal slab	t	0,23	M2	
II. URUTAN KERJA					
1	Beton dibawa menggunakan <i>truck mixer</i> dari batching plan				
2	Pengecoran diafragma menggunakan <i>concrete pump</i>				
III. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN BAHAN					
1. BAHAN					
1.a	Beton <i>Ready mix</i>				
2. ALAT					
2.a	TRUCK MIXER				
	Kapasitas alat	V	7	M3	
	Kecepatan bermuatan	v.1	50	km/jam	
	Kecepatan kosong	v.2	25	km/jam	
	Efisiensi kerja	Ek	35		
	Jarak batching plant	L	0,81	km	
	Waktu memuat	T1	4,80	menit	
	Waktu tempuh isi	T2	8,40	menit	
	Waktu tempuh kosong	T3	11,52	menit	
	Waktu menumpahkan	T4	8,23	menit	
	Waktu siklus	TS	10	menit	
	Kapasitas produksi/jam				
	$V \times Fa \times 60$	Q1	8,91777	M3/jam	
	TS				
	Koefisien alat :	1/Q1	0,11214	jam	

2.b	CONCRETE PUMP						
	Deliverry capacity			V	57,0	M3/jam	
	Efisiensi alat			Ek	0,51		
	Kapasitas produksi/jam :	V x Ek		Q2	29,07	M3/jam	
	Koefisien alat :	1/Q2			0,0344	jam	
2.c	CONCRETE VIBRATOR						
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas batching plant						
	kapasitas batching plant			Q3	50	M3/jam	
	kapasitas batching plant						
	Koefisien alat :	1/Q3			0,02	jam	
3.	TENAGA						
	Produksi menentukan :						
	<i>Concrete pump</i>			Q2	29,07	M3/jam	
	Produksi timbunan per-hari =	Tk x Q1		Qt	203,49	M3/hari	
	Kebutuhan tenaga :						
	Pekerja			P	7	orang	
	Tukang Cor			T	7	orang	
	Kepala Tukang			K	1	orang	
	Mandor			M	1	orang	
	Koefisien tenaga / M3						
	Pekerja =	(Tk x P) : Qt			0,2408	OH	
	Tukang =	(Tk x T) : Qt			0,2408	OH	
	Kepala tukang	(Tk x T) : Qt			0,0344	OH	
	Mandor =	(Tk x M) : Qt			0,0344	OH	

Tabel 6. 33 Analisa Harga Satuan Pengecoran Slab

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	KOEF.	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA					
1	Pekerja	OH	7	0,241	Rp145.000	Rp34.915,72
2	Tukang Cor	OH	7	0,241	Rp156.000	Rp37.564,50
3	Kepala Tukang	OH	1	0,034	Rp171.000	Rp5.882,35
4	Mandor	OH	1	0,034	Rp171.000	Rp5.882,35
	JUMLAH HARGA TENAGA					Rp84.244,93
B.	BAHAN					
1	Beton Ready mix	M3	236,48	1	Rp838.290	Rp838.290
	JUMLAH HARGA BAHAN					Rp838.290
C.	PERALATAN					
1	Truck Mixer	jam	4	0,4485	Rp300.000	Rp134.562,86
2	Concrete Pump	jam	1	0,0344	Rp72.000	Rp2.476,78
3	Concrete Vibrator	jam	2	0,0200	Rp250.000	Rp5.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp142.040
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					Rp1.064.574,57
E.	OVERHEAD & PROFIT	15,0 % x D				Rp159.686,19
F.	HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					Rp1.224.260,75
	PEMBULATAN					Rp1.224.261,00

6.2 Rencana Anggaran Biaya

Tabel 6. 34 Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Pekerjaan Persiapan				
1	Pekerjaan Timbunan	33708,58	M3	Rp 234.250	Rp 7.896.233.739,10
2	Mobilisasi dan Demobilisasi	1	Ls	Rp 6.900.000	Rp 6.900.000
3	Perakitan Launcher	1	Ls	Rp 97.500.000	Rp 97.500.000
4	Pemasangan Elastomer	264	buah	Rp 1.373.220	Rp 362.530.080
II	Pekerjaan Erection Girder				
1	Supply Girder 40,8 m	10200	ton	Rp 55.811	Rp 569.272.200
2	Levelling Girder 40,8 m	120	buah	Rp 159.110	Rp 19.093.200
3	Install Strands 40,8 m	8760	strands	Rp 196.771	Rp 1.723.713.960
4	Stressing Girder 40,8 m	8760	strands	Rp 402.718	Rp 3.527.809.680
5	Patching dan grouting 40,8 m	511,40	M3	Rp 397.249	Rp 203.153.980
6	Erection Girder 40,8 m	120	buah	Rp 283.100.336	Rp 33.972.040.320
7	Supply Girder 50,8 m	1440	ton	Rp 55.811	Rp 80.367.840
8	Levelling Girder 50,8 m	12	buah	Rp 159.110	Rp 1.909.320
9	Install Strands 50,8 m	1020	strands	Rp 196.771	Rp 200.706.420
10	Stressing Girder 50,8 m	1020	strands	Rp 403.178	Rp 411.241.560
11	Patching dan grouting 50,8 m	77,017	M3	Rp 469.989	Rp 36.197.195
12	Erection Girder 50,8 m	12	buah	Rp 374.442.824	Rp 4.493.313.888
III	Pekerjaan Diafragma				
1	Pembesian diafragma 40,8 meter	61213,90	kg	Rp 52.332	Rp 3.203.445.815
2	Bekisting diafragma 40,8 meter	4889,72	M2	Rp 919.168	Rp 4.494.474.153
3	Pengecoran diafragma 40,8 meter	644,193	M3	Rp 1.224.261	Rp 788.660.208
4	Pembesian diafragma 50,8 meter	7229,02	kg	Rp 52.332	Rp 378.308.900
5	Bekisting diafragma 50,8 meter	518,64	M2	Rp 919.168	Rp 476.720.922
6	Pengecoran diafragma 50,8 meter	68,78	M3	Rp 1.224.261	Rp 84.208.950
IV	Pekerjaan Slab				
1	Pemasangan steel deck	6993,12	M2	Rp 194.272	Rp 1.358.567.409
2	Pembesian slab 40,8 meter	382755,08	kg	Rp 52.332	Rp 20.030.338.986
3	Bekisting slab 40,8 meter	303,60	M2	Rp 367.168	Rp 111.472.205
4	Pengecoran slab 40,8 meter	2364,768	M3	Rp 1.224.261	Rp 2.895.093.236
5	Pemasangan steel deck	842,77	M2	Rp 194.272	Rp 163.727.002
6	Pembesian slab 50,8 meter	52317,42	kg	Rp 52.332	Rp 2.737.875.247
7	Bekisting slab 50,8 meter	34,96	M2	Rp 367.168	Rp 12.836.193
8	Pengecoran slab 50,8 meter	294,4368	M3	Rp 1.224.261	Rp 360.467.491

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 6. 35 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Item Pekerjaan	Sub Total
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 8.363.163.819
2	Pekerjaan Erection Girder	Rp 45.238.819.563
3	Pekerjaan Diafragma	Rp 9.425.818.948
4	Pekerjaan Slab	Rp 27.670.377.769
Total Harga		Rp 90.698.180.100

BAB VII PENJADWALAN

Pada Tugas Akhir ini penjadwalan dilakukan dengan membuat jadwal pada MS Project yang secara otomatis akan memberikan *network planning*. Hasil dari penjadwalan dengan *network planning* dapat dilihat pada bagian lampiran.

7.1 Penjadwalan Sumber Daya Pekerja

Jadwal Tenaga Kerja (*Manpower schedule*)

Tahap Persiapan

Tenaga Kerja					
Mandor			=	2	orang
Pekerja timbunan			=	4	orang
Pekerja pemasangan elastomer			=	8	orang

Pekerjaan *Erection Girder*

Tenaga Kerja					
Mandor			=	5	orang
Tukang levelling			=	4	orang
Tukang install strands			=	8	orang
Tim stressing			=	8	orang
Tukang pstching grouting			=	4	orang
Teknisi Launcher			=	4	orang
Tukang Las			=	4	orang

Pekerjaan Diafragma

Tenaga Kerja					
Mandor			=	3	orang
Kepala tukang			=	3	orang
Tukang kayu			=	10	orang
Pembantu tukang kayu			=	20	orang
Tukang besi			=	10	orang
Pembantu tukang besi			=	10	orang
Tukang cor			=	7	orang
Pembantu tukang cor			=	7	orang

Pekerjaan Slab

Tenaga Kerja					
Mandor			=	3	orang
Kepala tukang			=	3	orang
Tukang steel deck			=	10	orang
Pembantu tukang steel deck			=	20	orang
Tukang besi			=	10	orang
Pembantu tukang besi			=	10	orang
Tukang kayu			=	10	orang
Pembantu tukang kayu			=	20	orang
Tukang cor			=	7	orang
Pembantu tukang cor			=	7	orang

7.2 Penjadwalan Sumber Daya Alat

Jadwal Alat

Tahap Persiapan

Alat			
<i>Wheel loader</i>	=	2	unit
<i>Dump truck</i>	=	6	unit
<i>Bulldozer</i>	=	2	unit
<i>Vibrator roller</i>	=	1	unit
<i>Water tank truck</i>	=	1	unit
Sekop	=	3	unit

Pekerjaan *Erection Girder*

Alat			
Flat bed truck	=	2	orang
Mobile Crane	=	1	orang
Stressing jack	=	1	orang
Grouting pump	=	1	orang
Launcher	=	1	orang
Crwaler Crane	=	2	orang

Pekerjaan *Diafragma*

Alat			
Bar bander	=	1	orang
Bar cutter	=	1	orang
Truck mixer	=	4	orang
Concrete pump	=	1	orang
Concrete vibrator	=	2	orang

Pekerjaan Slab

Alat			
Bar bander	=	1	orang
Bar cutter	=	1	orang
Truck mixer	=	4	orang
Concrete pump	=	1	orang
Concrete vibrator	=	2	orang

Tabel 7. 1 Penjadwalan sumber daya pekerja pekerjaan timbunan

No	Klasifikasi	Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Mandor	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Pekerja timbunan	4	4	4	4	4	4	4	4				
3	Pekerja pemasangan elastomer				8								

Tabel 7. 2 Penjadwalan sumber daya pekerja erection girder

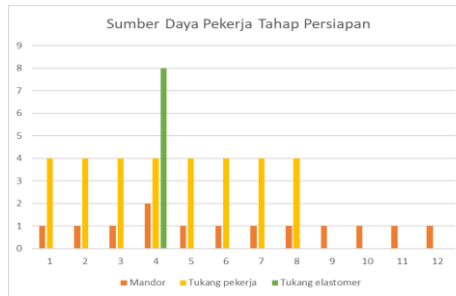
No	Klasifikasi	Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Mandor	0	2	3	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
2	Tukang levelling		4	4	4	4	4	4	4	4							
3	Tukang install strands			8	8	8	8	8	8	8	8	8					
4	Tim stressing			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			
5	Tukang patching grouting				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
6	Teknisi Launcher				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	Tukang Las				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabel 7. 3 Penjadwalan sumber daya pekerja diafragma

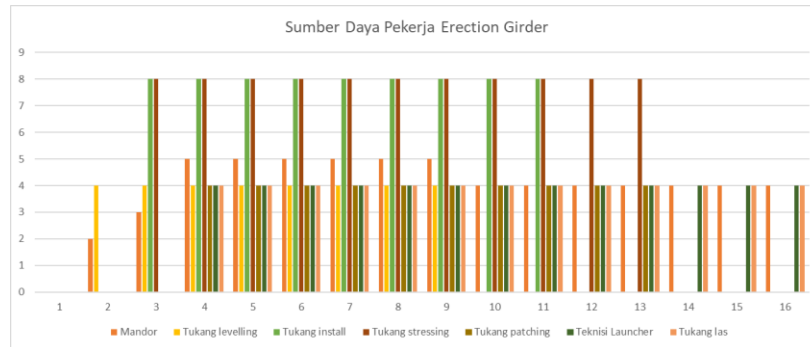
No	Klasifikasi	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mandor	0	0	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	0
2	Kepala tukang			1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	
3	Tukang kayu			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
4	Pembantu tukang kayu			20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
5	Tukang besi				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
6	Pembantu tukang besi				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
7	Tukang cor					7			7	7			7	7	7	7	7	7	7	7	
8	Pembantu tukang cor					7			7	7			7	7	7	7	7	7	7	7	

Tabel 7. 4 Penjadwalan sumber daya pekerja slab

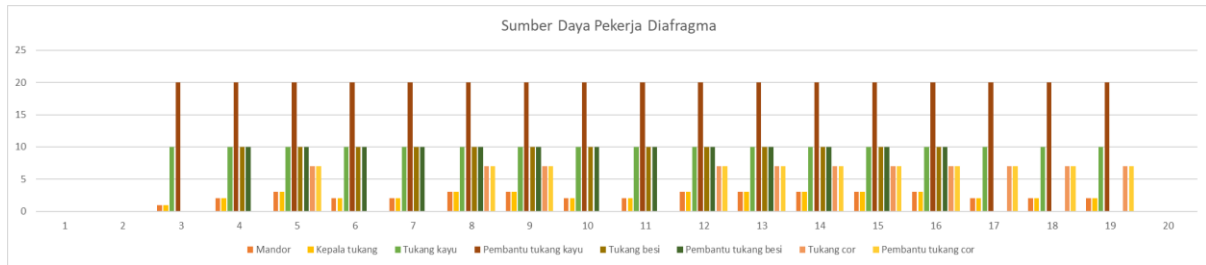
No	Klasifikasi	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mandor	0	0	0	1	1	2	1	1	4	3	3	2	4	2	2	4	4	4	4	3
2	Kepala tukang				1	1	2	1	1	4	3	3	2	4	2	2	4	4	4	4	3
3	Tukang steel deck						5			5			5	5	5	5	5	5	5	5	
4	Pembantu tukang steel deck						20			20			20	20	20	20	20	20	20	20	
5	Tukang besi				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6	Pembantu tukang besi				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7	Tukang kayu									10	10	10		10			10	10	10	10	10
8	Pembantu tukang kayu									20	20	20		20			20	20	20	20	20
9	Tukang cor									7	7	7		7			7	7	7	7	7
10	Pembantu tukang cor									7	7	7		7			7	7	7	7	7



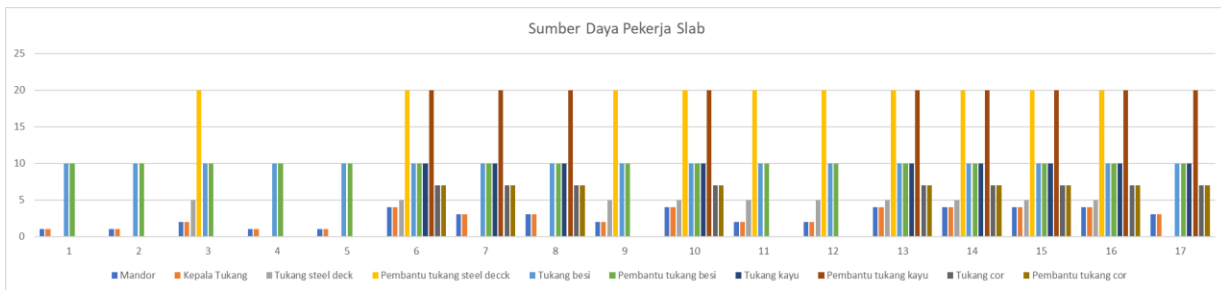
Gambar 7. 1 Grafik sumber daya pekerja timbunan



Gambar 7. 2 Grafik sumber daya pekerja erection girder



Gambar 7. 3 Grafik sumber daya pekerja diafragma



Gambar 7. 4 Grafik sumber daya pekerja slab

Tabel 7. 5 Penjadwalan alat berat timbunan

No	Klasifikasi	Januari				Februari			
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>Wheel loader</i>	2	2	2	2	2	2	2	2
2	<i>Dump truck</i>	6	6	6	6	6	6	6	6
3	<i>Bulldozer</i>	2	2	2	2	2	2	2	2
4	<i>Vibrator roller</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
5	<i>Water tank truck</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Sekop	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabel 7. 6 Penjadwalan alat berat erection girder

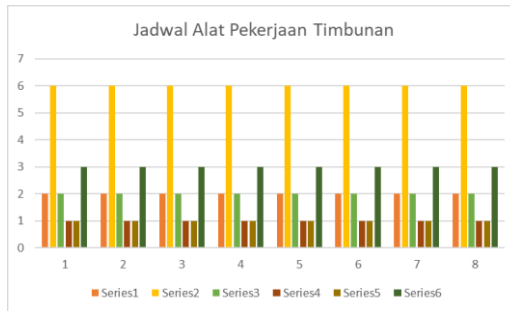
No	Klasifikasi	Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Flat bed truck	0	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4
2	Mobile Crane		1	1	1	1	1	1	1	1							
3	Stressing jack			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
4	Grouting pump				1	1	1	1	1	1	1	1	1	8			
5	Launcher				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Crwaler Crane				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tabel 7. 7 Penjadwalan alat berat pekerjaan diafragma

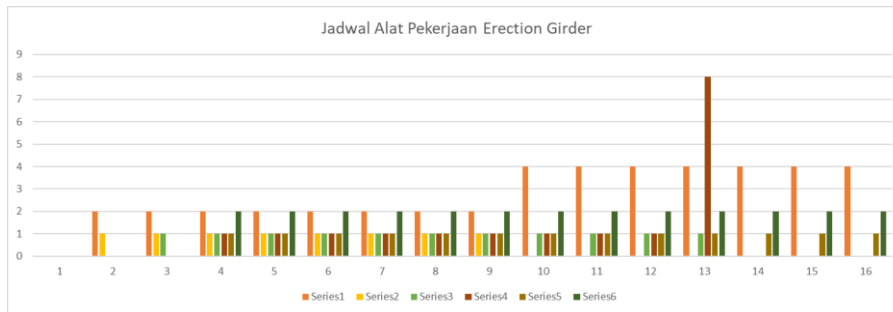
No	Klasifikasi	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Bar bander	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
2	Bar cutter				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
3	Truck mixer					4			4	4				4	4	4	4	4	4	4	
4	Concrete pump					1			1	1				1	1	1	1	1	1	1	
5	Concrete vibrator					2			2	2				2	2	2	2	2	2	2	

Tabel 7. 8 Penjadwalan alat berat pekerjaan slab

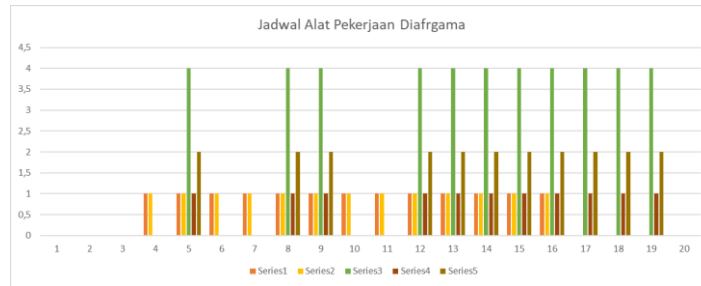
No	Klasifikasi	Maret				April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Bar bander	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Bar cutter				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Truck mixer									4	4	4		4			4	4	4	4	4
4	Concrete pump									1	1	1		1			1	1	1	1	1
5	Concrete vibrator									2	2	2		2			2	2	2	2	2



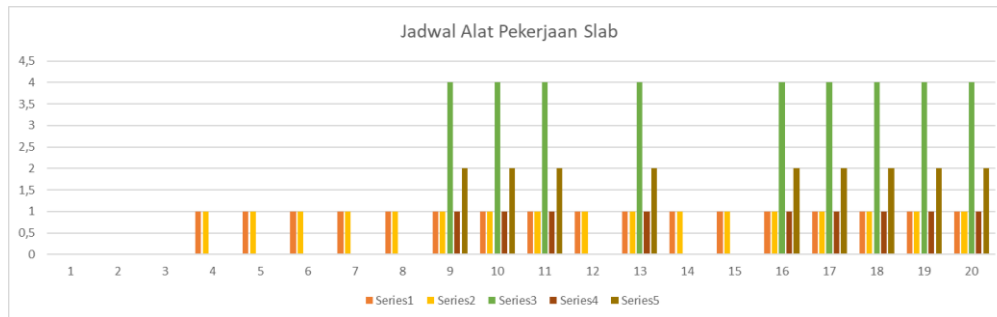
Gambar 7. 5 Grafik alat berat timbunan



Gambar 7. 6 Grafik alat berat erection girder



Gambar 7. 7 Grafik alat pekerjaan diafragma



Gambar 7. 8 Grafik alat pekerjaan slab

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Dalam Tugas Akhir ini telah membahas perhitungan waktu dan biaya pada Pembangunan Jembatan Jalan Tol Proyek Krian – Legundi – Bunder – Manyar (KLBM), dengan mengganti metode pelaksanaan Erection Girder dengan menggunakan Metode Launcher. Maka, dapat diambil kesimpulan:

1. Pekerjaan persiapan dapat diselesaikan selama **62 hari**. Pada bentang 40,8meter dapat diselesaikan selama **44 hari** dengan pekerjaan *erection girder* selama 20 hari, pekerjaan diafragma selama 18 hari, dan pekerjaan slab selama 30 hari Sedangkan bentang 50,8meter dapat diselesaikan selama **55 hari** dengan pekerjaan *erection girder* selama 21 hari, pekerjaan diafragma selama 19 hari, dan pekerjaan slab selama 40 hari. Total durasi Pembangunan Proyek Jalan Tol Krian – Legundi – Bunder – Manyar selama **176 hari** (hari kerja efektif) dimulai pada tanggal **1 Januari 2018 – 24 Juli 2018**.
2. Dengan menggunakan Metode Launcher, biaya pembangunan jembatan per m^2 dengan panjang 478meter dan lebar 25,2meter sebesar **Rp. 7.529.569,00** dan total biaya yang dihabiskan sebesar **Rp. 90.698.180.100,00**.

