



**PERENCANAAN DERMAGA PELABUHAN MARINA BOOM
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI

Oleh

**YOGA PRATAMA
NIM 121910301092**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PERENCANAAN DERMAGA PELABUHAN MARINA BOOM
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**YOGA PRATAMA
NIM 121910301092**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

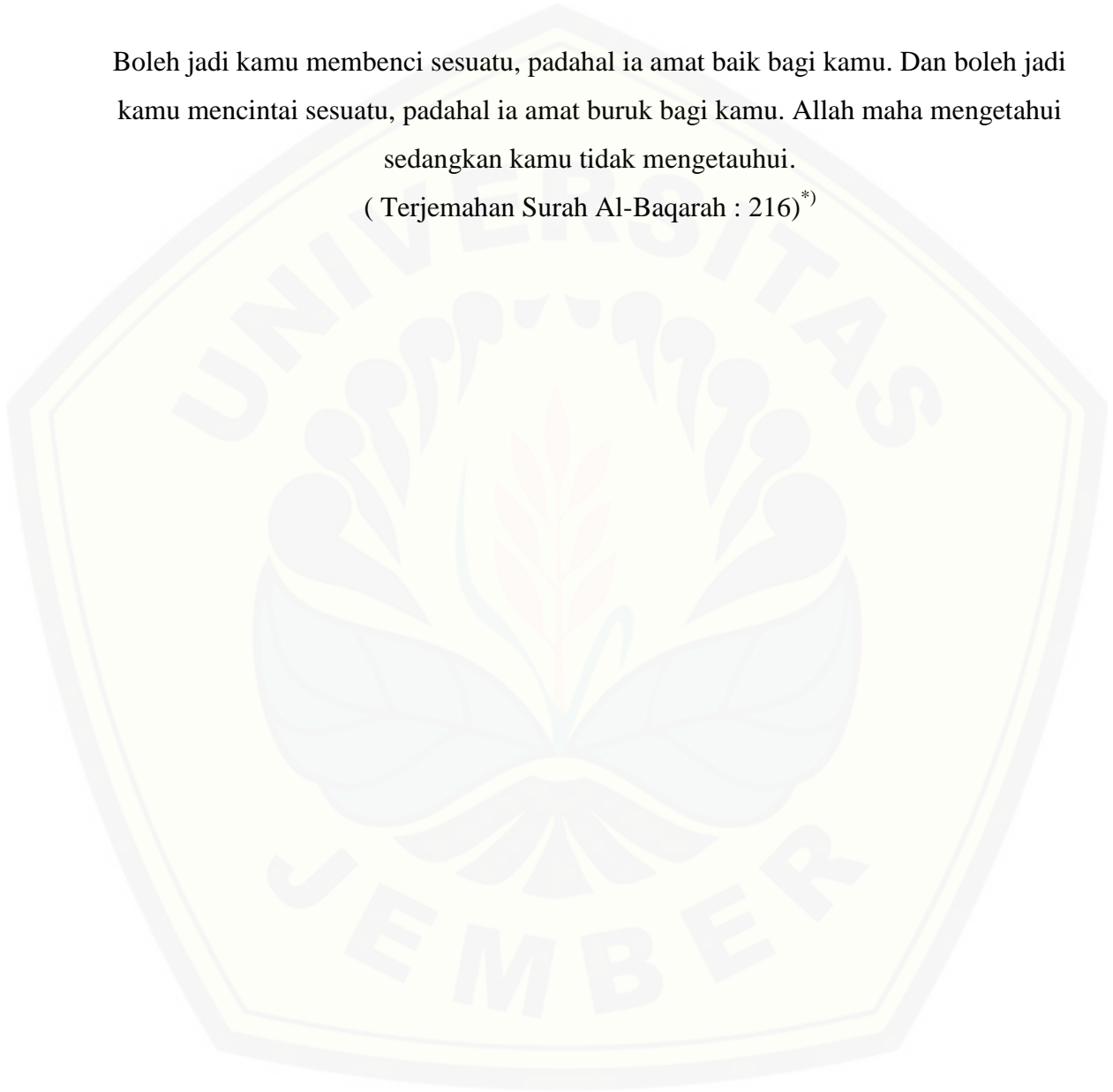
Sebuah dakian menuju puncak impian yang terkikis sedikit demi sedikit. Ketidakpercayaan atas kemampuan dalam mewujudkan kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu), Alhamdulillah telah Engkau kabulkan mimpiku Ya Allah. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Ibunda tercinta Wiwik Rahayu yang senantiasa mendoakan anakmu ini. Ayahku tercinta Wiyono yang telah memberikan semangat, do'a dan dukungan finansial dan hal lain yang tak terhitung nilainya;
2. Kedua saudaraku kakak Ridi Arviansyah dan adikku Nandita Anggun Ayu Pawestri yang selalu mendukungku;
3. Alm. Ir. Purnomo Sidy, M.Si dan Ir. Hernu Suyoso, M.T serta Dwi Nurtanto S.T., M.T yang telah membimbingku dengan sabar;
4. BMKG Klas III Kab. Banyuwangi, PT. Pelindo III Cabang Tanjungwangi, dan TNI Angkatan Laut Kab. Banyuwangi yang telah banyak memberikan informasi;
5. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar;
6. Teman-teman sepermainan, terimakasih atas persahabatan yang tak akan pernah terlupakan, dukungan serta semangat yang tiada henti;
7. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2012, terimakasih atas persahabatan yang tak akan pernah terlupakan, dukungan serta semangat yang tiada henti;
8. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui.