8.2 Saran

Untuk menunjang kelancaran pekerjaan suatu proyek, metode pelaksanaan yang dipilih harus mempertimbangkan beberapa hal, yaitu:

1. Mempertimbangkan lahan *stockyard* untuk penyimpanan girder karena penggunaan lahan *stockyard* berpengaruh terhadap penjadwalan proyek.

2. Mempertimbangan akses jalan untuk alat-alat berat agar mobilitas keluar masuk proyek lebih mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badri, S. (1991). *Dasar-dasar Network Planning*. Jakarta: Rineka Cipta.
- International Safety Equipment Association. (2011). *Personal Fall Protection Equipment*. International Safety Equipment Association.
- International Safety Equipment Association. (2015). *Personal Fall Protection Equipment*.
- Kusumo. (2018). *Sistem K3 Pelaksanaan Pembangunan Jembatan Bentang Panjang*. Samarinda: A2K4-INDONESIA.
- (2016). *Lampiran Permen PU28*. Bandung: PermenPU.
- Pekerjaan Umum. (2013). *Katalog Alat Berat*. Jakarta.
- Pratama, D. D. (2013). Analisa Perbandingan Metode Erection Girder Menggunakan Launcher Girder dan Temporary Bridge Dari Segi Biaya dan Waktu pada Jembatan Surabaya Mojokerto. *Teknik POMITS*, 1-10.
- PT. L&M Systems Indonesia. (2009). *Metode Pelaksanaan (Method Statement) Pekerjaan Launching Girder (Girder Launching Works)*. Lampung: PT. L&M Systems Indonesia.
- Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sastraatmadja, A. S. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: NOVA.
- Umum, P. (2013). *Katalog Alat Berat*. Jakarta.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Rizka Novitasri. Lahir di Surabaya, pada tanggal 30 November 1996. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di SDN Airlangga IV/201 Surabaya, SMP Negeri 4 Surabaya, SMA Negeri 15 Surabaya. Setelah lulus SMA pada tahun 2015, penulis mengikuti ujian masuk Diploma IV Reguler ITS dan di diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil dengan NRP 101510000003. Selama masa perkuliahan, penulis mengambil bidang Studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa seminar yang diadakan oleh kampus ITS. Penulis juga telah mengikuti kerja praktek di Proyek Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo pada tahun 2018. Selain itu, penulis pernah aktif dalam beberapa organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil ITS departemen Media Informasi dan Badan Eksekutif Mahasiswa ITS kementerian Komunikasi Informasi.



LAMPIRAN SHOPDRAWING DAN PERHITUNGAN TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN ERECTION GIRDER DENGAN METODE LAUNCHER PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN - LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA. 21+800 - STA. 22+278

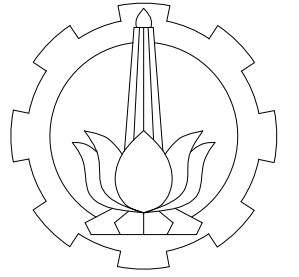
RIZKA NOVITASARI
NRP. 10111510000003

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

DAFTAR DETAIL ENGINEERING DESIGN

NO.	NAMA GAMBAR	HALAMAN
1.	EKSISTING PROYEK KLBM STA 21+800 - STA 22+278	1
2.	SITE PLAN P1 - P6	2
3.	SITE PLAN P7 - P12	3
4.	RADIUS PUTAR KENDARAAN	4
5.	POTONGAN MEMANJANG	5
6.	POTONGAN MEMANJANG	6
7.	LAYOUT PCI GIRDER 40,8 METER	7
8.	DETAIL PENAMPANG PCI GIRDER 40,8 METER	8
9.	DETAIL PEMBESIAN PCI GIRDER 40,8 METER	9
10.	LAYOUT TENDON PCI GIRDER 40,8 METER	10
11.	LAYOUT PCI GIRDER 50,8 METER	11
12.	DETAIL PENAMPANG PCI GIRDER 50,8 METER	12
13.	DETAIL PEMBESIAN PCI GIRDER 50,8 METER	13
14.	LAYOUT TENDON PCI GIRDER 50,8 METER	14
15.	DENAH DIAFRAGHMA GIRDER 40,8 METER	15
16.	DIAFRAGHMA TEPI DAN DLAM GIRDER 40,8 METER	16
17.	DENAH DIAFRAGHMA GIRDER 50,8 METER	17
18.	DIAFRAGHMA TEPI DAN DALAM GIRDER 50,8 METER	18
19.	DENAH PEMASANGAN STEEL DECK GIRDER 50,8 METER	19
20.	TIPIKAL DENAH PEMBESIAN PLAT LANTAI BENTANG 40,8 METER	20
21.	DENAH PEMASANGAN STEEL DECK GIRDER 50,8 METER	21
22.	TIPIKAL DENAH PEMBESIAN PLAT LANTAI BENTANG 50,8 METER	22



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Eksisting Proyek KLBM STA
21+800 - STA 22+278

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

Lebar jembatan = 25,2 m
Panjang total jembatan = 478 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

SKALA

1 : 100

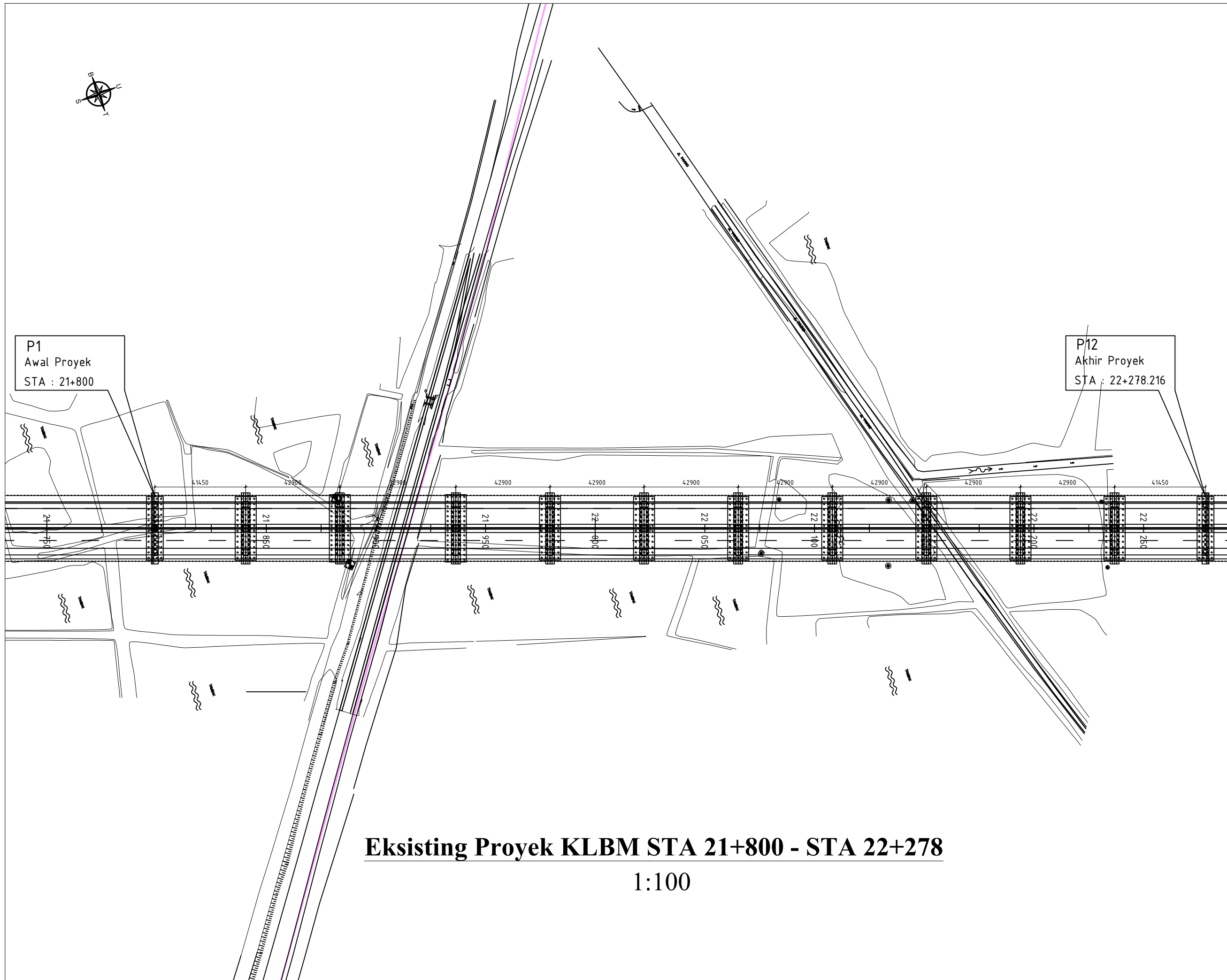
NO. GAMBAR

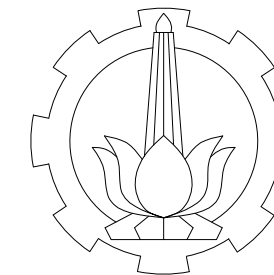
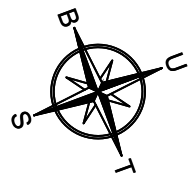
1

KODE GAMBAR

Eksisting Proyek KLBM STA 21+800 - STA 22+278

1:100





D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Site Plan P1 - P6

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Lebar stockyard = 20 m
 Lebar jalan = 7 m

SUMBER

JUMLAH GAMBAR

22

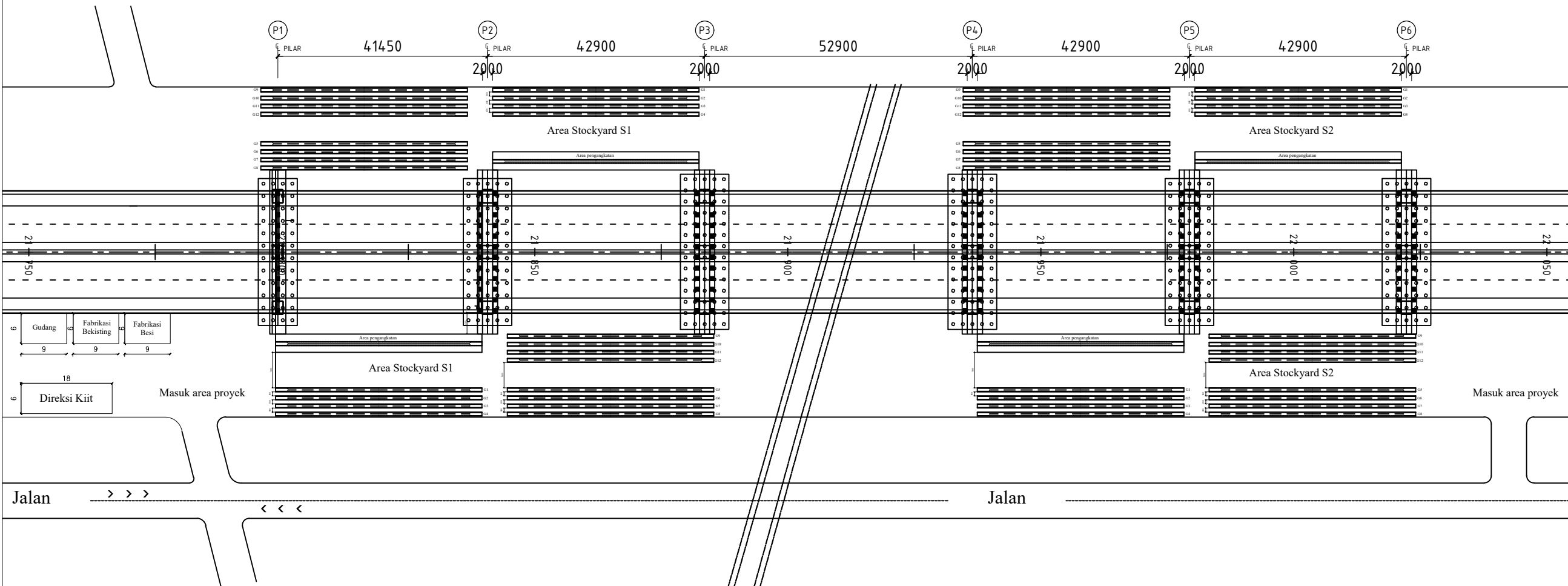
SKALA

1 : 100

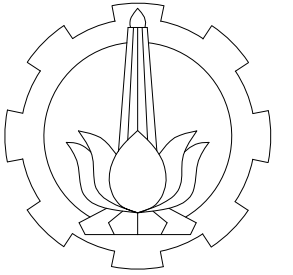
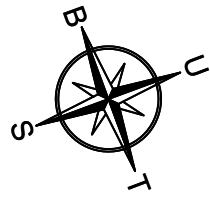
NO. GAMBAR

2

KODE GAMBAR



Site Plan P1 - P6
 1:100



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Site Plan P7 - P12

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Lebar stockyard = 20 m
 Lebar jalan = 7 m

SUMBER

JUMLAH GAMBAR

22

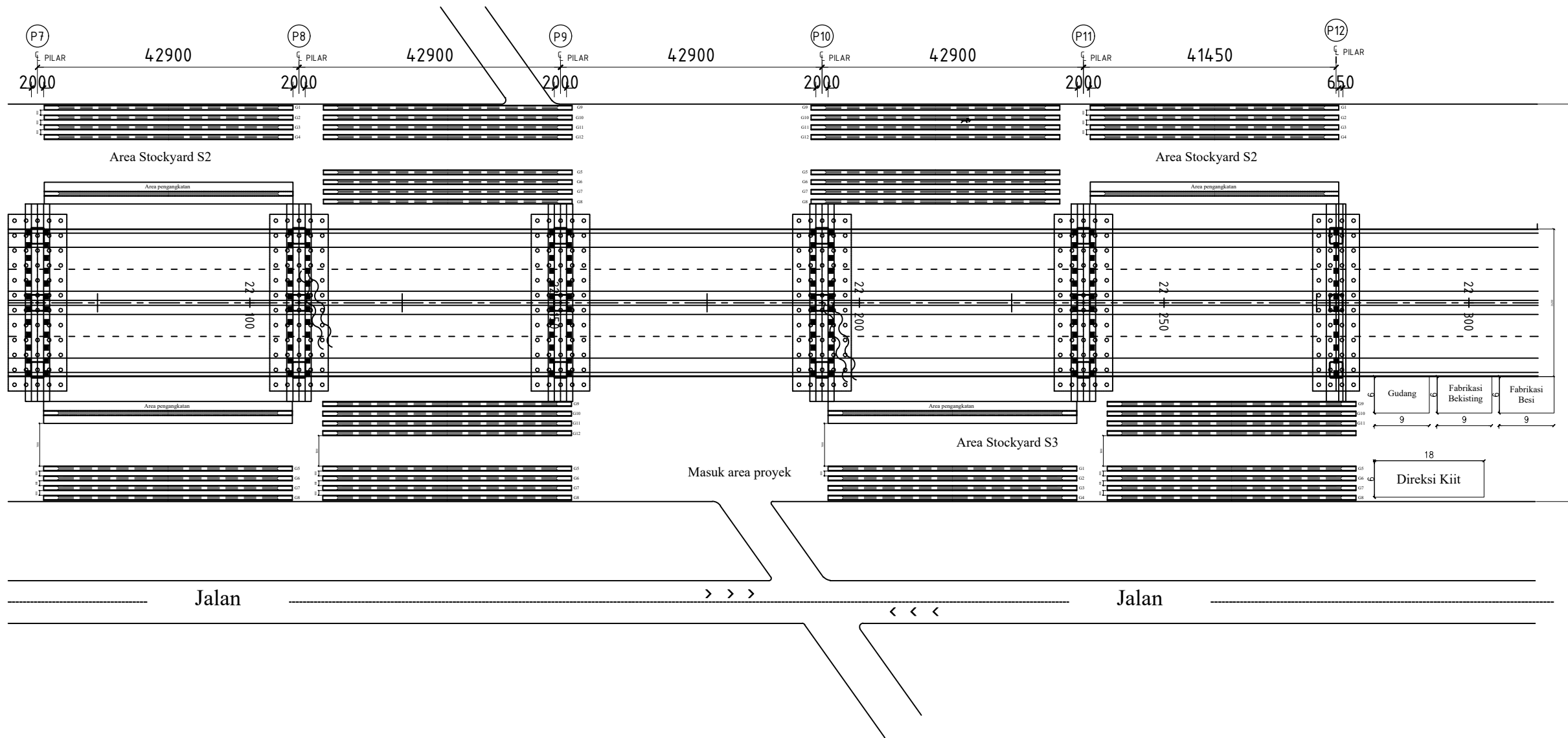
SKALA

1 : 100

NO. GAMBAR

3

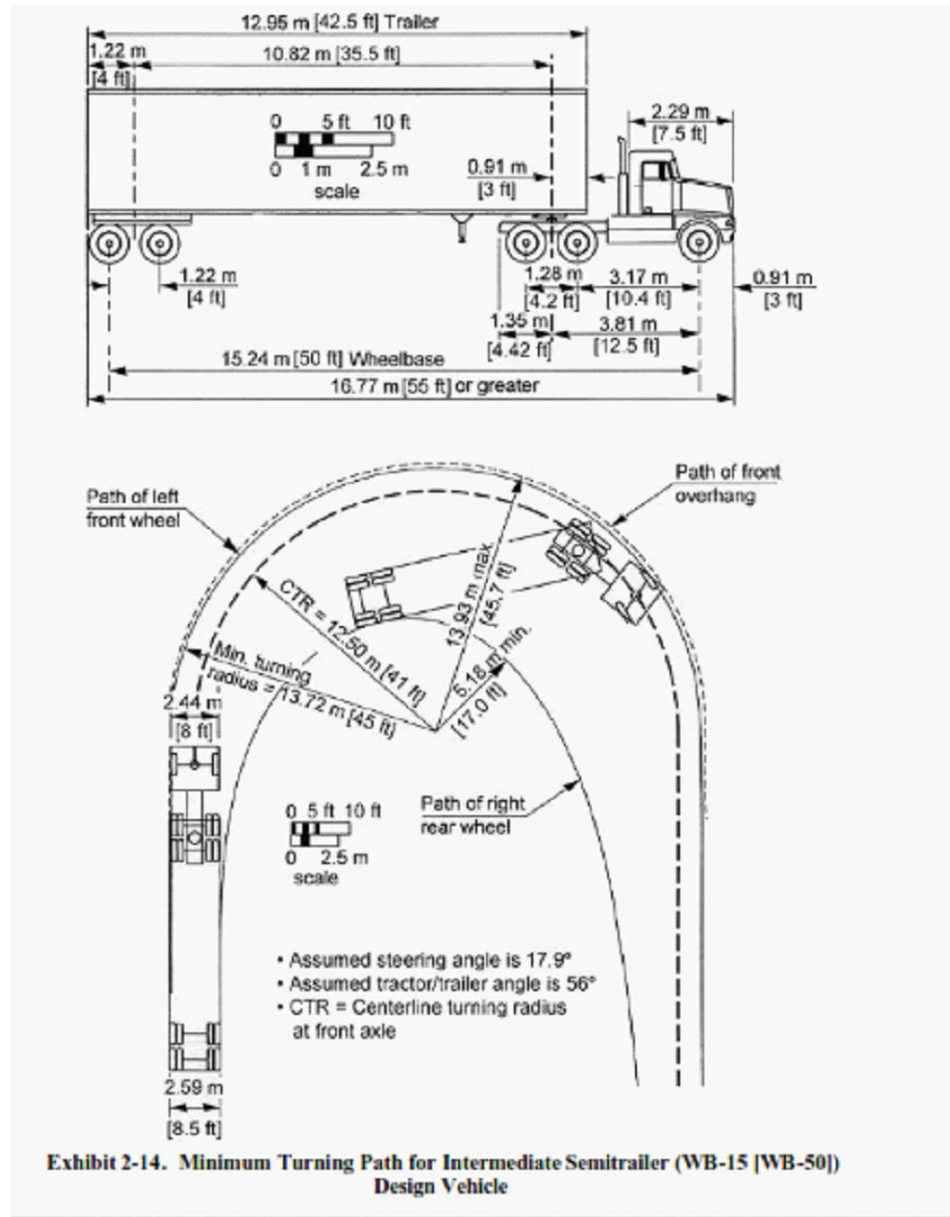
KODE GAMBAR



Site Plan P7 - P12
 1:100

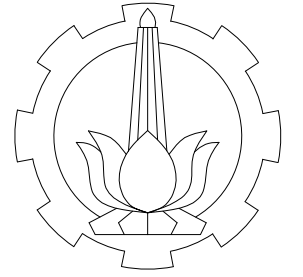
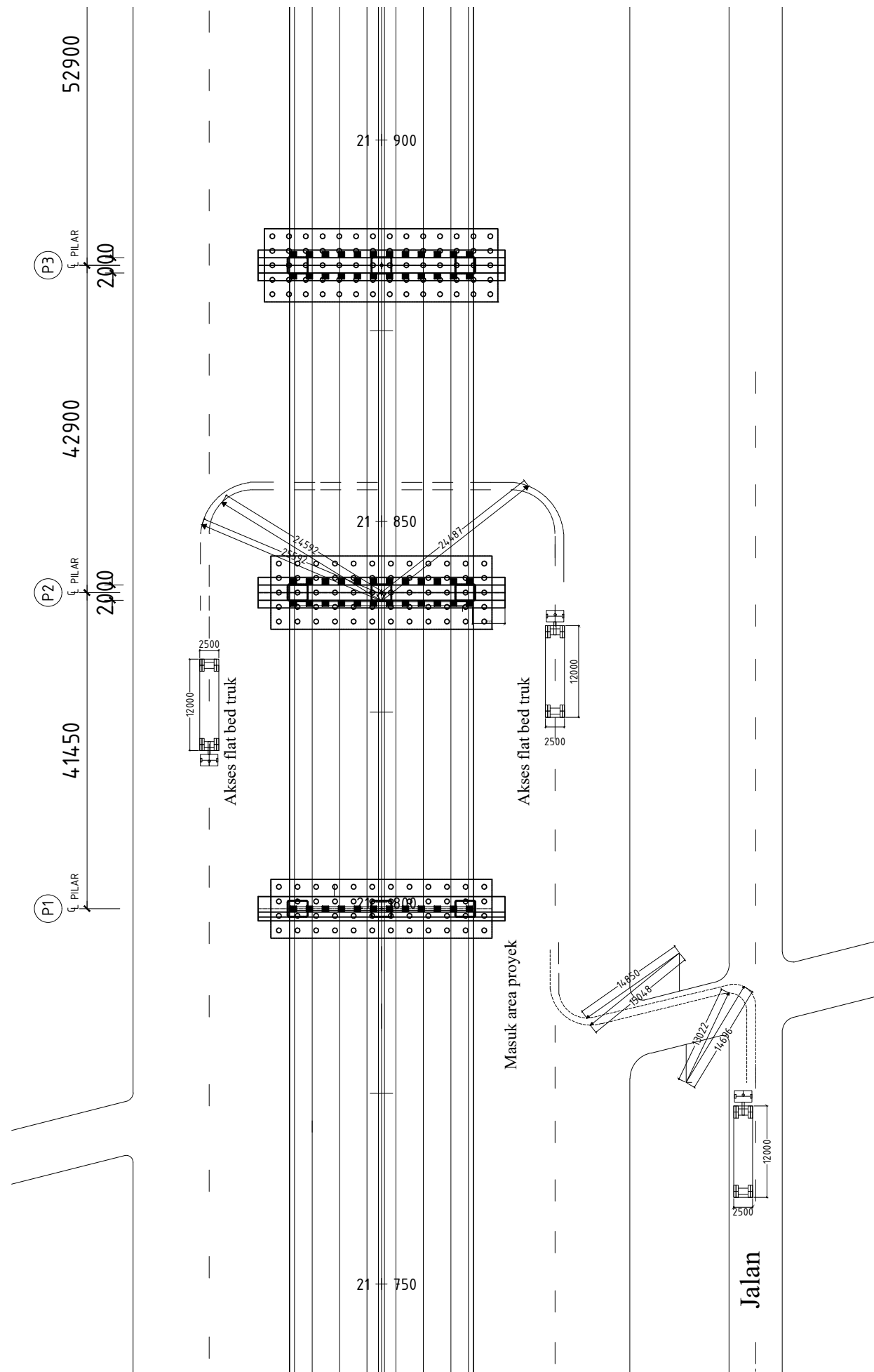
Desain Kendaraan	Desain Minimum Radius Putar (m)	Radius Tengah Belokan (m)	Minimum Radius Dalam (m)
Interstate Semi Trailer WB-15	13.7	12.5	5.2

Sumber: American Association of State Highway and Transportation
(Minimum Turning Paths of Design Vehicles)



Radius Putar Kendaraan

1:100



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Radius Putar Kendaraan

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

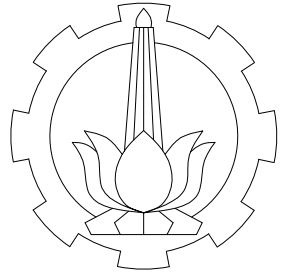
SKALA

1 : 100

NO. GAMBAR

4

KODE GAMBAR



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Potongan B-B
 Potongan A-A

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

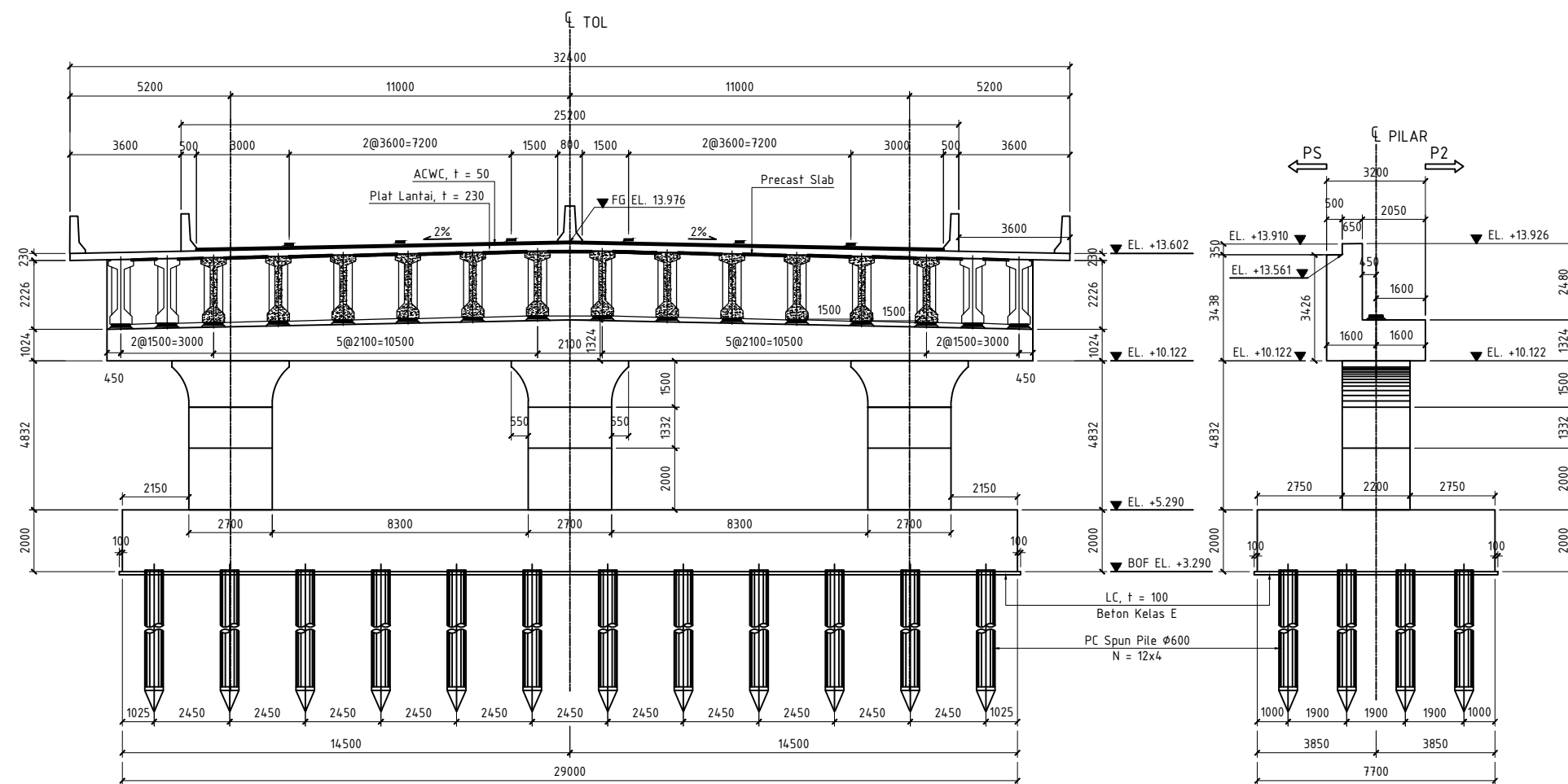
SKALA

1 : 100

NO. GAMBAR

KODE GAMBAR

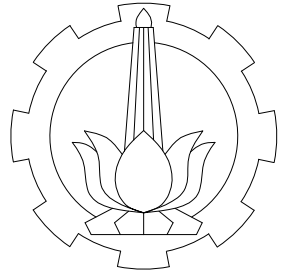
5



Potongan B-B
 1:150

Potongan A-A
 1:150





D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Potongan D-D
 Potongan C-C
 Denah Penulangan Pilecap

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

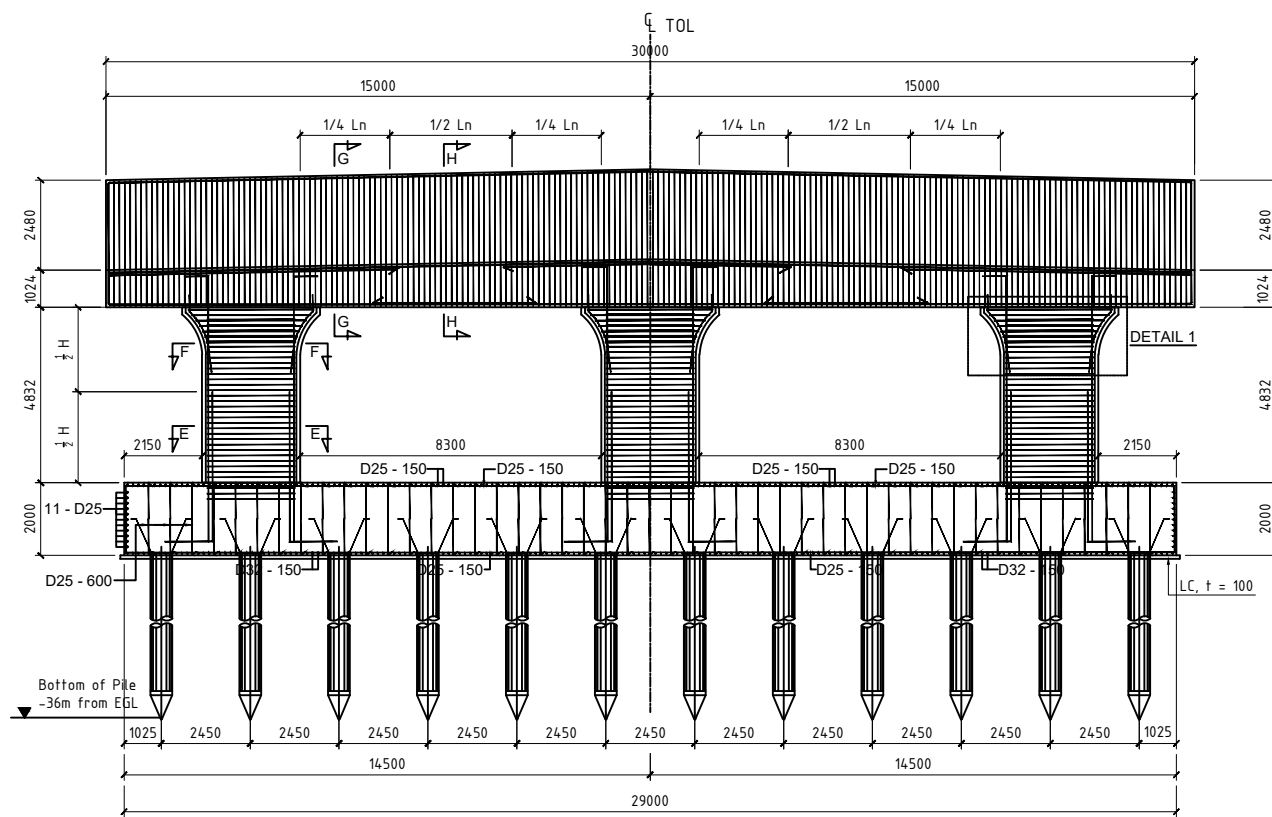
SKALA

1 : 100

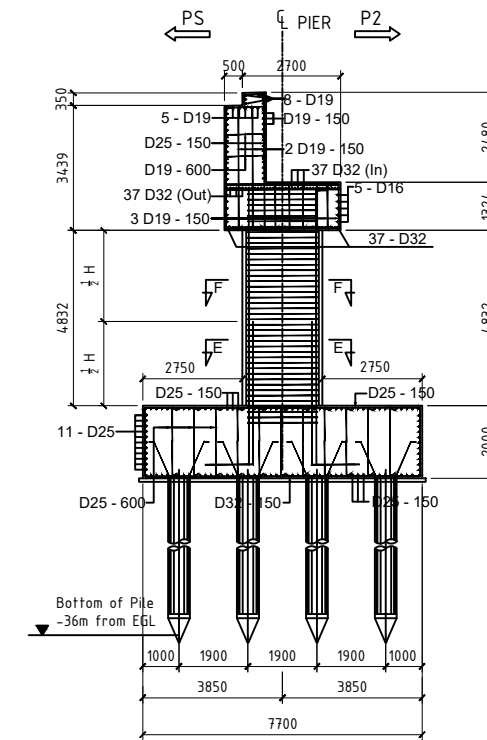
NO. GAMBAR

KODE GAMBAR

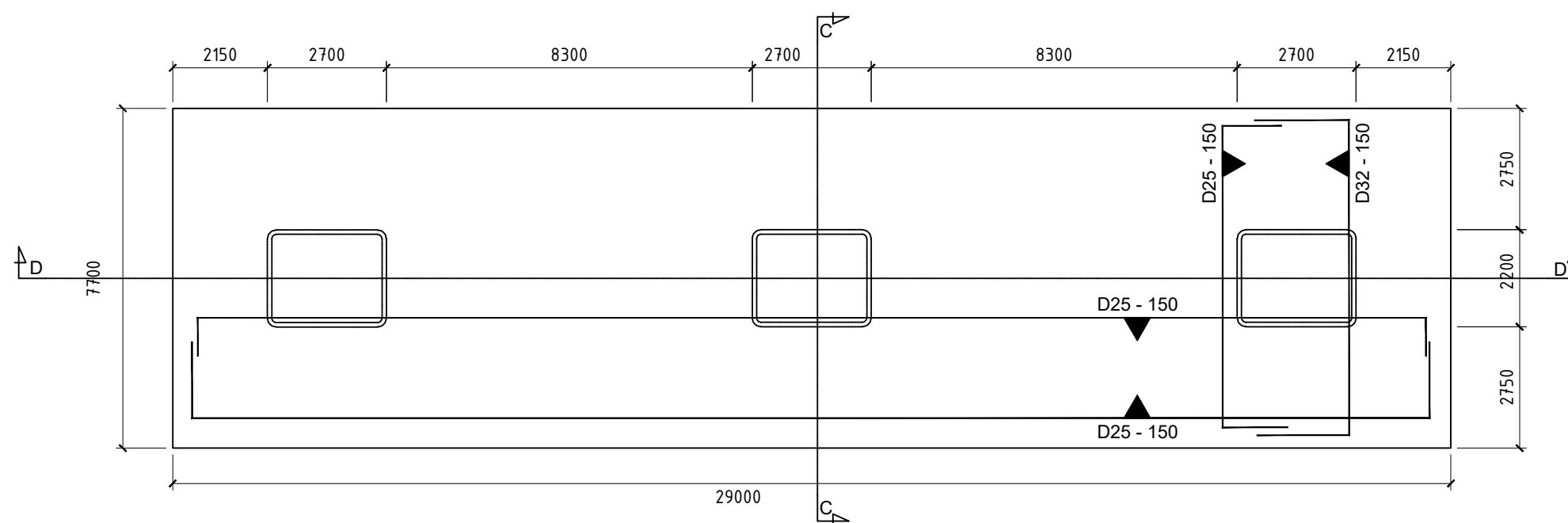
6



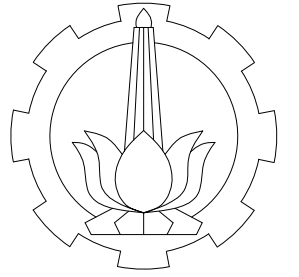
Potongan D-D
 1:150



Potongan C-C
 1:150



Denah Penulangan Pilecap
 1:150



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Layout PCI Girder 40,8 meter

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Bentang (L) = 40,8 m
 Tinggi (H) = 2,1 m
 CTC = 2,1 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

SKALA

1 : 100

NO. GAMBAR

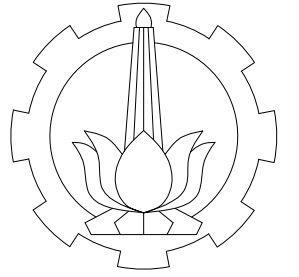
7

KODE GAMBAR

P1 - P2 P7 - P8
 P2 - P3 P8 - P9
 P4 - P5 P9 - P10
 P5 - P6 P10 - P11
 P6 - P7 P11 - P12



Layout Tendon PCI Girder 40,8 meter
 1:100



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Detail Penampang PCI Girder 40,8 m :
- Tampak Samping
- Tampak Atas
- Potongan A-A
- Potongan B-B
- Potongan 1-1
- Potongan 2-2
- Potongan 3-3

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

Bentang (L) = 40,8 m
Tinggi (H) = 2,1 m
CTC = 2,1 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