(Terjemahan Surah Al-Baqarah : 216)*)



*) Al-Qur'an Terjemahan Surah Al-Baqarah ayat 216

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Yoga Pratama

NIM : 121910301092

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Perencanaan Dermaga Pelabuhan Marina Boom Kabupaten Banyuwangi" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Maret 2016

Yang menyatakan,

Yoga Pratama
NIM 121910301092

SKRIPSI

**PERENCANAAN DERMAGA PELABUHAN MARINA BOOM
KABUPATEN BANYUWANGI**

Oleh

Yoga Pratama
NIM 121910301092

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Hernu Suyoso, M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Nurtanto, S.T., M.T

PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “Perencanaan Dermaga Pelabuhan Marina Boom Kabupaten Banyuwangi” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 30 Maret 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ir. Hernu Suyoso, M.T
NIP. 19551112 198702 1 001

Dwi Nurtanto, S.T., M.T
NIP. 19551112 198702 1 001

Penguji I,

Penguji II,

M. Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19721223 199803 1 002

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19711209 199803 2 001

Mengesahkan
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Perencanaan Dermaga Pelabuhan Marina Boom Kabupaten Banyuwangi ; Yoga Pratama., 121910301092; 2016 : 222 halaman ; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pelabuhan marina adalah kawasan pelabuhan khusus yang disediakan untuk kapal pesiar, dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang dibutuhkan. Pelabuhan Marina Boom terletak di Kelurahan Kampung Mandar, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi. Selama 2014, jumlah kedatangan kapal pesiar di Indonesia sejumlah 395 atau meningkat dibandingkan tahun 2013 sebanyak 309. Jumlah penumpang pun meningkat dari 159.578 orang pada tahun 2013 menjadi 216.640 orang pada tahun 2014. Namun hingga tahun 2014, Indonesia baru memiliki tiga pelabuhan besar yang memiliki pelayanan untuk pesiar yakni Benoa di Bali, Tanjung Perak di Surabaya, dan Tanjung Emas di Semarang.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mendesign dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi yang meliputi perencanaan fasilitas dermaga yang dibutuhkan, layout dermaga, dan perhitungan struktur atas maupun struktur bawah dermaga.

Dari hasil analisis perhitungan didapatkan layout dermaga yang sesuai dengan kebutuhan kapal bersandar adalah dengan panjang 390 meter, lebar 34 meter dan elevasi dermaga 3,5 meter diatas permukaan air laut. Untuk fender yang dipakai adalah tipe Super Cone SCN 1400 E3.0. Sedangkan untuk boulder yang dipakai adalah tipe tee bolard dengan kapasitas 100 ton.

Untuk komponen struktur atas menggunakan komponen precast dan cast in situ. Pelat yang direncanakan dengan tebal total 325 mm dengan rincian 200 mm merupakan pelat precast dan sisanya 125 mm adalah cast in situ. Dimensi untuk komponen balok yang direncanakan adalah 500 mm x 1000 mm dengan rincian 500 mm x 675 mm merupakan komponen precast dan sisanya 500 mm x 325 mm

merupakan cast in situ. Dimensi untuk poer yang direncanakan adalah 1400 mm x 1400 mm x 1000 mm. Dimensi untuk komponen plank fender yang direncanakan adalah 3000 mm x 2500 mm x 500 mm. Dimensi untuk komponen *temporary support* yang direncanakan adalah 1900 mm x 1900 mm x 300 mm.

Sedangkan untuk komponen struktur bawah menggunakan pondasi pipa baja JIS A5525 dengan mutu baja yang digunakan adalah BJ 37. Untuk menahan gaya aksial serta gaya lateral yang terjadi maka pondasi pipa baja yang digunakan adalah pipa baja dengan diameter luar 1016 mm dengan ketebalan 19 mm dan kedalaman pemancangan 9 meter dibawah *seabed*.

SUMMARY

Design Docks of the Boom Marina Port in Banyuwangi : Yoga Pratama, 2016 : 222 pages : Department of civil Engineering, Engineering Faculty of Jember University.

Marina port is a port area specifically reserved for cruise ships, equipped with the necessary facilities and infrastructure. Boom marina port is located in Kampung Mandar, District Banyuwangi, Banyuwangi. During 2014, the number of cruise ship arrivals in Indonesia a number of 395, an increase compared than year 2013 as many as 309. The number of passengers has increased from 159578 people in 2013 to 216640 people in 2014. But until 2014, Indonesia only has three major ports that have the services to cruise that is Benoa port in Bali, Tanjung Perak port in Surabaya and Tanjung Emas port in Semarang.

This thesis aims to design docks of Boom Marina Port which includes dock facilities planning required, the dock layout and calculations the upper structure and the foundation structure.

From the analysis of the calculation, the dock layout that suits needs to lean ship is 390 meters long, 34 meters wide and 3.5 meter pier elevation above sea level. For fenders used is the type of Super Cone SCN 1400 E3.0. As for the boulder that is used is the type of tee bolard with a capacity of 100 tons.

For structural components on using components precast and cast in situ. Plates are planned with total thickness of 325 mm by 200 mm details are precast slab and the remaining 125 mm is cast in situ. Dimensions that planned components of beam is 500 mm x 1000 mm, with details of 500 mm x 675 mm are precast components and the remaining 500 mm x 325 mm is cast in situ. Dimensions that planned components of poer is 1400 mm x 1400 mm x 1000 mm. Dimensions that planned components of

plank fender is 3000 mm x 2500 mm x 500 mm. Dimensions that planned components of temporary support is 1900 mm x 1900 mm x 300 mm.

As for the components of the foundation structure using steel pipes JIS A5525 with the quality of steel used is BJ 37. To withstand the axial force and lateral force that is used a steel pipe with an outside diameter of 1016 mm with a thickness of 19 mm and a depth of erection 9 meters below the seabed.



PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Dermaga Pelabuhan Marina Boom Kabupaten Banyuwangi”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Alm. Ir. Purnomo Siddy, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Dwi Nurtanto, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
5. M. Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji Utama;
6. Gati Annisa Hayu, S.T., M.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji Anggota;
7. Sri Sukmawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
8. Kedua orang tua-ku dan kedua saudaraku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 30 Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pelabuhan Marina	4
2.2 Kapal	5
2.2.1 Dimensi Kapal	6
2.3 Perencanaan Dermaga	7
2.3.1 Definisi	7
2.3.2 Tipe Dermaga	8

2.3.3	Layout dermaga	9
2.3.4	Fasilitas Dermaga	11
2.3.4.1	Fender	11
2.3.4.2	Boulder	13
2.4	Aspek Hidro Oseanografi	14
2.4.1	Pasang Surut	14
2.4.2	Angin	16
2.4.3	Gelombang.....	19
2.4.4	Arus	21
2.5	Pembebanan.....	22
2.5.1	Beban Vertikal	22
2.5.1.1	Beban Hidup	22
2.5.1.2	Beban Angin	23
2.5.1.3	Beban Mati	24
2.5.2	Beban Horizontal	24
2.5.2.1	Beban Gelombang	24
2.5.2.2	Beban Arus	26
2.5.2.3	Beban Gempa	27
2.5.3	Beban Kapal	28
2.5.3.1	Beban Sandar	28
2.5.3.2	Beban Tarikan.....	31
2.5.4	Kombinasi Pembebanan	33
2.5.4.1	Kombinasi Pembebanan Analisa <i>Displacement</i>	33
2.5.4.2	Kombinasi Pembebanan Keadaan <i>Ultimate</i> .	34
2.6	Perencanaan Konstruksi Dermaga	34
2.6.1	Perencanaan Elemen Precast Secara Umum.....	34
2.6.2	Perencanaan Balok Precast	44
2.6.2	Perencanaan Pelat Precast.....	49