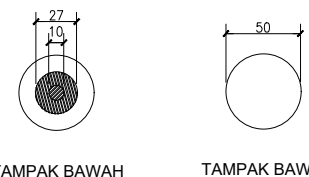
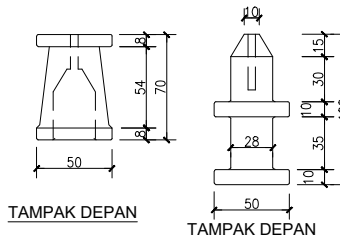
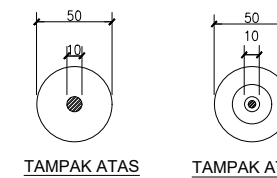
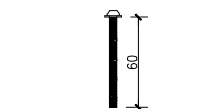
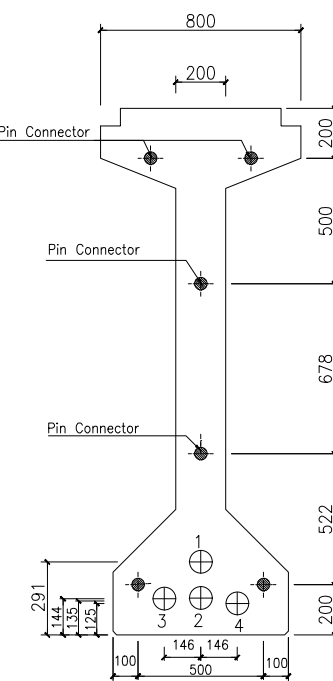
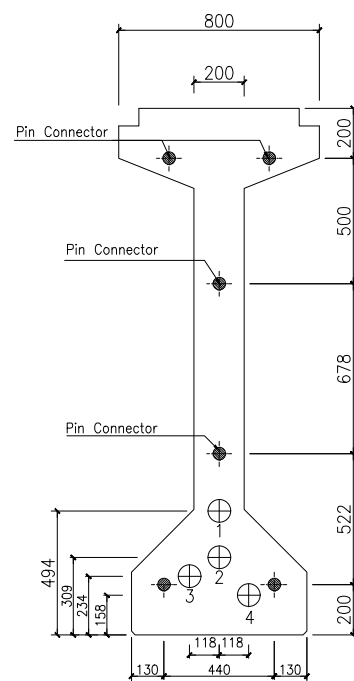
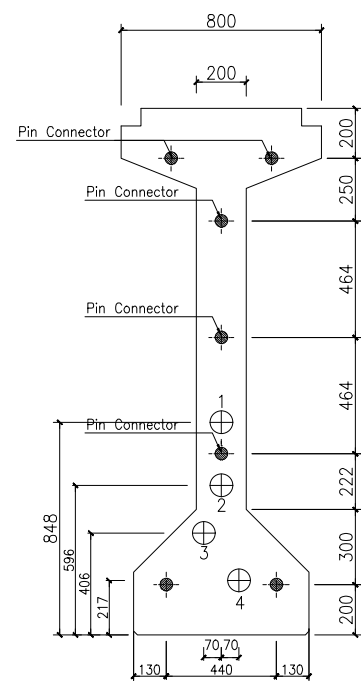
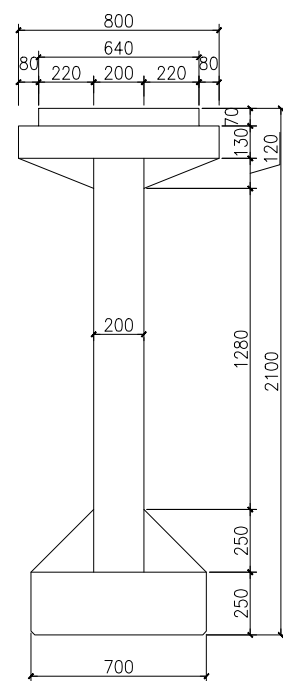
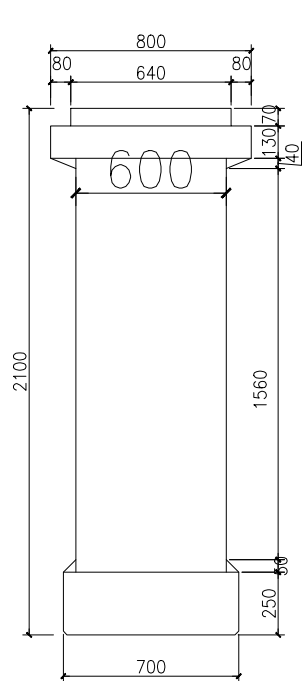
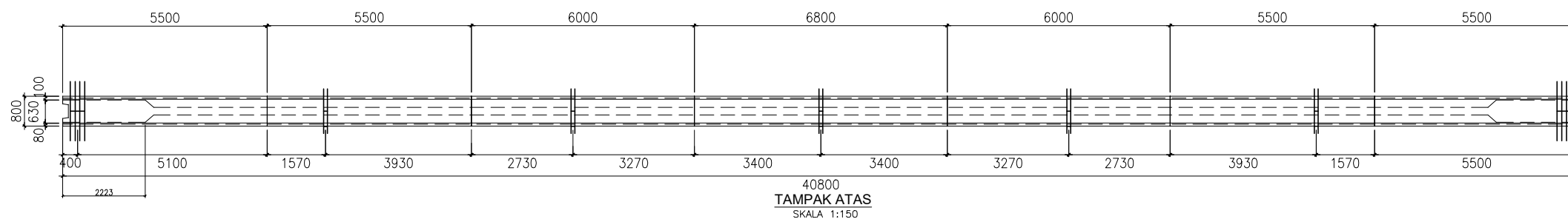
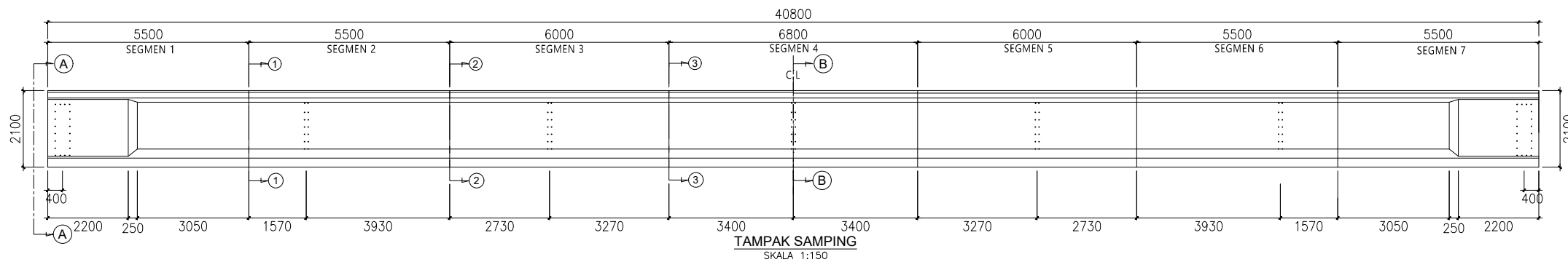
SKALA

1 : 150

NO. GAMBAR

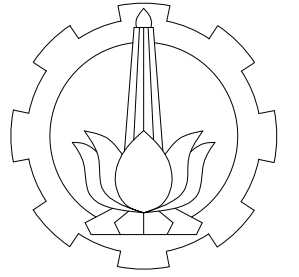
8

KODE GAMBAR



FEMALE PIN CONNECTOR
SKALA 1: 5

MALE PIN CONNECTOR
SKALA 1: 5



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Layout Tendon PCI Girder 40,8 m :
- Tampak Samping
- Tampak Atas
- Potongan 2-2
- Tampak 1-1
- Detail A
- Detail B
- Potongan 2-2

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

Bentang (L) = 40,8 m
Tinggi (H) = 2,1 m
CTC = 2,1 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

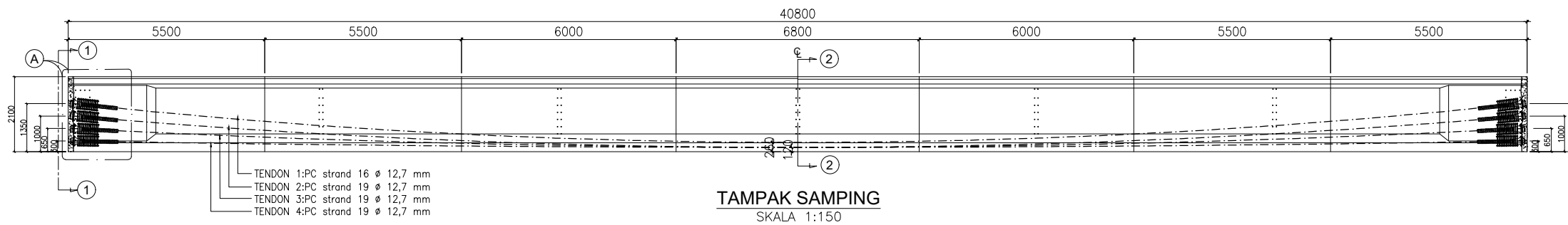
SKALA

1 : 150

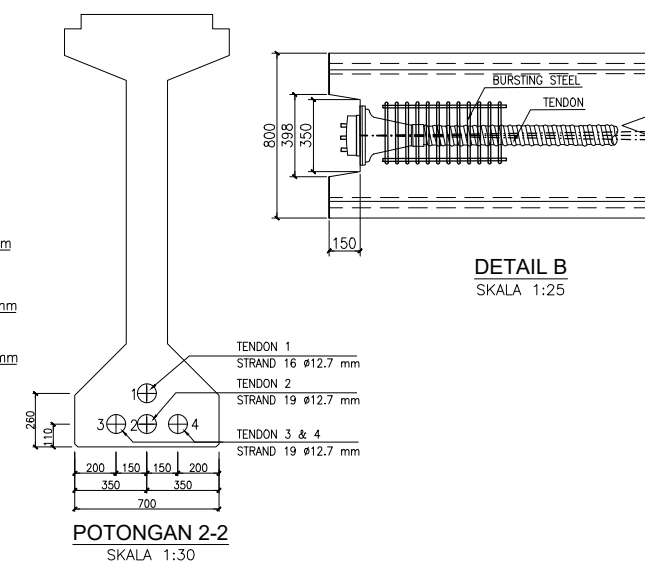
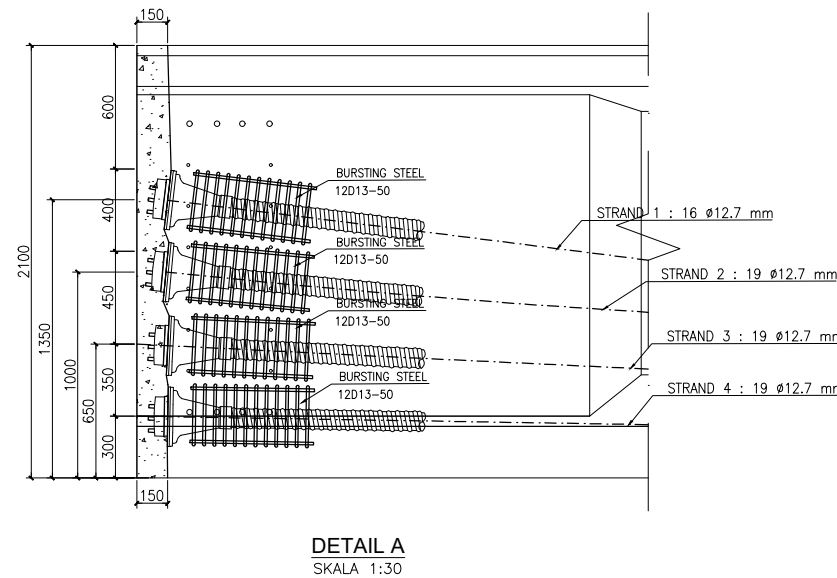
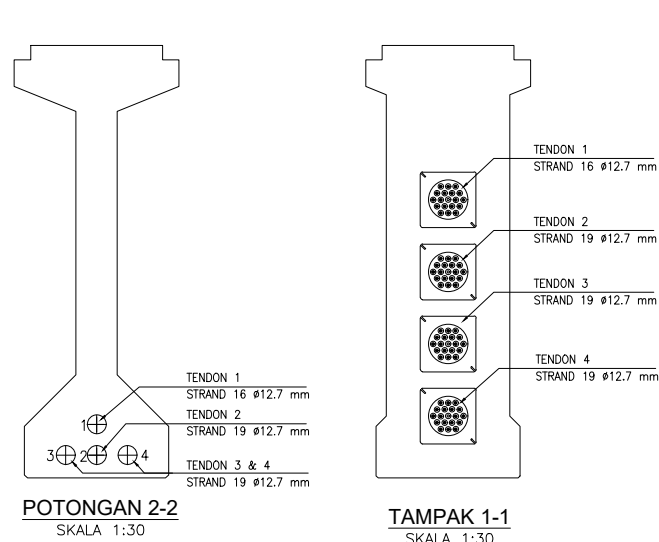
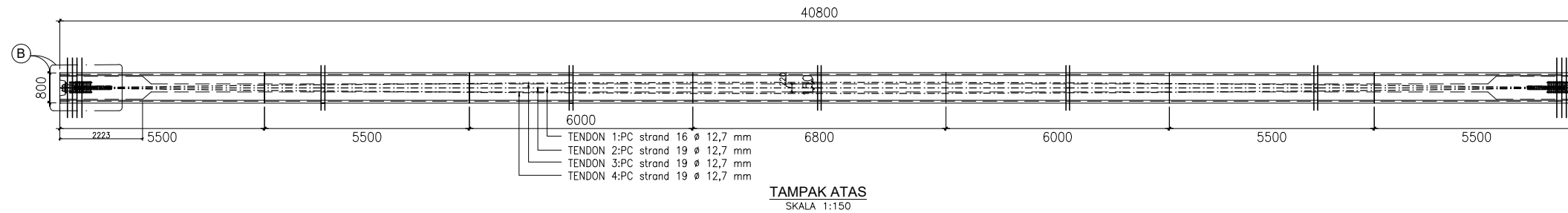
NO. GAMBAR

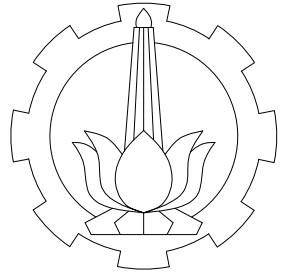
9

KODE GAMBAR



No. Tendon	No. of PC Strand Ø 12.7 mm	Cable Coord.	Profile (mm)		Distance From Edge Beam (mm)																				CL			
			Edge	Mid	0	150	300	1300	2300	3300	4300	5300	6300	7300	8300	9300	10300	11300	12300	13300	14300	15300	16300	17300		18300	19300	20300
1	16	X	1,350	260	1,350	1,334	1,318	1,216	1,118	1,026	939	857	781	709	643	583	527	477	432	392	357	328	304	285	272	263	260	260
2	19	X	1,000	120	1,000	987	974	891	813	738	668	602	540	483	430	381	336	295	259	227	199	175	156	140	129	123	120	120
3	19	X	650	120	650	642	635	585	537	492	450	410	373	339	306	277	250	225	204	184	167	153	141	132	126	122	120	120
		Y	0	-150	0	-2	-4	-19	-32	-45	-57	-68	-78	-88	-97	-106	-113	-120	-126	-132	-137	-141	-144	-147	-148	-150	-150	-150
4	19	X	300	120	300	297	295	278	262	246	232	219	206	194	183	173	164	156	148	142	136	131	127	124	122	121	120	120
		Y	0	150	0	2	4	19	32	45	57	68	78	88	97	106	113	120	126	132	137	141	144	147	148	150	150	150
Total	73																											





D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

Detail Pembesian PCI Girder 40,8m :
 - Potongan 1-1
 - Potongan 2-2
 - Detail Sambungan Segmen 1 & 2

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Bentang (L) = 40,8 m
 Tinggi (H) = 2,1 m
 CTC = 2,1 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

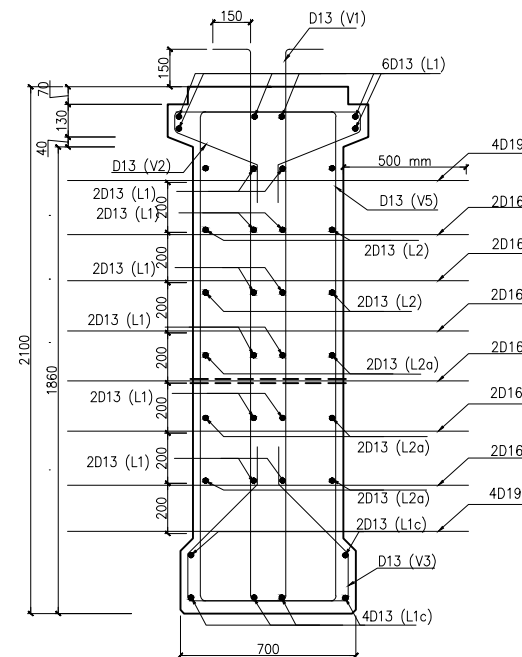
SKALA

1 : 30

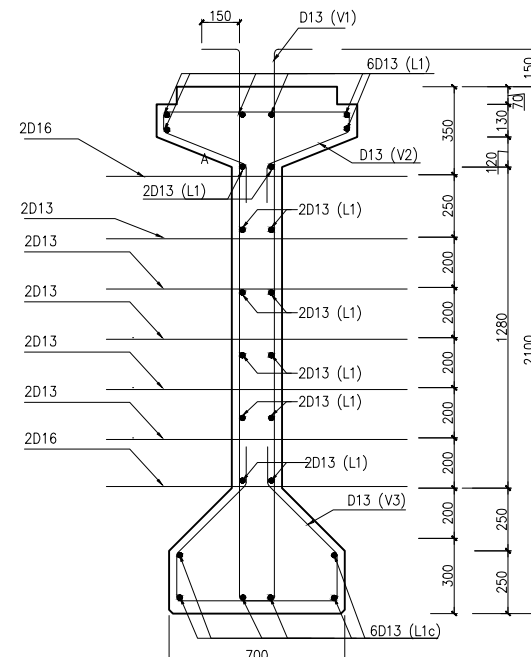
NO. GAMBAR

10

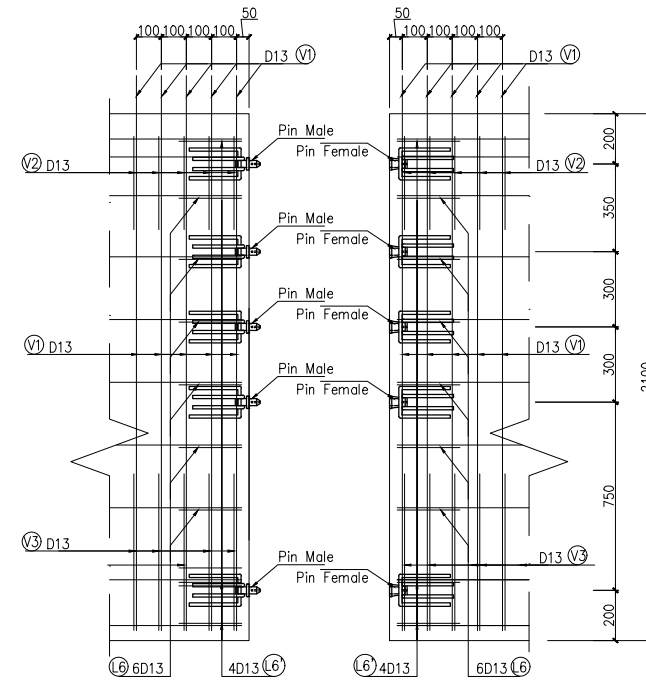
KODE GAMBAR



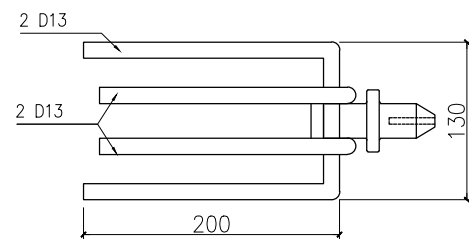
POTONGAN 1-1 (TIPE TENGAH)
 SKALA 1 : 30



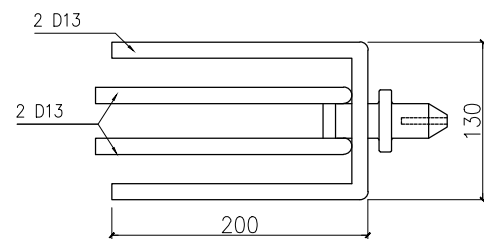
POTONGAN 2-2 (TIPE TENGAH)
 SKALA 1 : 30



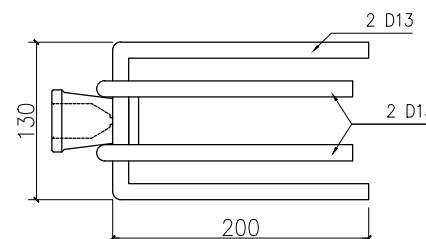
DETAIL SAMBUNGAN SEGMENT 1 & 2
 SKALA 1 : 30



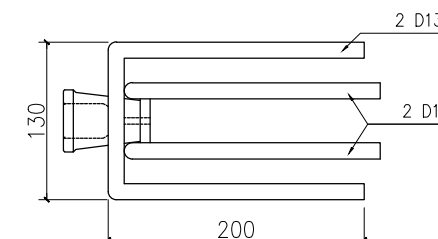
TAMPAK SAMPING
 DETAIL PEMBESIAN PIN CONNECTOR



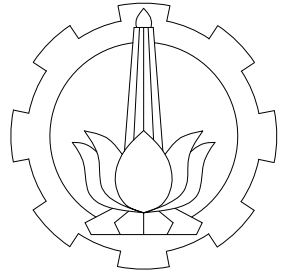
TAMPAK ATAS



TAMPAK ATAS



TAMPAK SAMPING



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PENAMPANG PCI
 GIRDER 50,8 m (P3 - P4)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