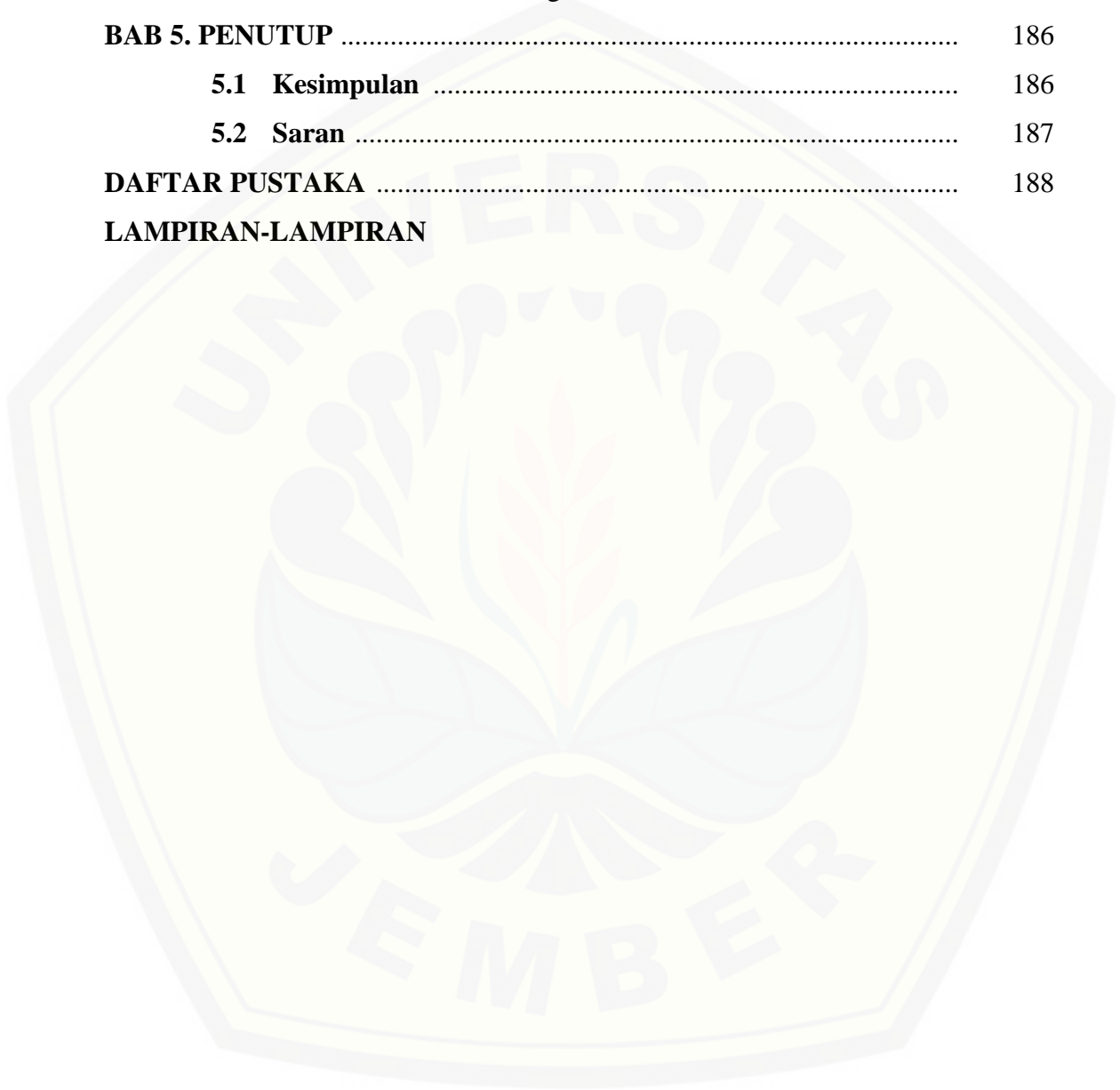
2.6.3	Perencanaan Poer	52
2.6.4	Perencanaan <i>Temporary Support</i>	52
2.6.5	Perencanaan <i>Plank Fender</i>	53
2.7	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	53
2.7.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Bor Log (N-SPT).....	53
2.7.2	Kontrol Pondasi Tiang Pancang	54
2.7.	Penulangan Tiang Pancang.....	59
2.8	Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi	59
2.8.1	Profil Pelabuhan.....	60
2.8.2	Kondisi Oceanografi.....	60
BAB 3.	METODE PENELITIAN	61
3.1	Lokasi dan Waktu Perencanaan	61
3.2	Bahan dan Alat	62
3.2.1	Data Sekunder.....	62
3.2.2	Software Program	63
3.3	Metode Perencanaan	63
3.3.1	Analisa Data.....	63
3.3.2	Kriteria Perencanaan.....	64
3.4	Layout dermaga	66
3.5	Perencanaan Struktur Dermaga	66
3.6	Gambar Design	67
3.7	Diagram Alir Perencanaan	68
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	70
4.1	Analisa Data	70
4.1.1	Kondisi Lokasi Perencanaan.....	70
4.1.1.1	Peta Bathimetri	70
4.1.1.2	Masterplan Pelabuhan Marina Boom	71
4.1.2	Analisa Data Pasang Surut	71

4.1.3	Analisa Data Arus.....	73
4.1.4	Analisa Data Angin.....	73
4.1.5	Analisa Data Gelombang.....	75
4.1.6	Analisa Data Tanah.....	78
4.2	Lokasi dan Layout Dermaga	79
4.2.1	Lokasi Dermaga.....	79
4.2.2	Layout Dermaga	80
4.2.2.1	Panjang Dermaga.....	80
4.2.2.2	Lebar Dermaga	80
4.2.2.3	Elevasi Dermaga.....	81
4.3	Gaya-gaya yang Bekerja pada Dermaga.....	82
4.3.1	Beban Vertikal	82
4.3.1.1	Beban Hidup	82
4.3.1.2	Beban Angin	83
4.3.1.3	Beban Mati	85
4.3.2	Beban Horizontal	85
4.3.2.1	Beban Gelombang	85
4.3.2.2	Beban Arus	87
4.3.2.3	Beban Gempa	88
4.3.3	Beban Kapal	90
4.3.3.1	Beban Sandar.....	90
4.3.3.2	Beban Tarikan.....	93
4.4	Perencanaan Fasilitas Dermaga.....	96
4.4.1	Perencanaan Fender.....	96
4.4.1.1	Pemilihan Fender	97
4.4.1.2	Jarak Antar Fender.....	99
4.4.1.3	Elevasi Pemasangan Fender	100
4.4.2	Perencanaan Boulder	101

4.5	Kombinasi Pembebanan pada Struktur Dermaga.....	102
4.5.1	Kombinasi Pembebanan Analisa <i>Displacement</i>	102
4.5.2	Kombinasi Pembebanan Keadaan <i>Ultimate</i>	103
4.6	Hasil Pemodelan Struktur Dermaga Menggunakan SAP 2000 v.14	104
4.6.1	Analisa <i>Displacement</i>	104
4.6.2	Analisa Kekuatan Tiang Pancang.....	105
4.6.3	Analisa Pelat	106
4.6.4	Analisa Balok, Plank fender dan Poer	106
4.7	Perencanaan Pelat	109
4.7.1	Penentuan Tebal Pelat.....	109
4.7.2	Data Perencanaan Pelat.....	110
4.7.3	Analisa Menggunakan SAP 2000 v.14.....	110
4.7.4	Perencanaan Tulangan Pelat Kondisi Monolit	111
4.7.4.1	Perencanaan Tulangan Susut dan Suhu Pelat	113
4.7.4.2	Kontrol Tegangan Geser Punch Pelat.....	113
4.7.5	Perencanaan Pelat Sebelum Komposit	115
4.7.5.1	Perencanaan Tulangan Susut dan Suhu Pelat	117
4.7.6	Kontrol Tegangan	118
4.8	Perencanaan Balok.....	125
4.8.1	Data Perencanaan Balok	125
4.8.2	Penulangan Lentur Balok	126
4.8.2.1	Penulangan Lentur Tumpuan.....	127
4.8.2.2	Penulangan Lentur Lapangan	131
4.8.3	Penulangan Geser	135
4.8.3.1	Pemasangan Begel Daerah Sendi Plastis.....	136
4.8.3.2	Pemasangan Begel Luar Daerah Sendi Plastis	139
4.8.4	Penulangan Torsi Balok.....	141
4.8.4.1	Kontrol Pengaruh Momen Torsi Berfaktor	

Terhadap Balok	141
4.8.4.2 Kontrol Dimensi Penampang Balok	142
4.8.4.3 Perhitungan Tulangan Begel Akibat Torsi ...	143
4.8.4.4 Perhitungan Tulangan Longitudinal Akibat Torsi.....	145
4.8.5 Penulangan Konsol Pendek pada Balok.....	146
4.8.5.1 Penulangan Lentur.....	147
4.8.5.2 Penulangan Geser	149
4.8.6 Kontrol dan Panjang Penyaluran	151
4.8.6.1 Panjang Penyaluran	151
4.8.6.2 Kontrol Tegangan.....	153
4.9 Perencanaan Poer	163
4.9.1 Penulangan Lentur Poer.....	164
4.9.2 Kontrol Tegangan Geser Punch Poer	167
4.10 Perencanaan Plank fender.....	168
4.10.1 Penulangan Lentur	169
4.10.2 Perencanaan Tulangan Susut dan Suhu	171
4.11 Perencanaan <i>Temporary Support</i>.....	172
4.11.1 Penulangan Lentur	173
4.12 Perencanaan Tiang Pancang	175
4.12.1 Fixity Point	176
4.12.2 Daya Dukung Tiang Akibat Beban Vertikal	177
4.12.3 Kontrol Momen	178
4.12.4 Daya Dukung Tiang Akibat Beban Horizontal	179
4.12.5 Kontrol Kekuatan Bahan Tiang Pancang	179
4.12.6 Stabilitas Tiang Pancang Terhadap Frekuensi Gelombang.....	180
4.12.7 Kontrol Kuat Tekuk.....	181
4.12.8 Perhitungan Kalendering	181