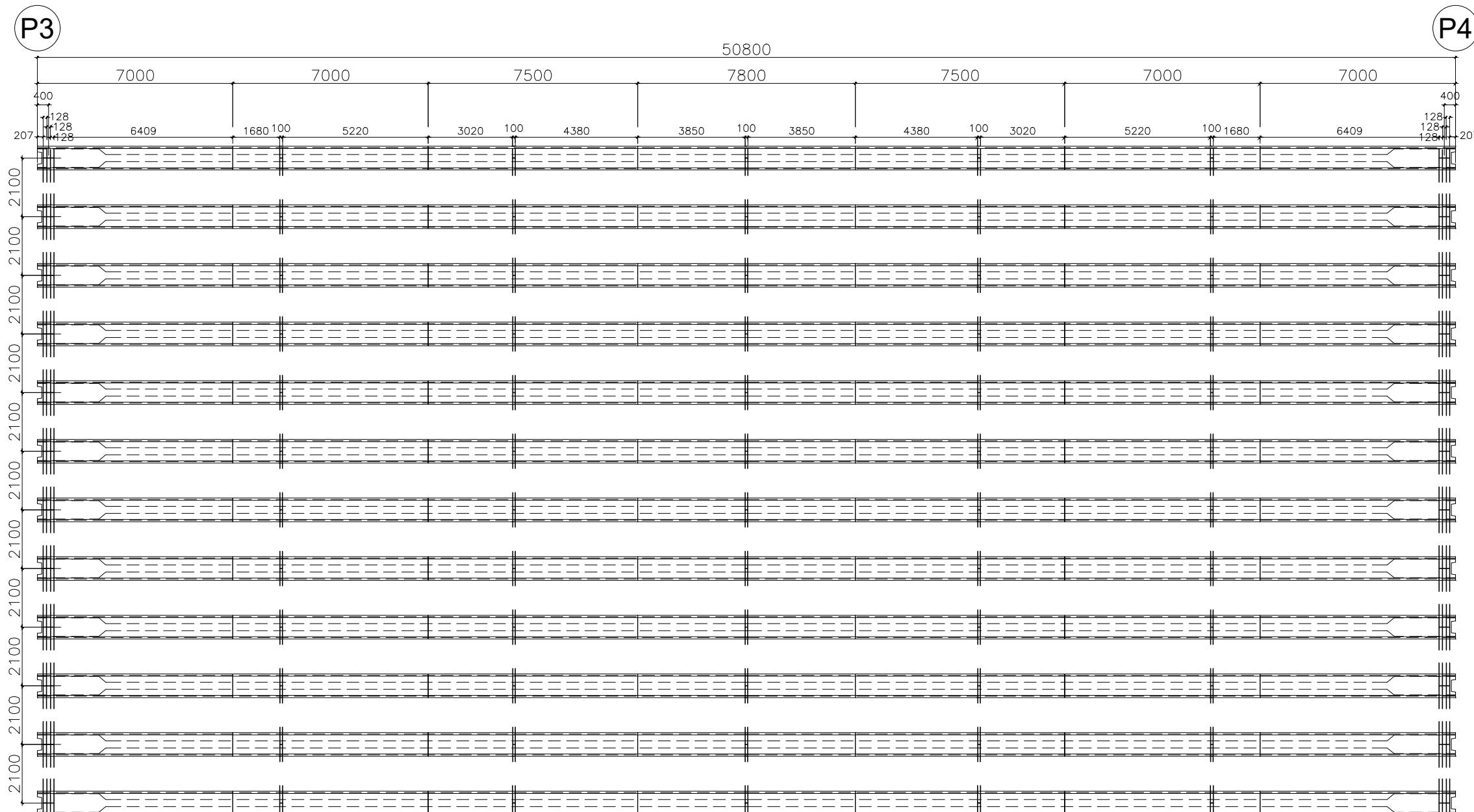
SKALA

1:175

NO. GAMBAR

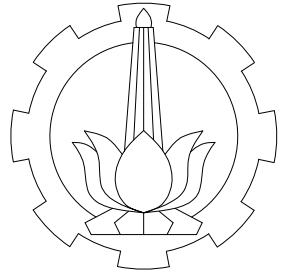
11

KODE GAMBAR



LAYOUT PLAN P3 - P4

SKALA 1:175



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DETAIL PENAMPANG PCI
GIRDER 50,8 m :
- Tampak Samping
- Tampak Atas
- Potongan A-A
- Potongan B-B
- Potongan 1-1
- Potongan 2-2
- Potongan 3-3

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

Bentang (L) = 50,8 m
Tinggi (H) = 2,3 m
CTC = 2,1 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

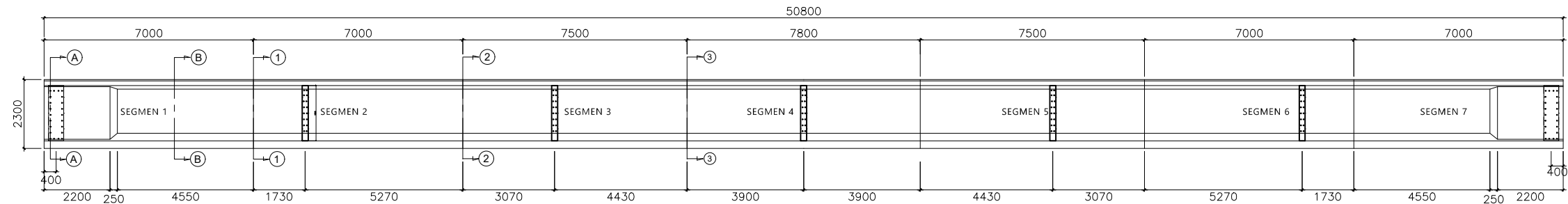
SKALA

1:175

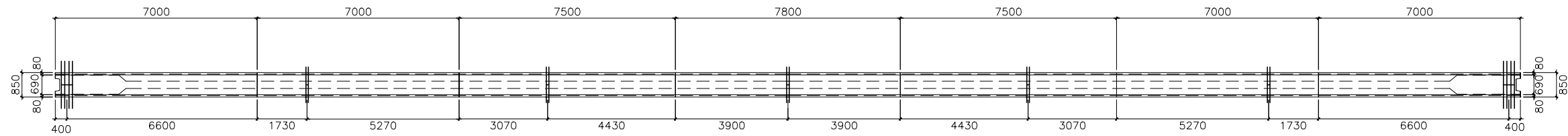
NO. GAMBAR

12

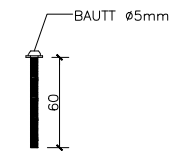
KODE GAMBAR



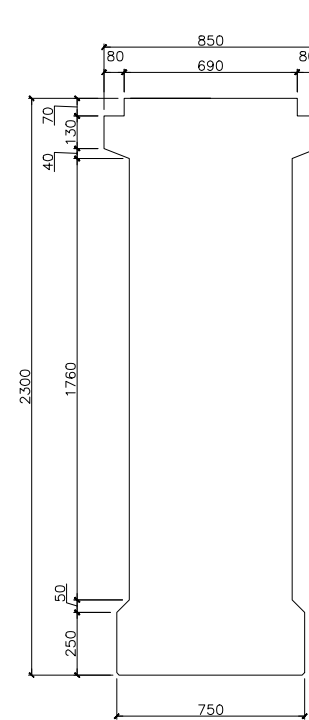
TAMPAK SAMPIG
SKALA 1:100



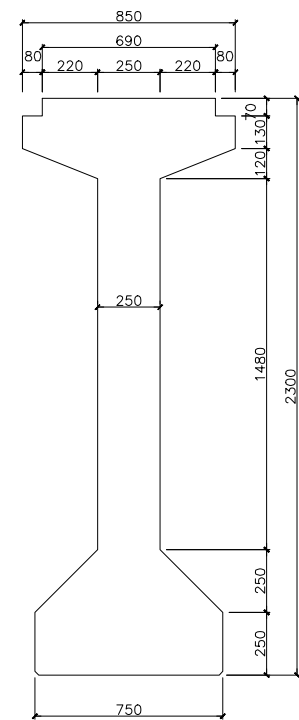
TAMPAK ATAS
SKALA 1:175



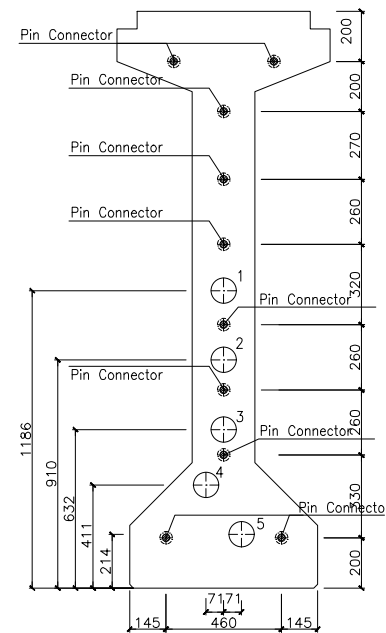
BAUT PIN CONNECTOR



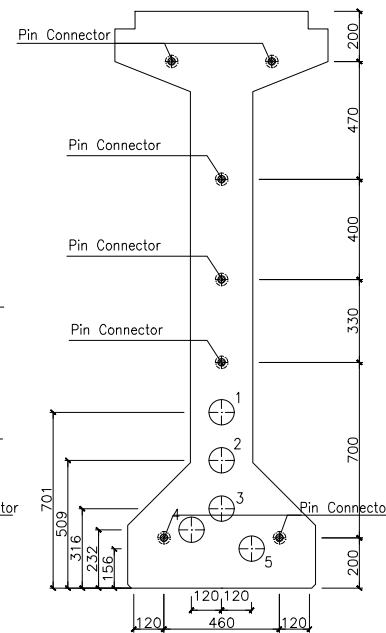
POTONGAN A-A
SKALA 1:30



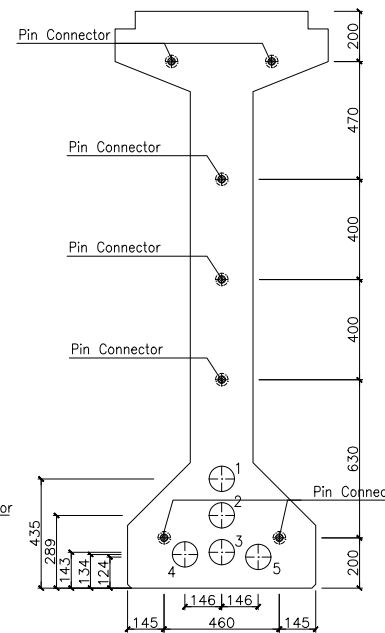
POTONGAN B-B
SKALA 1:30



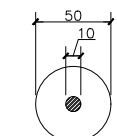
POTONGAN 1-1
SKALA 1:30



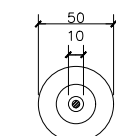
POTONGAN 2-2
SKALA 1:30



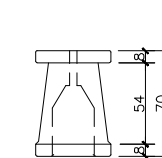
POTONGAN 3-3
SKALA 1:30



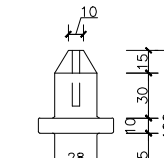
TAMPAK ATAS



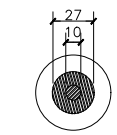
TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN

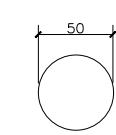


TAMPAK DEPAN



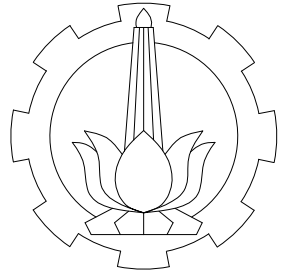
TAMPAK BAWAH

FEMALE PIN CONNECTOR
SKALA 1:5



TAMPAK BAWAH

MALE PIN CONNECTOR
SKALA 1:5



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIANI -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DETAIL PEMBESIAN
 PCI GIRDER 50,8 m :
 - Tampak Samping
 - Tampak Atas
 - Potongan 5-5
 - Potongan 6-6
 - Detail Sambungan Segmen 1 & 2

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 10111510000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

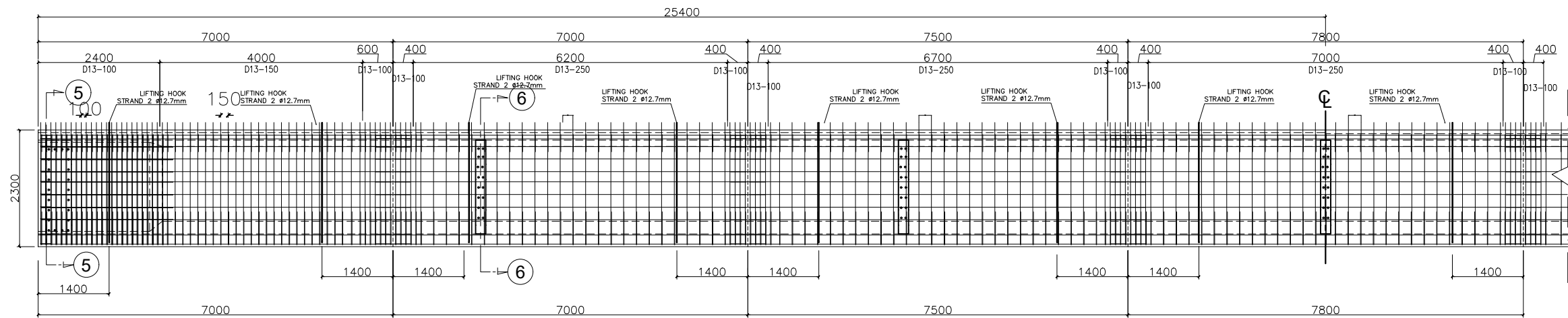
SKALA

1:100

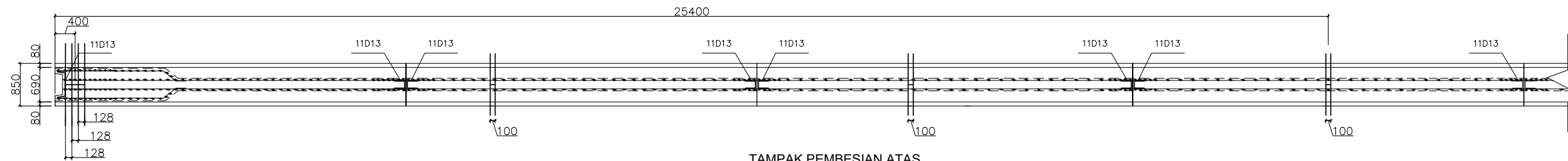
NO. GAMBAR

13

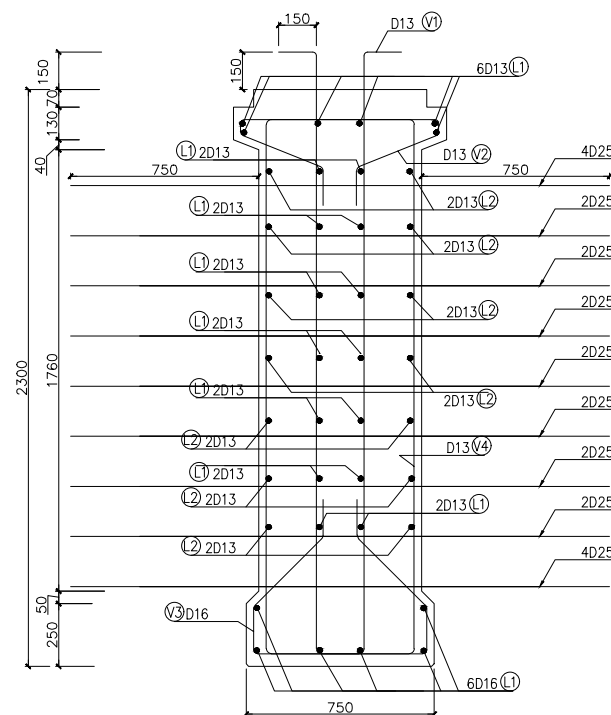
KODE GAMBAR



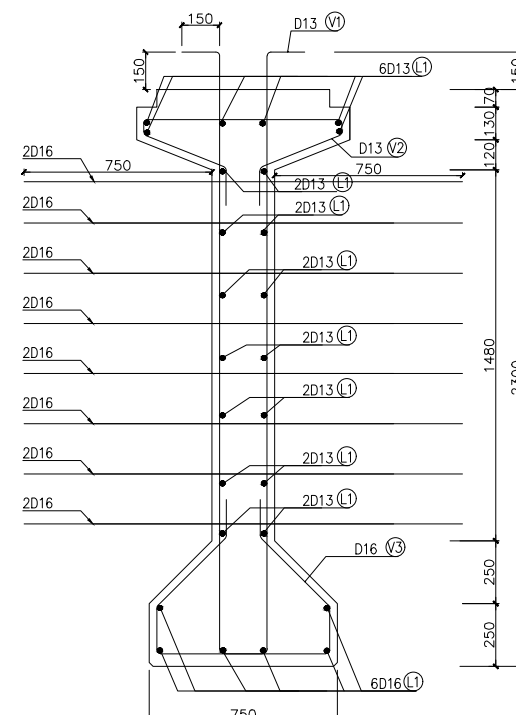
TAMPAK PEMBESIAN SAMPING
 SKALA 1:100



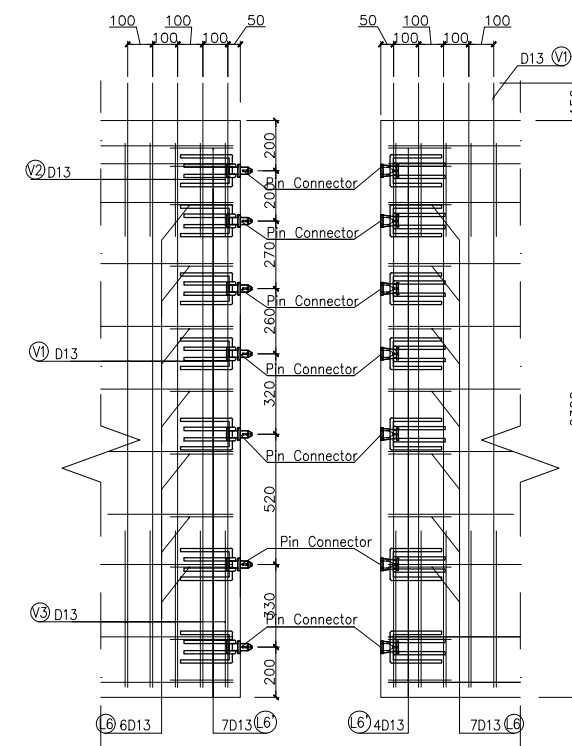
TAMPAK PEMBESIAN ATAS
 SKALA 1:100



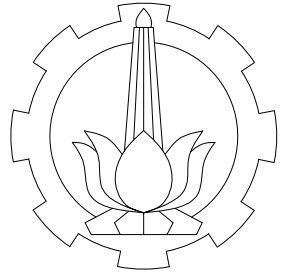
POTONGAN 5-5
 SKALA 1 : 30



POTONGAN 6-6
 SKALA 1 : 30



DETAIL SAMBUNGAN SEGMENT 1 & 2
 SKALA 1 : 30



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

LAYOUT TENDON PCI GIRDER 50,8 m:

- Tampak Samping
- Tampak Atas
- Tampak 3-3
- Potongan 4-4
- Detail A
- Detail B

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

Bentang (L) = 50,8 m
Tinggi (H) = 2,3 m
CTC = 2,1 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