4.12.9 Penulangan Lentur Tiang Pancang	182
4.12.9.1 Penulangan Lentur	183
4.12.9.2 Penulangan Geser	184
BAB 5. PENUTUP	186
5.1 Kesimpulan	186
5.2 Saran	187
DAFTAR PUSTAKA	188
LAMPIRAN-LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Dimensi Kapal Pesiar (Cruise Line).....	7
2.2 Jenis Fender yang Sesuai dengan Fungsi Dermaga	11
2.3 Kapasitas Boulder	13
2.4 Faktor Keamanan untuk Abnormal Berthing	31
2.5 Sudut Tambat yang Dipakai	31
2.6 Faktor Total Beban pada Sling Terhadap Sudut Angkat.....	39
2.7 Panjang Penyaluran Batang dalam Kondisi Tarik.....	45
2.8 Tebal Minimum Pelat Satu Arah.....	50
2.9 Faktor Keamanan	53
4.1 Arah dan Rata-rata Kecepatan Arus Maksimum Tahun 2005-2012 Berdasarkan Musim Angin.....	73
4.2 Penggolongan Arah dan Kecepatan Angin tahun 2010-2014	74
4.3 Prosentasi Kejadian Angin Pada Berbagai Arah dan Kecepatan Tahun 2010-2014	74
4.4 Ringkasan Panjang Fetch Efektif	76
4.5 Parameter Perhitungan Beban Gelombang.....	85
4.6 Parameter Perhitungan Beban Arus	87
4.7 Nilai N-SPT Titik Bor B1	89
4.8 Nilai N-SPT Titik Bor B2	89
4.9 Faktor Keamanan untuk Abnormal Berthing	93
4.10 Sudut Tambat yang Dipakai	94
4.11 Parameter Perhitungan Beban Tarikan Akibat Angin.....	94
4.12 Parameter Perhitungan Beban Tarikan Akibat Arus	95
4.13 Dimensi Fender SCN 1400	97
4.14 Spesifikasi Fender SCN 1400	97

4.15	Kapasitas Boulder	101
4.16	Dimensi Tee Bolard Kapasitas 100 ton.....	102
4.17	Gaya Aksial Maksimun Pada Tiang Pancang	105
4.18	Gaya Momen Maksimun Pada Tiang Pancang	106
4.19	Gaya Geser Maksimun Pada Tiang Pancang	106
4.20	Gaya Momen Maksimum Pada Pelat	106
4.21	Gaya Geser Maksimum Pada Pelat	106
4.22	Gaya Momen Maksimum Pada Balok	107
4.23	Gaya Geser Maksimum Pada Balok.....	107
4.24	Gaya Torsi Maksimum Pada Balok	107
4.25	Gaya Aksial Maksimum Pada Balok	107
4.26	Gaya Aksial Maksimum Pada Poer.....	108
4.27	Gaya Momen Maksimum Pada Poer.....	108
4.28	Gaya Geser Maksimum Pada Poer.....	108
4.29	Gaya Momen Maksimum Pada Plank Fender.....	108
4.30	Gaya Geser Maksimum Pada Plank Fender	109
4.31	Gaya Momen Maksimum Pada Temporary Support.....	109
4.32	Tebal Minimum Pelat Satu Arah.....	109
4.33	Gaya Momen Maksimum Pada Balok	126
4.34	Rekapitulasi Penulangan Tumpuan dan Lapangan	135
4.35	Gaya Geser Maksimum Pada Balok.....	136
4.36	Gaya Torsi Maksimum Pada Balok	141
4.37	Gaya Axial Maksimum Pada Balok	141
4.38	Gaya Aksial Maksimum Pada Poer.....	163
4.39	Gaya Momen Maksimum Pada Poer.....	163
4.40	Gaya Momen Maksimum Pada Plank Fender.....	172
4.41	Gaya Aksial Maksimun Pada Tiang Pancang	175
4.42	Gaya Momen Maksimun Pada Tiang Pancang	175
4.43	Gaya Geser Maksimun Pada Tiang Pancang	176