22

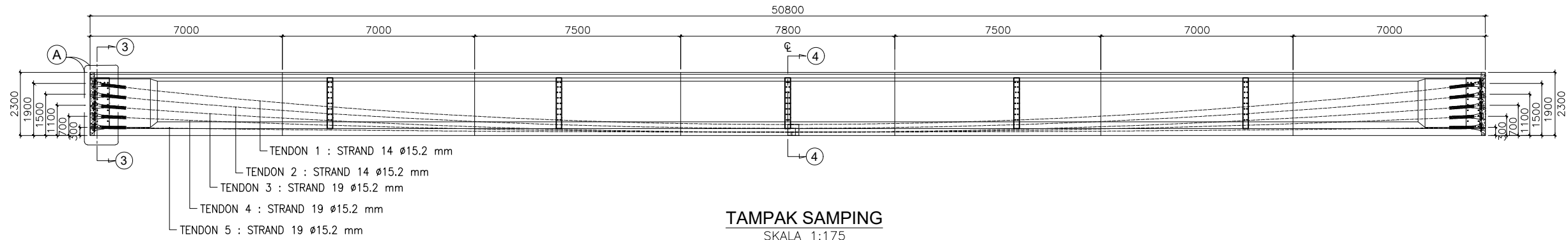
SKALA

1:175

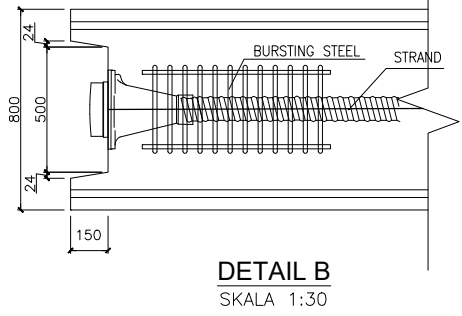
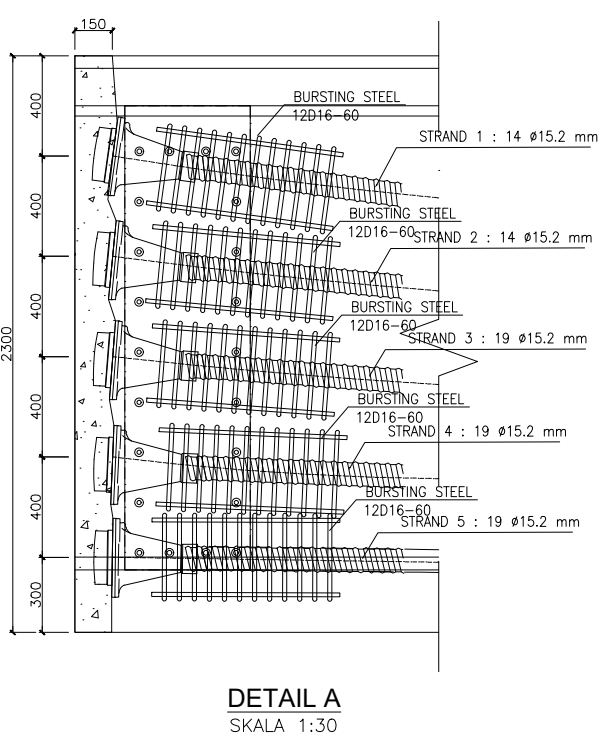
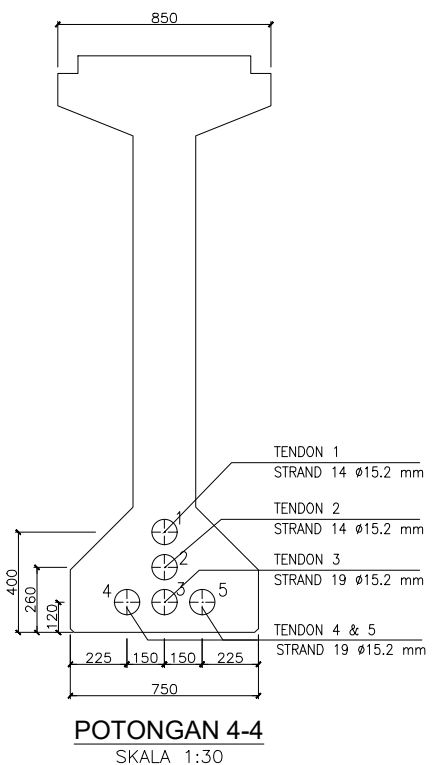
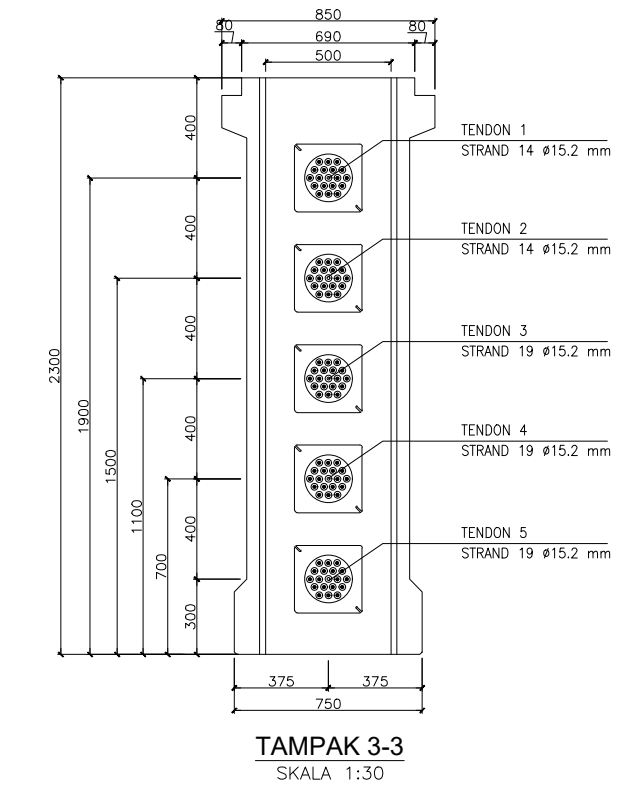
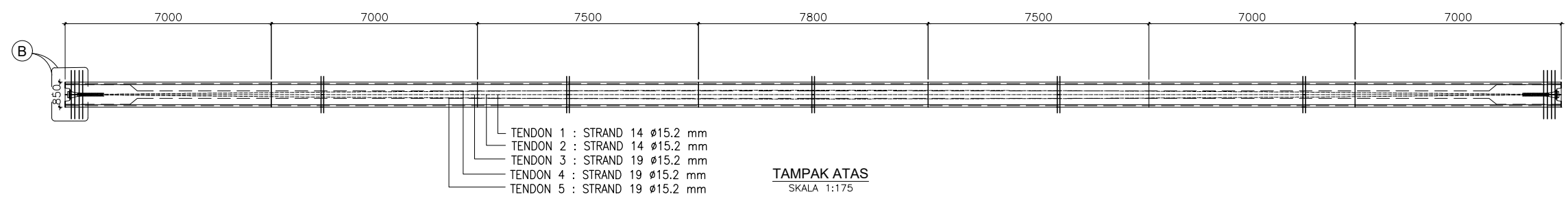
NO. GAMBAR

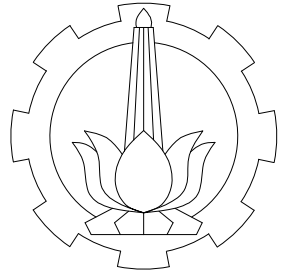
14

KODE GAMBAR



No. Tendon	No. of PC Strand Ø 15.2 mm	Cable Coord.	Profile (mm)		Distance From Edge Beam (mm)																				CL					
			Edge	Mid	0	150	300	1300	2300	3300	4300	5300	6300	7300	8300	9300	10300	11300	12300	13300	14300	15300	16300	17300		18300	19300	20300	21300	22300
1	14	X	1,900	400	1,900	1,882	1,865	1,750	1,641	1,536	1,435	1,339	1,248	1,162	1,080	1,003	930	862	799	740	686	637	593	553	517	487	460	439	422	400
2	14	X	1,500	260	1,500	1,485	1,471	1,376	1,286	1,199	1,116	1,037	961	890	822	758	698	642	590	541	497	456	419	386	357	332	310	292	278	260
3	19	X	1,100	120	1,100	1,088	1,077	1,002	931	862	796	734	674	618	564	514	466	422	381	342	307	275	246	220	197	177	160	146	135	120
4	19	X	700	120	700	693	686	642	600	559	520	483	448	415	383	353	325	299	274	252	231	212	194	179	165	153	143	135	129	120
		Y	0	-150	0	-2	-4	-15	-26	-36	-46	-56	-65	-74	-82	-90	-97	-104	-110	-116	-121	-126	-131	-135	-138	-141	-144	-146	-148	-150
5	19	X	300	120	300	298	296	282	269	256	244	233	222	211	202	192	184	175	168	161	154	148	143	138	134	130	127	125	123	120
		Y	0	150	0	2	4	15	26	36	46	56	65	74	82	90	97	104	110	116	121	126	131	135	138	141	144	146	148	150
Total	85																													





D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DENAH DIAPRAGMA
 GIRDER L = 40.8 m

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA
 (Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

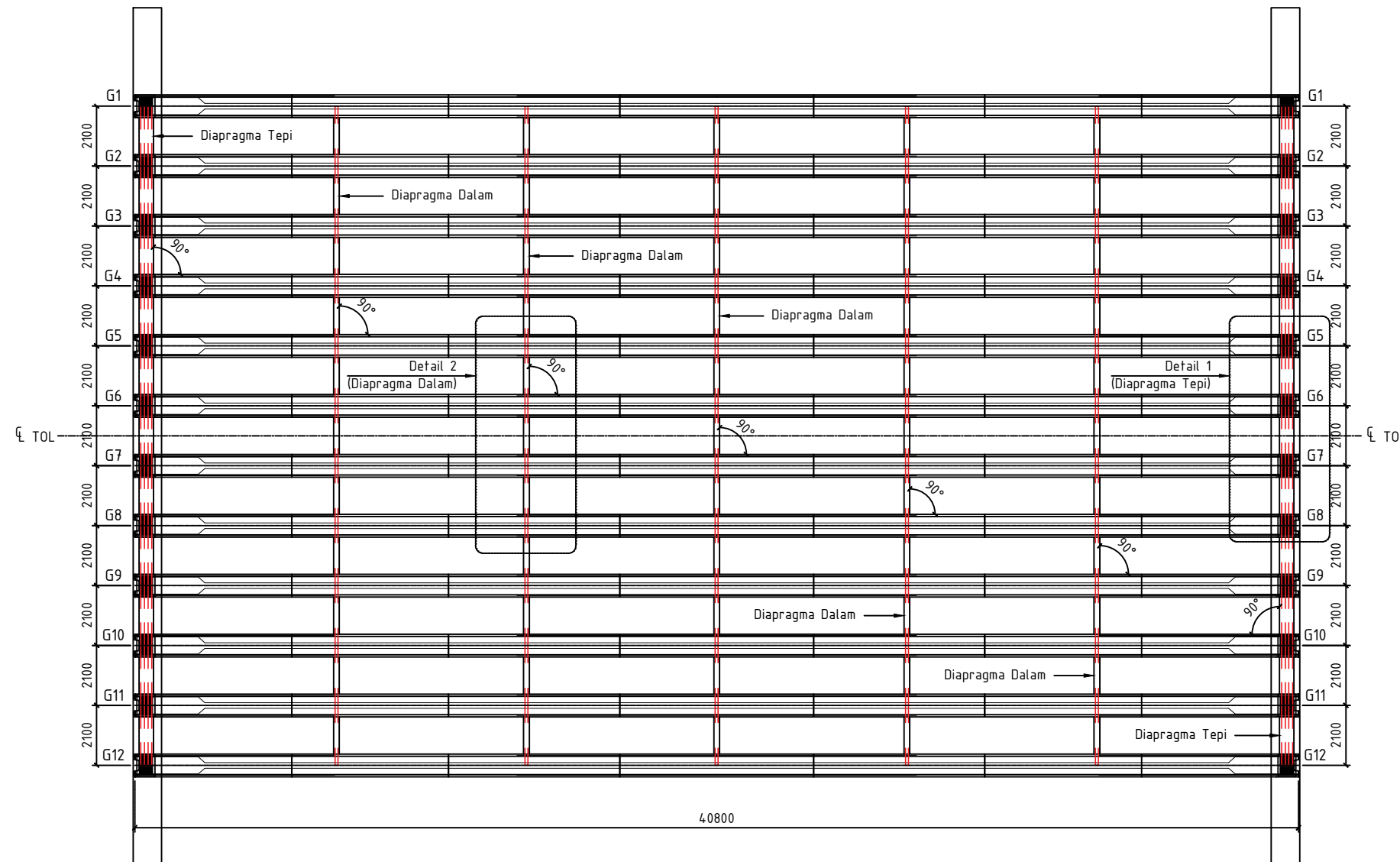
SKALA

1:200

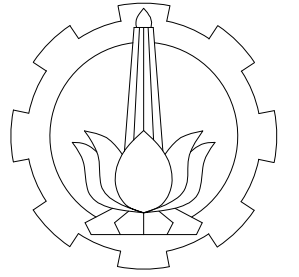
NO. GAMBAR

15

KODE GAMBAR



DENAH DIAPRAGMA GIRDER 40.8 M
 SKALA 1:200



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DIAPRAGMA TEPI
GIRDER L = 40.8 m

DIAPRAGMA DALAM
GIRDER L = 40.8 m

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

DENAH DIAPRAGMA TEPI GIRDER 40,8 m:
- Lebar (b) = 1,5 m
- Tinggi (h) = 0,5 m
DENAH DIAPRAGMA DALAM GIRDER 40,8 m:
- Lebar (b) = 1,9 m
- Tinggi (h) = 0,2 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA
(Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

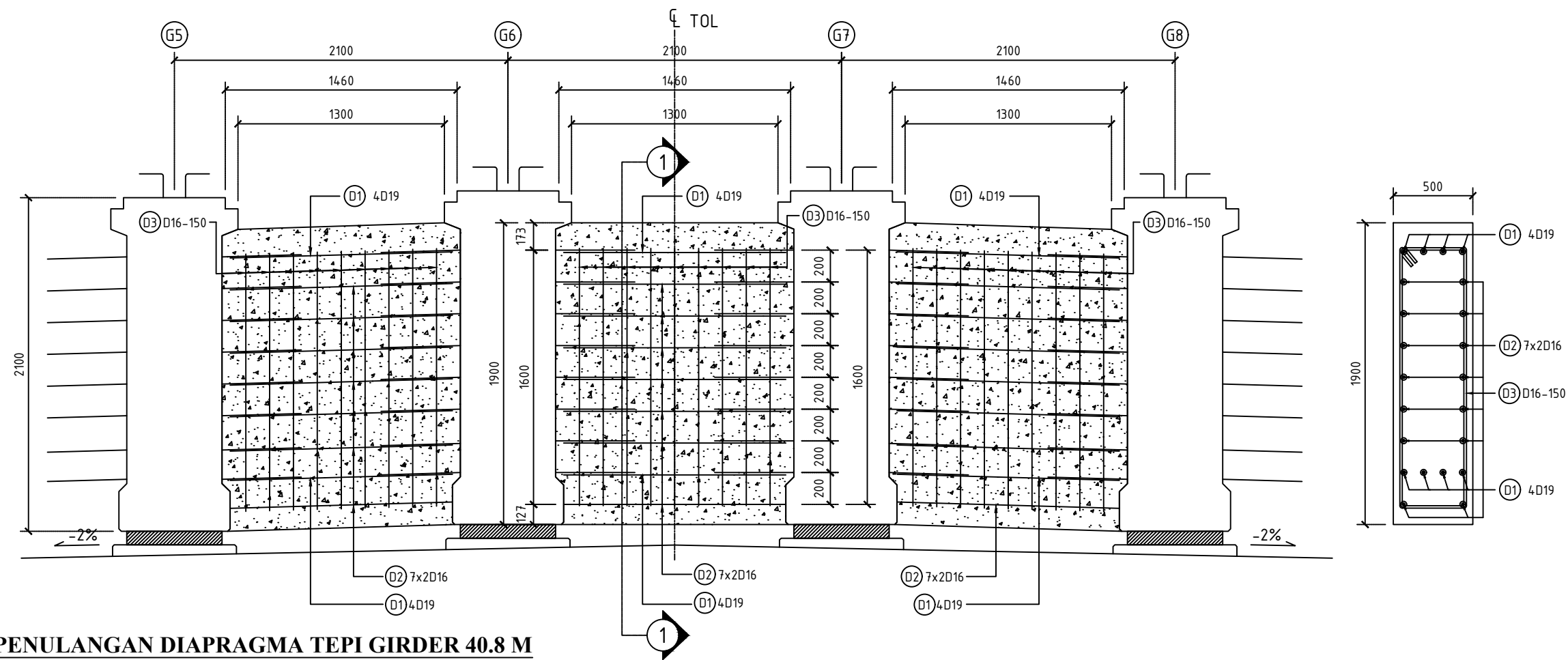
SKALA

1:30

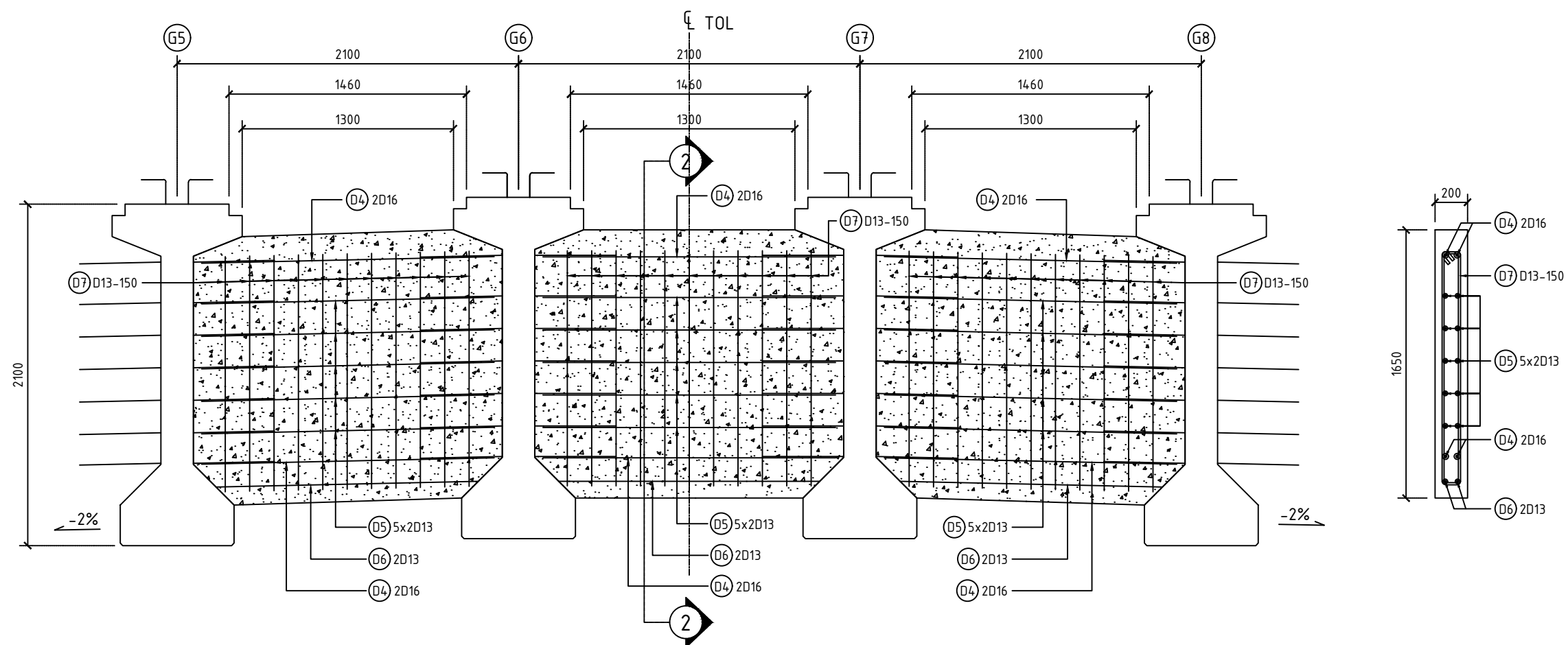
NO. GAMBAR

16

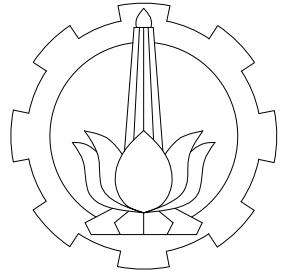
KODE GAMBAR



DETAIL PENULANGAN DIAPRAGMA TEPI GIRDER 40.8 M
SKALA 1:30



DETAIL PENULANGAN DIAPRAGMA DALAM GIRDER 40.8 M
SKALA 1:30



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DENAH DIAPRAGMA GIRDER 50.8 m

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA
 (Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

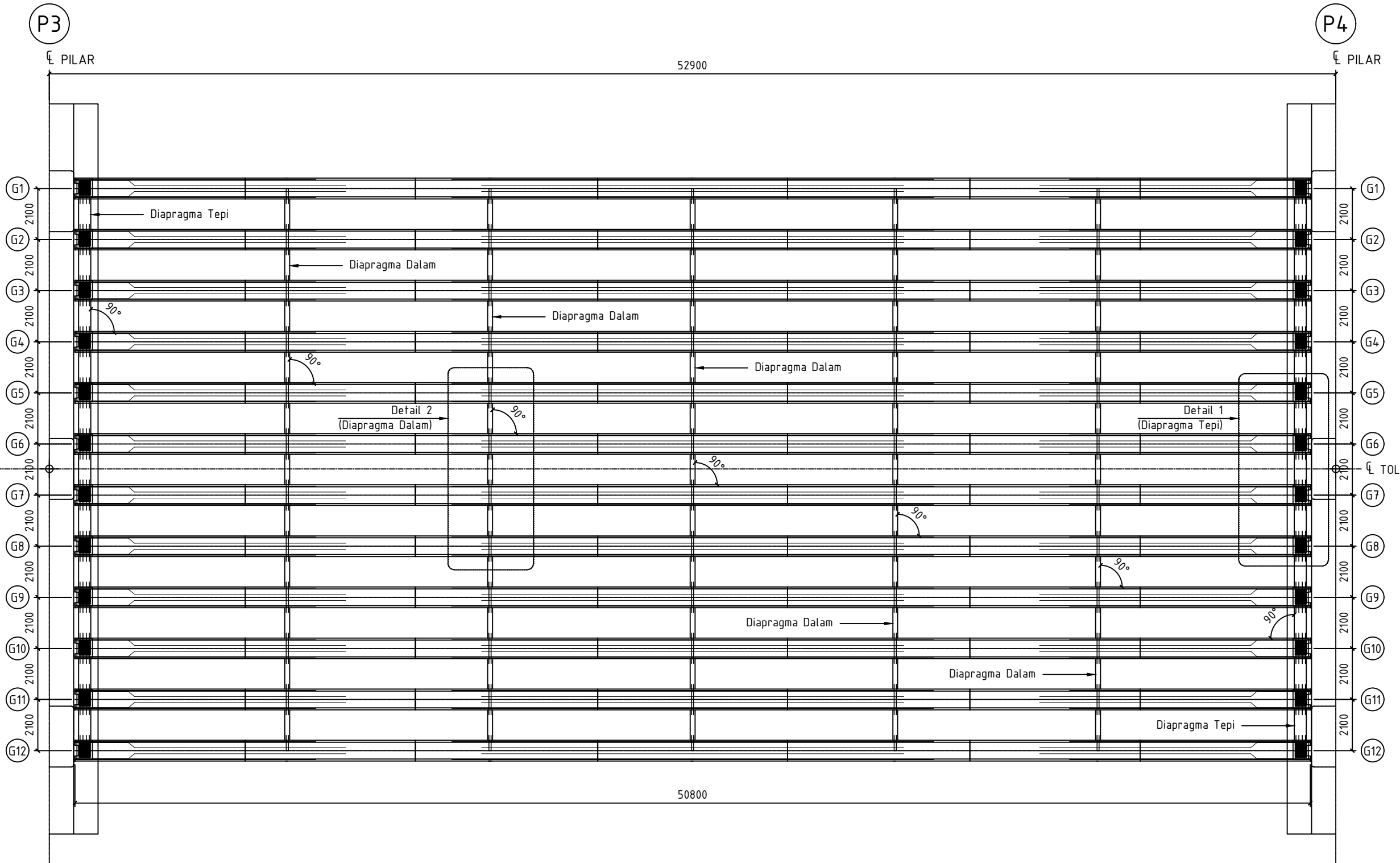
SKALA

1:175

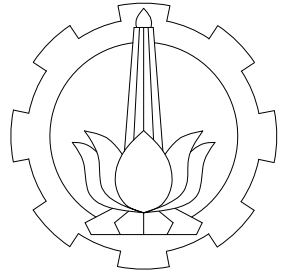
NO. GAMBAR

17

KODE GAMBAR



DENAH DIAPRAGMA GIRDER 50.8 M
 SKALA 1:175



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DIAPRAGMA TEPI
GIRDER L = 50.8 m