4.44 Spesifikasi Tiang Pancang 176

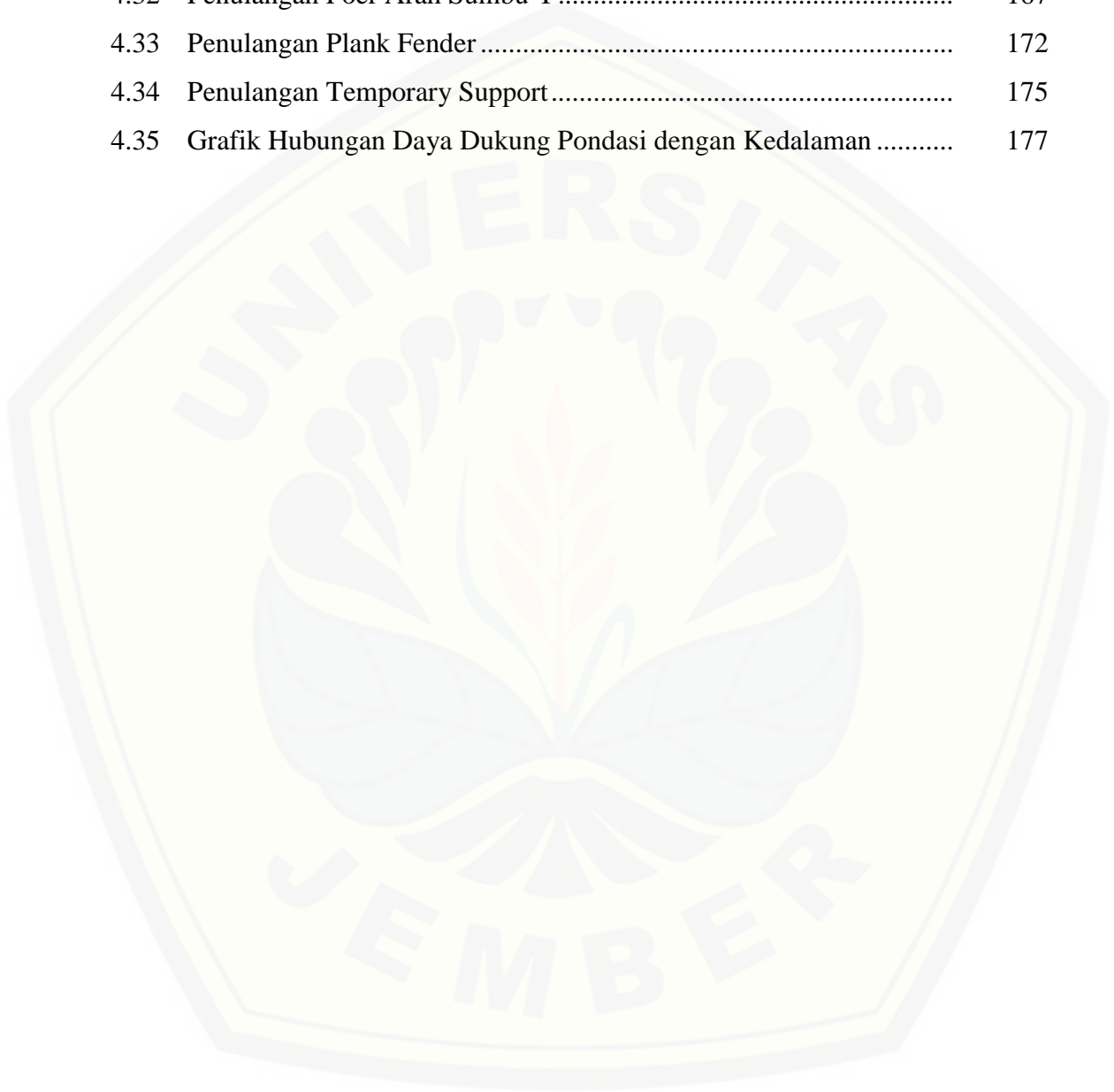


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pelabuhan Marina.....	4
2.2 Kapal Yacht.....	5
2.3 Kapal Pesiar (Cruise Ship)	6
2.4 Dimensi Kapal.....	7
2.5 Tipe Dermaga	8
2.6 Dermaga Tipe a. Wharf, b. Pier, c. Jetty.	9
2.7 Panjang Dermaga	10
2.8 Grafik Energy and Reaction Angular Correction Factors	12
2.9 Jarak Antar Fender	12
2.10 Ilustrasi Kapal Tambat	14
2.11 Tipe Pasang Surut.....	15
2.12 Grafik Korelasi Akibat Perbedaan Ketinggian, R_L	18
2.13 Definisi Gelombang	20
2.14 Jenis Kendaraan yang Dijadikan Asumsi Pembebanan	23
2.15 Distribusi Beban Angin ke Permukaan Lantai Kendaraan.....	23
2.16 Sketsa Definisi Parameter Gaya pada Tiang	25
2.17 Sketsa Definisi Parameter Gaya Gelombang pada Tepi.	26
2.18 Grafik Hubungan Kecepatan Tambat Kapal Rencana Berdasarkan Displacement.....	28
2.19 Model Sambungan Tulangan Pelat dan Balok Precast.....	35
2.20 Tinggi Efektif Pelat	50
3.1 Lokasi Perencanaan.....	61
3.2 Rencana Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi.....	61
3.3 Diagram Alir Perencanaan	69