DIAPRAGMA DALAM
GIRDER L = 50.8 m

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

DENAH DIAPRAGMA TEPI GIRDER 50.8 m :
- Tinggi (H) = 0,5 m
- Lebar (B) = 1,45 m

DENAH DIAPRAGMA DALAM GIRDER 50.8 m :
- Tinggi (H) = 0,2 m
- Lebar (B) = 1,85 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA
(Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

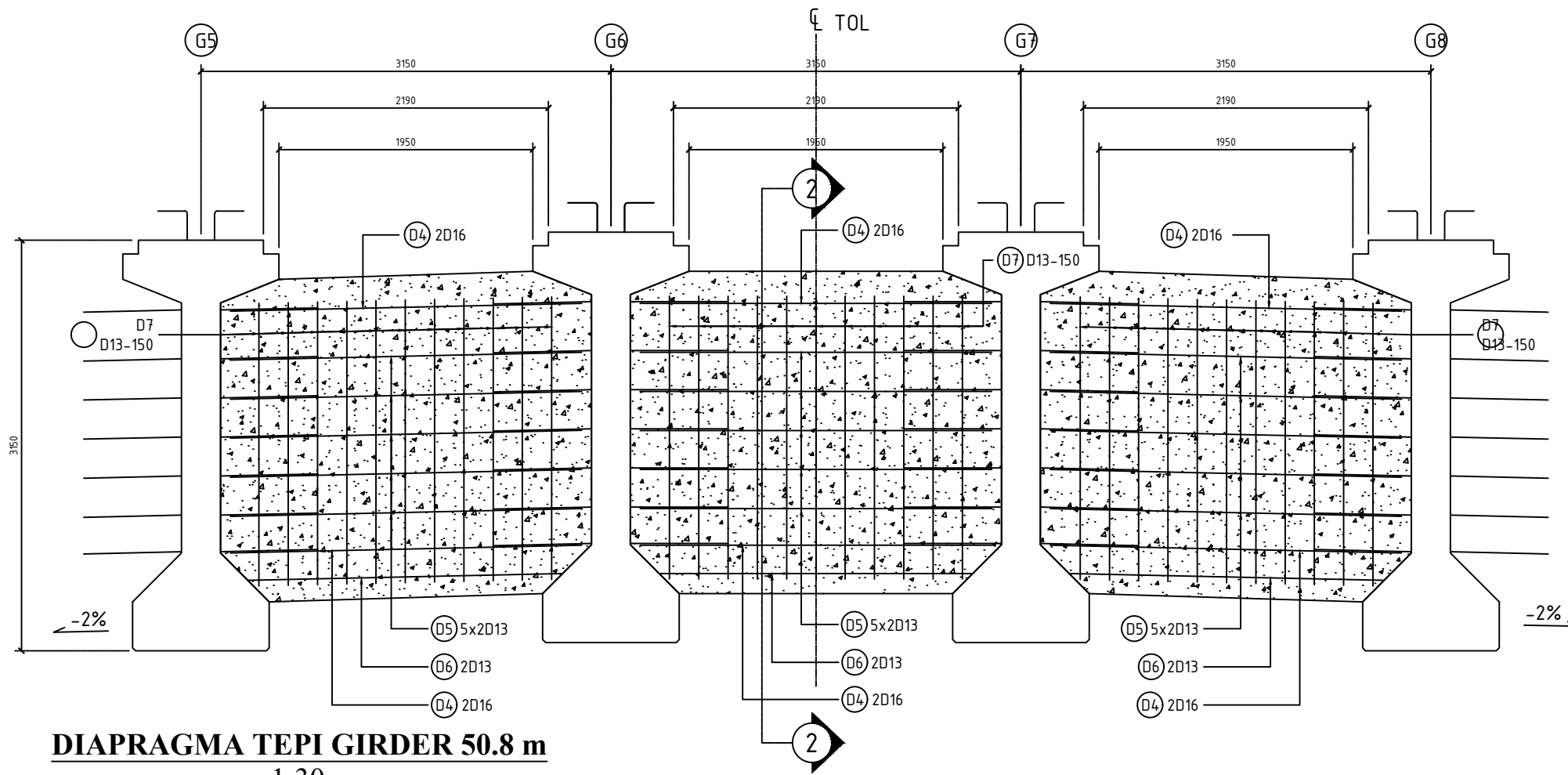
SKALA

1:30

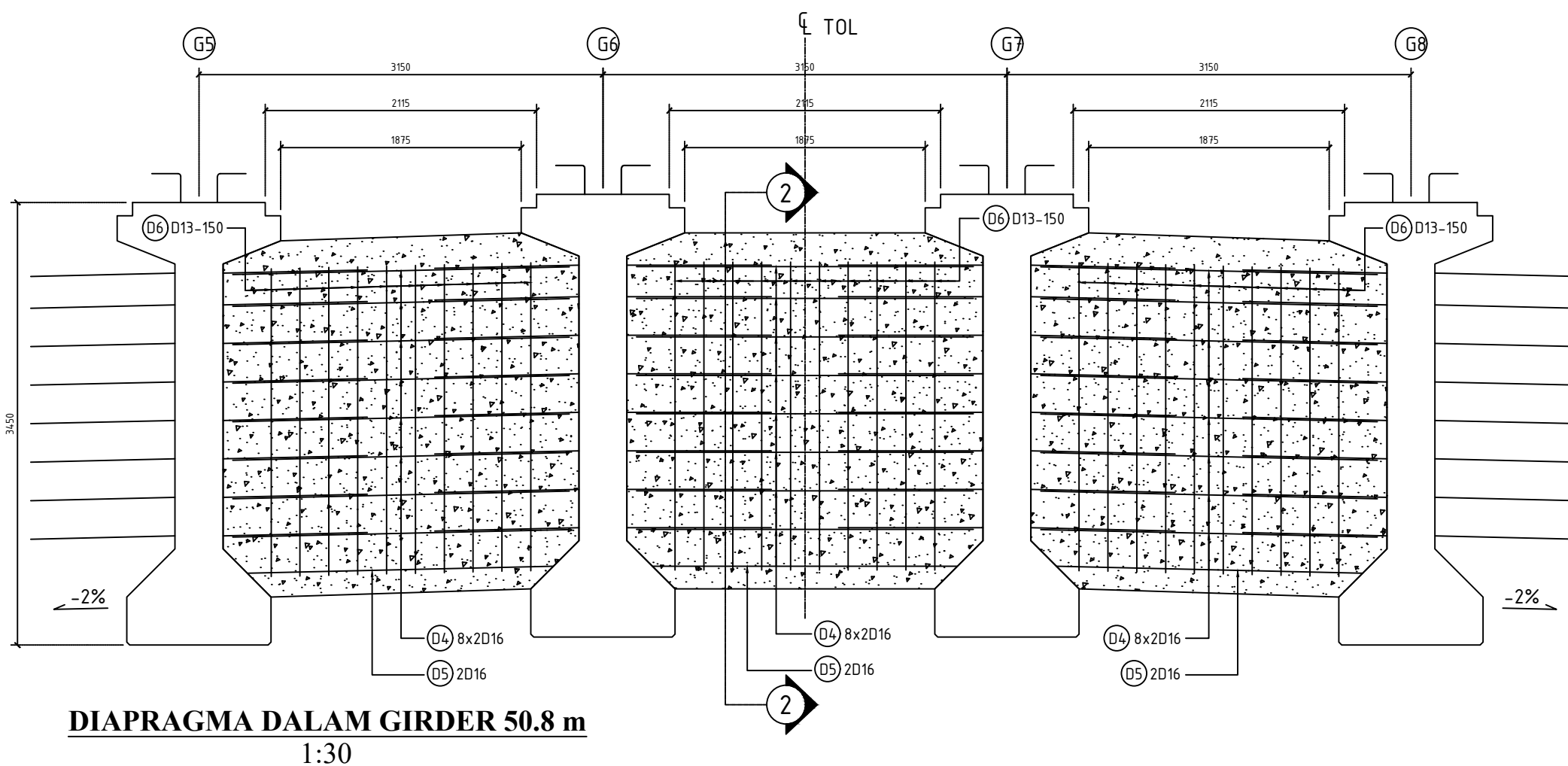
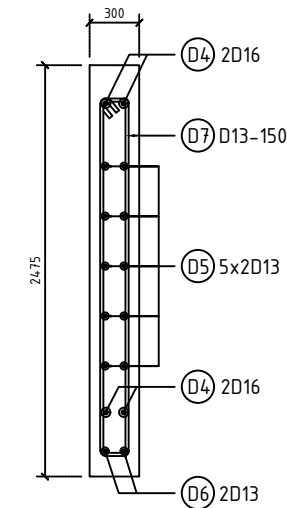
NO. GAMBAR

18

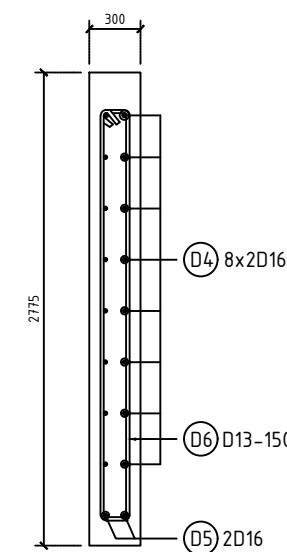
KODE GAMBAR

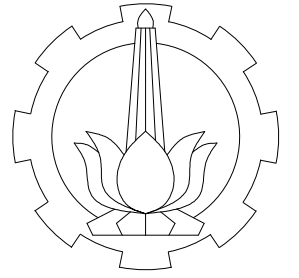


DIAPRAGMA TEPI GIRDER 50.8 m
1:30



DIAPRAGMA DALAM GIRDER 50.8 m
1:30





D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DENAH PEMASANGAN STEELDECK
 GIRDER 40,8 m
 POTONGAN A-A

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Bentang 40,8 m
 Lebar 25,2 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA
 (Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

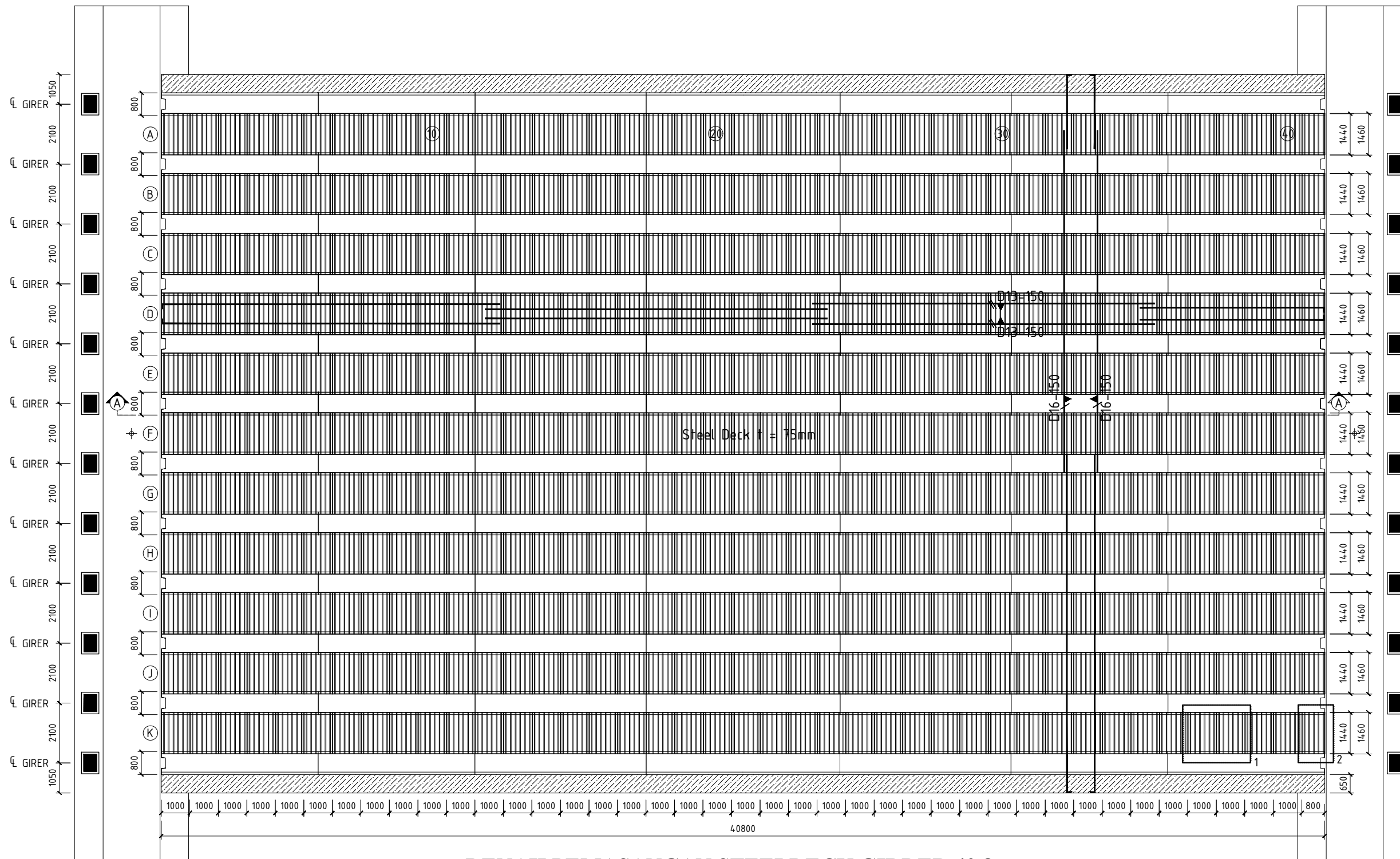
SKALA

1: 100

NO. GAMBAR

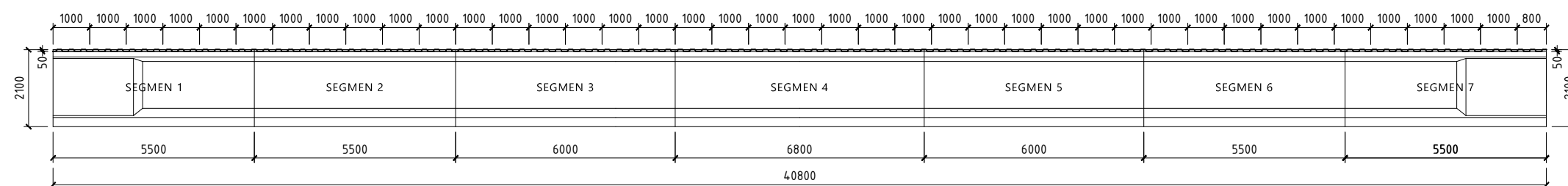
19

KODE GAMBAR



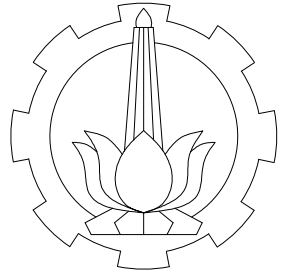
DENAH PEMASANGAN STEELDECK GIRDER 40,8 m

1:100



POTONGAN A-A

1:150



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

TIPIKAL DENAH PEMBESIAN PLAT
 LANTAI BENTANG 40,8 M

TAMPAK MEMANJANG DENAH
 PEMBESIAN PLAT LANTAI
 BENTANG 40,8 M

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Bentang 40,8 m
 Lebar 25,2 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA
 (Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

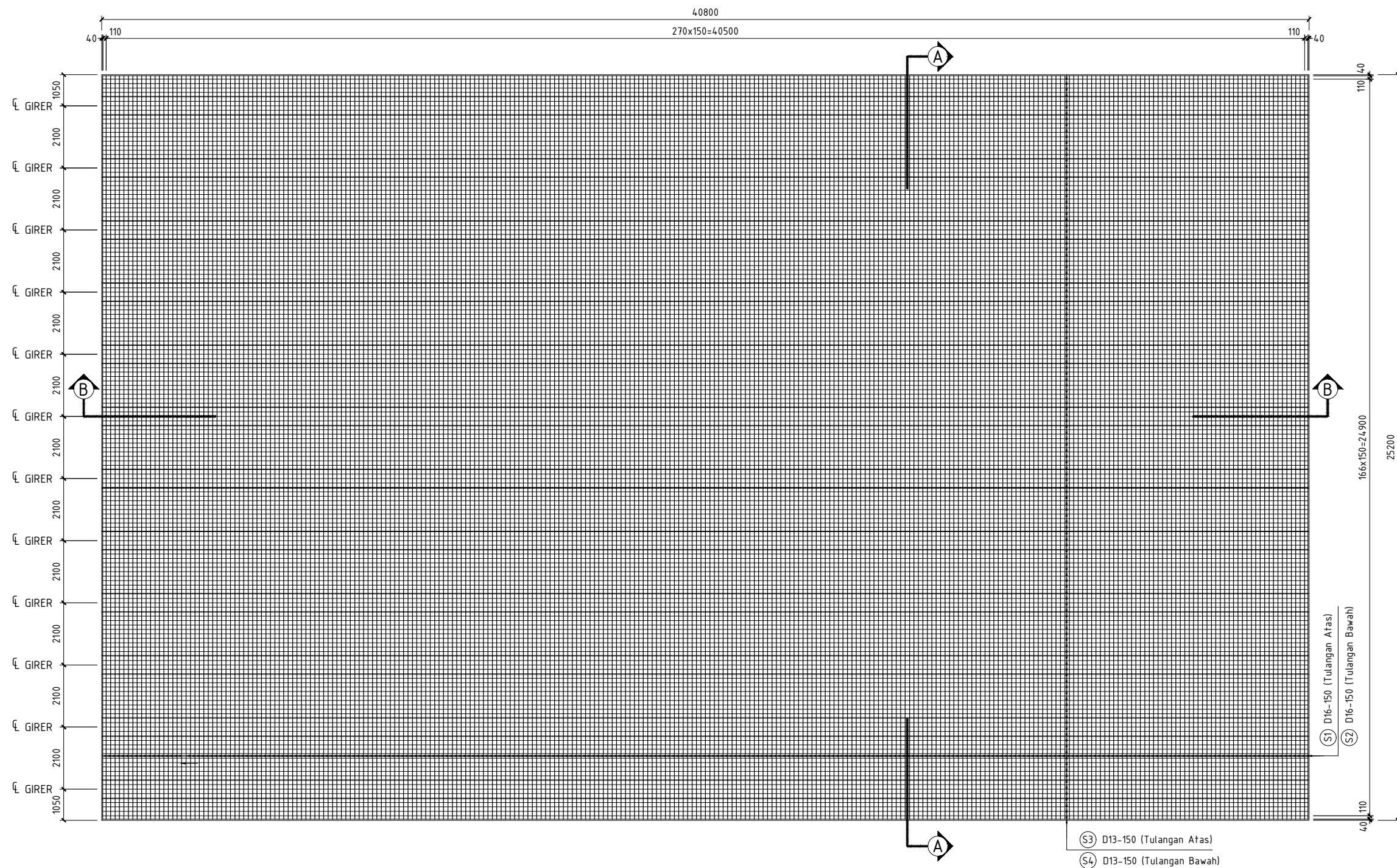
SKALA

1: 150

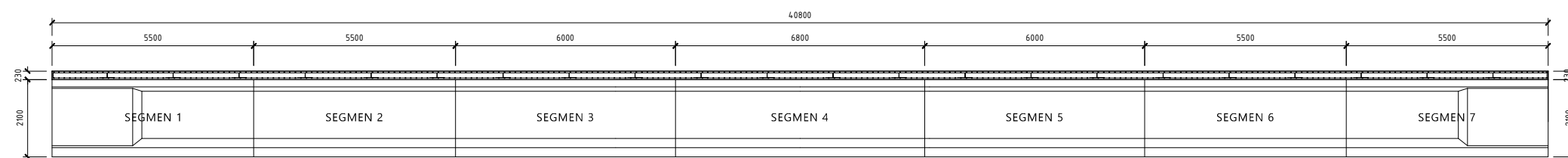
NO. GAMBAR

20

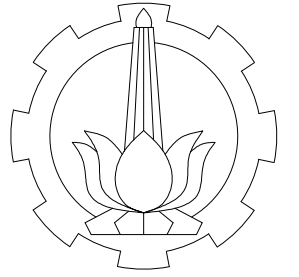
KODE GAMBAR



TIPIKAL DENAH PEMBESIAN PLAT LANTAI BENTANG 40,8 m
 1:150



TAMPAK MEMANJANG PLAT LANTAI BENTANG 40,8 m
 1:150



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
 VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
 PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
 METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
 JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
 LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
 21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
 GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

DENAH PEMASANGAN STEELDECK
 GIRDER 50,8 m

POTONGAN A-A

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
 1011151000003

KETERANGAN

Bentang 50,8 m
 Lebar 25,2 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
 PT. WASKITA KARYA
 (Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

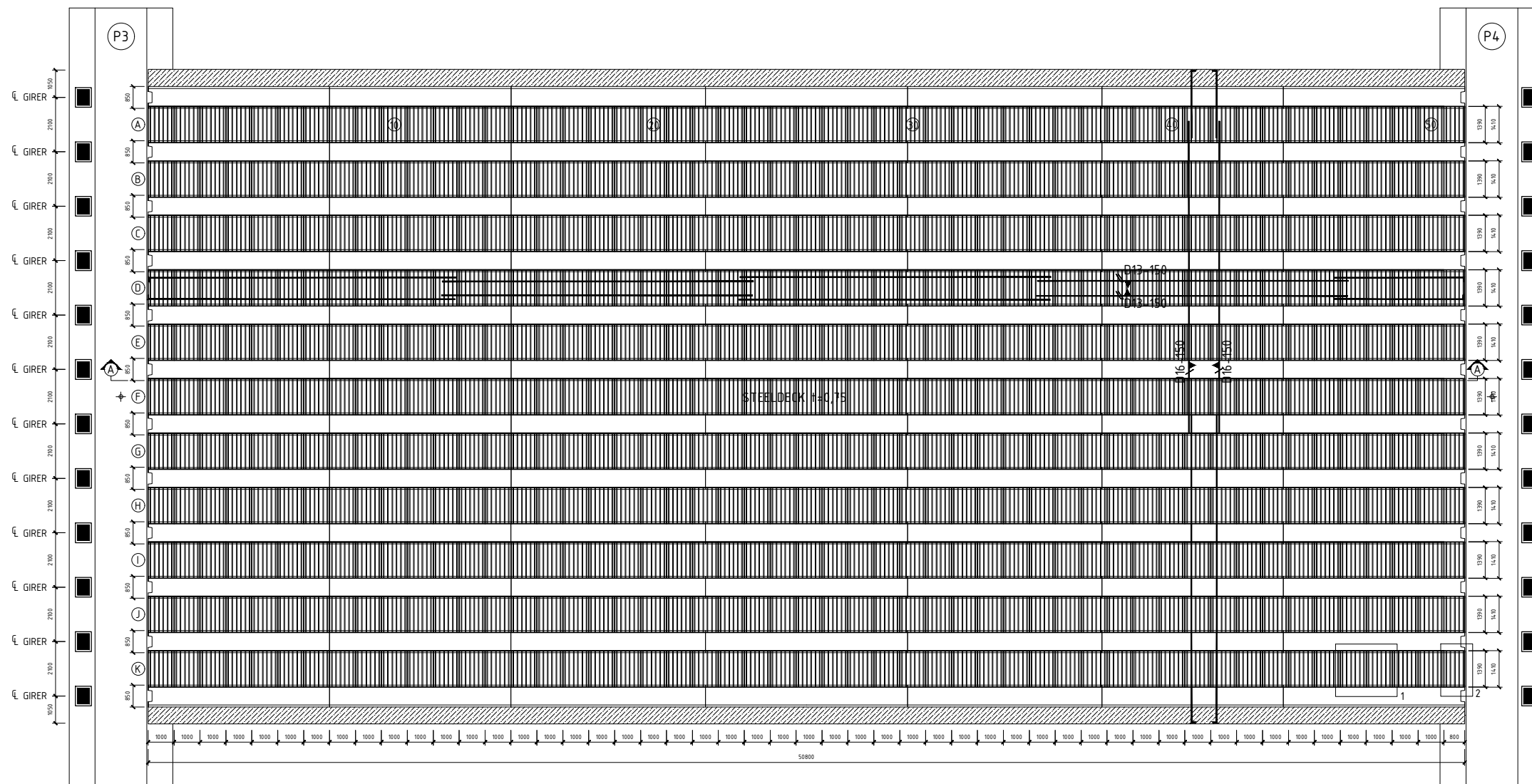
SKALA

1: 100

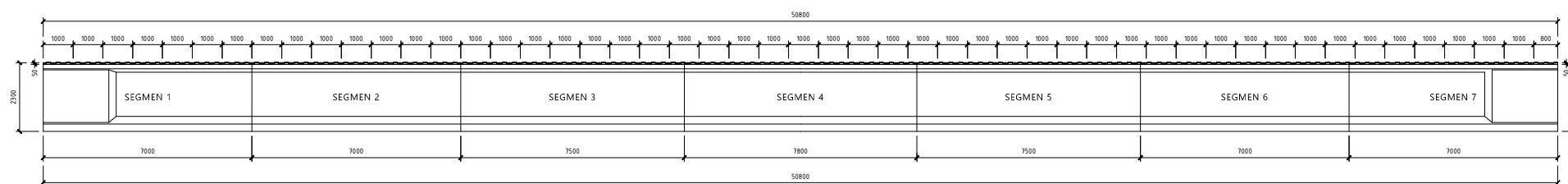
NO. GAMBAR

21

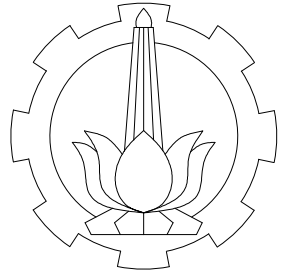
KODE GAMBAR



DENAH PEMASANGAN STEELDECK GIRDER 50,8 m
 1:175



POTONGAN A-A
 1:150



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

TIPIKAL DENAH PEMBESIAN PLAT
LANTAI BENTANG 50,8 m
TAMPAK MEMANJANG PLAT
LANTAI BENTANG 50,8 m

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

Bentang 50,8 m
Lebar 25,2 m

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA
(Persero). Tbk

JUMLAH GAMBAR

22

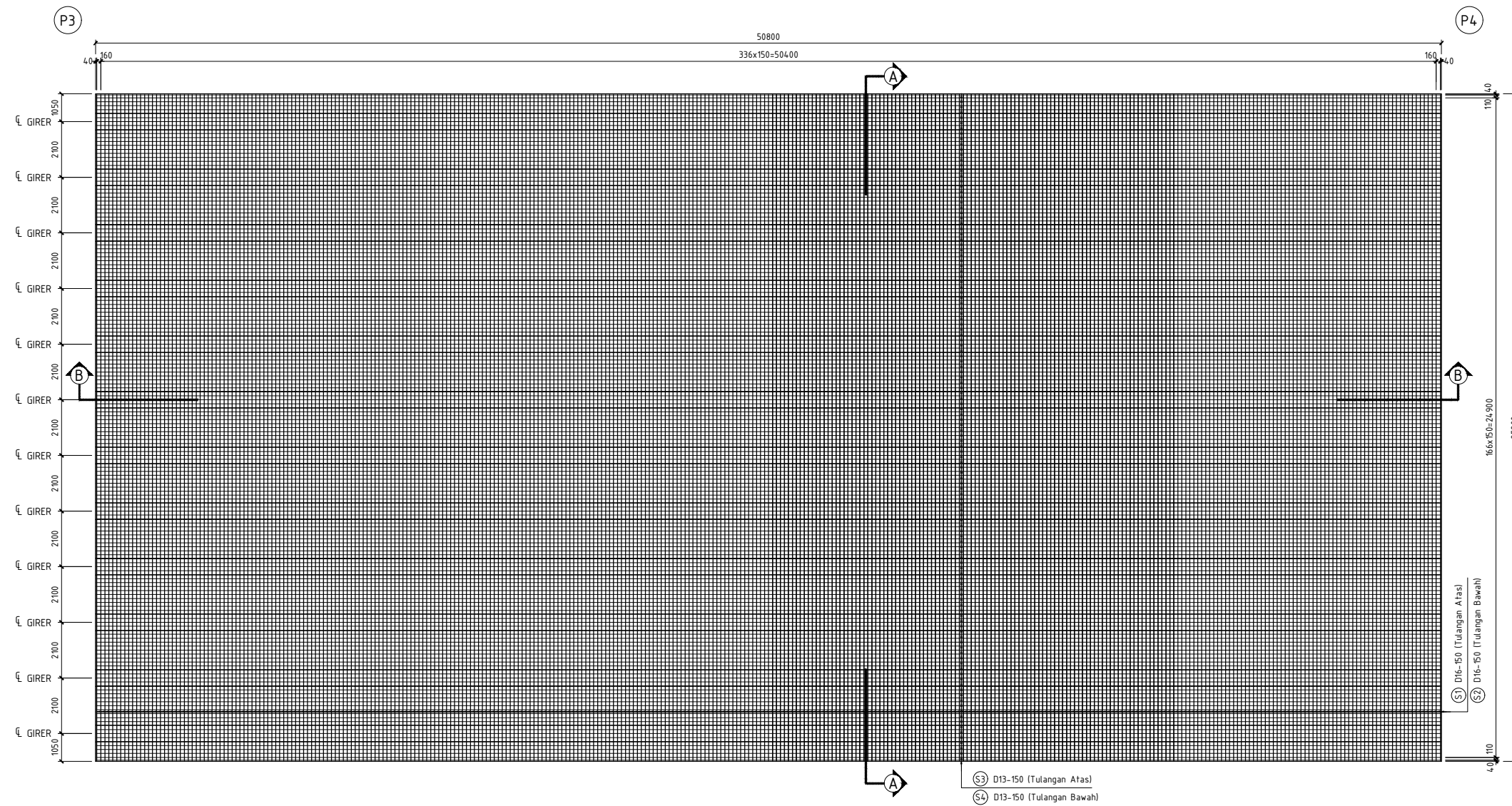
SKALA

1: 150

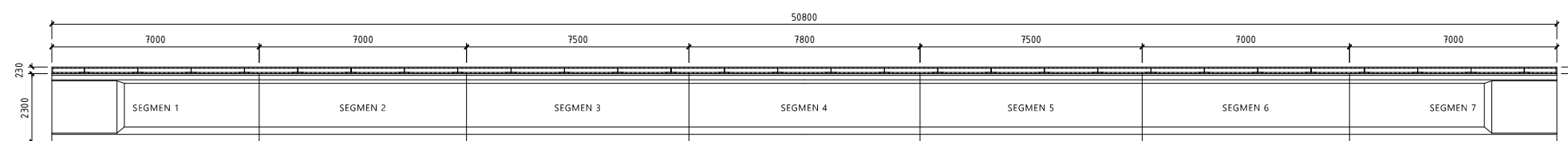
NO. GAMBAR

22

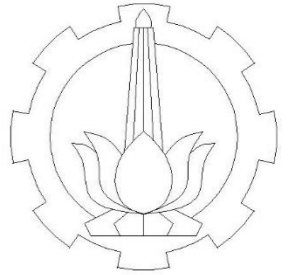
KODE GAMBAR



TIPIKAL DENAH PEMBESIAN PLAT LANTAI BENTANG 50,8 m
1:150



TAMPAK MEMANJANG PLAT LANTAI BENTANG 50,8 m
1:150



**D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

PERHITUNGAN VOLUME PEMBESIAN
DIAFRAGMA

PERHITUNGAN VOLUME PEMBESIAN
SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

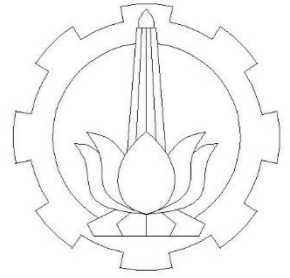
SKALA

NO. GAMBAR

KODE GAMBAR

Diafragma	Bar Mark	Diameter mm	Dimensi		Pembesangan	a m	b m	c m	Panjang Tulangan m	Jumlah Tulangan Batang	Jumlah Diafragma Bauh	Jumlah Span Bauh	Berat Satuan kg/m	Total Panjang Tulangan m	Total Volume kg	Rekap Volume kg	
			b m	h m													
P1-P2	Tepi	D1	D19	1,5	0,5		1,4	-	-	1,40	8	22	10	2,23	246,4	550,29	5502,93
		D2	D16	1,5	0,5		1,4	-	-	1,40	14	22	10	1,58	431,2	682,73	6827,33
		D3	D16	1,5	0,5		0,42	1,62	0,1	2,24	8	22	10	1,58	394,2	624,21	6242,13
	Dalam	D4	D16	1,9	0,2		1,8	-	-	1,8	4	55	10	1,58	396	627	6270
		D5	D13	1,9	0,2		1,8	-	-	1,8	10	55	10	1,04	990	1030	10296
		D6	D13	1,9	0,2		1,6	-	-	1,6	2	55	10	1,04	176	183,0	1830
		D7	D16	1,9	0,2		0,12	1,44	0,1	3,10	9	55	10	1,58	1534,5	2424,5	24245,1
P3-P4	Tepi	D1	D25	1,45	0,5		1,35	-	-	1,35	8	22	1	3,85	237,6	914,76	914,76
		D2	D25	1,45	0,5		1,35	-	-	1,35	16	22	1	3,85	475,2	1829,52	1829,52
		D3	D16	1,45	0,5		0,42	1,845	0,1	2,47	8	22	1	1,58	433,84	686,9	686,9
	Dalam	D4	D16	1,85	0,2		1,75	-	-	1,75	16	55	1	1,58	1540	2438,3	2438,3
		D5	D16	1,85	0,2		1,5	-	-	1,50	2	55	1	1,58	165	261,25	261,25
		D6	D13	1,85	0,2		0,12	1,6	0,1	1,92	10	55	1	1,04	1056	1098,24	1098,24

Slab	Bar Mark	Diameter mm	Jarak mm	Dimensi		Pembesangan	a m	b m	c m	d m	e m	f m	g m	Panjang Penyuluran m	Panjang Tulangan m	Jumlah Tulangan Batang	Berat Satuan kg/m	Total Panjang Tulangan m	Volume kg
				b m	h m														
P1 - P2	S1	D16	150	40,8	25,2		0,16	11,84	12	2,56	0,16	-	-	0,64	26,72	273	1,583	7294,56	11549,72
	S2	D16	150	40,8	25,2		0,16	11,84	12	2,56	0,16	-	-	0,64	26,72	273	1,58	7294,56	11549,72
	S3	D13	150	40,8	25,2		0,16	11,84	12	12	6,44	0,16	-	0,52	42,6	169	1,04	7199,40	7487,376
	S4	D13	150	40,8	25,2		0,16	11,84	12	12	6,44	0,16	-	0,52	42,6	169	1,04	7199,40	7487,376
	S5	D13	1800/1800	40,8	25,2		0,1	0,105	0,2	0,105	0,1	-	-	-	0,61	317	1,04	193,57	201,32
P3 - P4	S1	D16	150	50,8	25,2		0,16	11,84	12	2,56	0,16	-	-	0,16	26,72	339	1,58	9049,17	14327,86
	S2	D16	150	50,8	25,2		0,16	11,84	12	2,56	0,16	-	-	0,64	26,72	339	1,58	9049,17	14327,86
	S3	D13	150	50,8	25,2		0,16	11,84	12	12	12	4,96	0,16	0,52	53,12	168	1,58	8924,16	14129,92
	S4	D13	150	50,8	25,2		0,16	11,84	12	12	12	4,96	0,16	0,52	53,12	168	1,04	8924,16	9281,13
	S5	D13	1800/1800	50,8	25,2		0,1	0,105	0,2	0,105	0,1	-	-	-	0,61	395	1,04	241,02	250,66



D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

PERHITUNGAN VOLUME PENGECORAN
DIAFRAGMA

PERHITUNGAN VOLUME PENGECORAN
SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
1011151000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

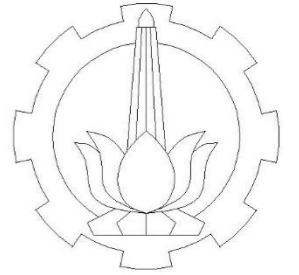
JUMLAH GAMBAR

SKALA

NO. GAMBAR

KODE GAMBAR

Span	Diafragma	Sketsa	Panjang m				Tinggi m				Luas permukaan m ²				Lebar m	Volume m ³	Jumlah Diafragma/bentang Buah	Total Volume m ³
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
P1 - P3, P4-P12	Bentang 40,8 m	Tepi	Atas = 1,3 Bawah = 1,5	1,5	Atas = 1,5 Bawah = 1,4	1,4	0,040	1,56	0,05	0,25	0,06	2,34	0,07	0,35	0,50	1,41	22	31,00
		Dalam	Atas = 1,3 Bawah = 1,9		1,9													
P3-P4	Bentang 50,8 m	Tepi	Atas = 1,25 Bawah = 1,45	1,45		Atas = 1,45 Bawah = 1,35	1,35	0,04	1,76	0,05	0,25	0,05	2,55	0,07	0,34	0,50	1,51	22
		Dalam	Atas = 1,25 Bawah = 1,85		1,85	Atas = 1,85 Bawah = 1,35												



**D4 DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS
VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN *ERECTION GIRDER* DENGAN
METODE *LAUNCHER* PADA PEMBANGUNAN
JEMBATAN PROYEK JALAN TOL KRIAN -
LEGUNDI - BUNDER - MANYAR (KLBM) STA
21+800 - STA 22+278

LOKASI PROYEK

KECAMATAN CERME, KABUPATEN
GRESIK, JAWA TIMUR

JUDUL GAMBAR

PERHITUNGAN VOLUME BEKISTING
DIAFRAGMA

PERHITUNGAN VOLUME BEKISTING
SLAB

DOSEN PEMBIMBING

Ir. SULCHAN ARIFIN, M. Eng

NAMA MAHASISWA

RIZKA NOVITASARI
10111510000003

KETERANGAN

SUMBER

PT. WASKITA BUMI WIRA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk.

JUMLAH GAMBAR

SKALA

NO. GAMBAR

KODE GAMBAR

Span	Diafragma	Sketsa	Panjang m				Tinggi m				Dimensi Atas m		Luas permukaan m ²				Luas Atas m ²	Luas Bekisting m ²	Jumlah Diafragma Bauh	Volume m ³	Retap Volume m ³
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	b	h	I	II	III	IV					
			Atas = 1,3 Bawah = 1,5	1,5	Atas = 1,5 Bawah = 1,4	1,4	0,040	1,56	0,05	0,25	1,4	0,5	0,06	2,34	0,07	0,35	0,7	6,34	22	139,41	
P1 - P3, P4-P12	Bentang 40,8 m	Tepi																			
		Dalam																			488,97
P3-P4	Bentang 50,8 m	Tepi																			
		Dalam																			518,64

Dimensi				Panjang total	Kebutuhan besi <i>hollow</i> batang
b	h	tebal	l		
mm	mm	mm	m	m	batang
40	40	2	6	8,4	108

Dimensi			Kebutuhan kaso	
b	h	l	batang	m ³
mm	mm	m	batang	m ³
5	7	4	77	1,078

Diameter	Panjang	Berat	Jumlah <i>tie rod</i> batang	Kebutuhan <i>tie rod</i> batang
mm	m	kg	batang	batang
D13	3	1,04	4	308

Dimensi			Luas	Luas Bekisting	Multiplek
b	h	tebal			
m	m	mm	m ²	m ²	lbr
1,22	2,44	9	2,9768	6,34	231
1,22	2,44	9	2,9768	6,70	231