4.1	Peta Bathimetri Kabupaten Banyuwangi.....	70
4.2	Masterplan Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi.....	71
4.3	Grafik Pasang Surut 1 – 15 September 2015	72
4.4	Wind Rose Perairan Selat Bali Tahun 2010 – 2014.....	74
4.5	Fetch Efektif arah Timur Laut.....	75
4.6	Grafik Hubungan Kecepatan Angin Laut dan Darat.....	77
4.7	Penentuan Lokasi Perencanaan Dermaga.	79
4.8	Panjang dan Lebar Dermaga Rencana.....	81
4.9	Ilustrasi Elevasi Dermaga Rencana.....	81
4.10	Jenis Kendaraan yang Dijadikan Asumsi Pembebanan	83
4.11	Distribusi Beban Angin ke Permukaan Lantai Kendaraan.....	84
4.12	Grafik Response Spektrum Kabupaten Banyuwangi	88
4.13	Grafik Distribusi Beban Angin ke Permukaan Lantai Kendaraa	90
4.14	Spesifikasi Kapal Rencana	91
4.15	Dimensi Fender Tipe Super Cone	97
4.16	Grafik Performa Fender	98
4.17	Grafik Energy And Reaction Angular Correction Factors	98
4.18	Ilustrasi Elevasi Fender Frame	100
4.19	Dimensi Tee Bolard	101
4.20	Pemodelan Dermaga Menggunakan Software SAP 2000 v.14.....	104
4.21	Lokasi Defleksi Maksimum pada Joint 587	105
4.22	Bidang Penyebaran Tekanan Roda Berdasarkan RSNI T-02-2005 ...	114
4.23	Dimensi Pelat Pracetak.....	115
4.24	Rencana Titik Pengangkatan Pelat Precast	118
4.25	Ilustrasi Letak Titik Netral	120
4.26	Momen Saat Pengecoran	124
4.27	Penulangan Lentur Tumpuan	129
4.28	Penulangan Lentur Lapangan	133
4.29	Penulangan Begel pada Balok.....	146

4.30	Rencana Titik Pengangkatan Balok Precast.....	154
4.31	Penulangan Poer Arah Sumbu X.....	166
4.32	Penulangan Poer Arah Sumbu Y.....	167
4.33	Penulangan Plank Fender.....	172
4.34	Penulangan Temporary Support.....	175
4.35	Grafik Hubungan Daya Dukung Pondasi dengan Kedalaman.....	177



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Gambar Kerja Dermaga.....	189
Lampiran B. Input Pembebana pada Program SAP 2000.....	204
Lampiran C. Tabel Hasil Perhitungan Hubungan Daya Dukung Pondasi dengan Kedalaman.....	218
Lampiran D. Data Nilai N-SPT Titik Bor 1 dan Titik Bor 2	219
Lampiran E. Data Pasang Surut Tahun 2015	220
Lampiran F. Peta Bathimetri Kabupaten Banyuwangi	221
Lampiran G. Data Arah dan Kecepatan Angin Rata-rata Bulanan dan Data Kecepatan Angin Maksimum Bulanan	222

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pariwisata di Indonesia merupakan sektor ekonomi penting di Indonesia. Pada tahun 2009, pariwisata menempati urutan ketiga dalam hal penerimaan devisa setelah komoditi minyak dan gas bumi serta minyak kelapa sawit. Berdasarkan data tahun 2014, jumlah wisatawan mancanegara yang datang ke Indonesia sebesar 9,4 juta lebih atau tumbuh sebesar 7.05% dibandingkan tahun sebelumnya. Salah satu dalam sektor pariwisata yang mengalami pertumbuhan dari tahun ketahun adalah kunjungan wisatawan ke Indonesia menggunakan kapal pesiar. Selama 2014, jumlah kedatangan kapal pesiar di Indonesia sejumlah 395 atau meningkat dibandingkan tahun 2013 sebanyak 309. Jumlah penumpang pun meningkat dari 159.578 orang pada tahun 2013 menjadi 216.640 orang pada tahun 2014. Namun hingga tahun 2014, Indonesia baru memiliki tiga pelabuhan besar yang memiliki pelayanan untuk pesiar yakni Benoa di Bali, Tanjung Perak di Surabaya, dan Tanjung Emas di Semarang.

Banyuwangi merupakan salah satu tujuan utama pariwisata di Indonesia bahkan sudah mulai dikenal di mancanegara dan telah memberikan kontribusi yang cukup besar bagi pendapatan negara maupun daerah. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Banyuwangi, wisatawan yang berkunjung sejumlah 1.393.621 pada tahun 2014. Jumlah tersebut terdiri dari 1.057.952 wisatawan nusantara dan 10.462 wisatawan asing. Beberapa destinasi wisata yang banyak dikunjungi oleh wisatawan nusantara maupun wisatawan asing adalah pantai Teluk Ijo, pantai Pulau Merah, TN. Alas Purwo, pantai Boom, desa wisata Kemiren, TN. Baluran dan Pulau Tabuhan. Sebagai daerah destinasi wisata, sudah selayaknya potensi pariwisata yang dimiliki Banyuwangi dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai salah satu sektor yang

dapat menunjang perekonomian daerah. Salah satunya adalah mengembangkan infrastruktur pelabuhan marina.

Pelabuhan marina adalah kawasan pelabuhan khusus yang disediakan untuk kapal pesiar, dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang dibutuhkan. (Broadbent, 1978). Pelabuhan Marina Boom terletak di Kelurahan Kampung Mandar, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi. Menurut Menko Kemaritiman D. Indroyono Soesilo, saat ini Bali telah menjadi tempat berlabuhnya dan parkir kapal *yacht* dan juga kapal pesiar asing dari beberapa negara. Mengingat lokasi Kabupaten Banyuwangi yang berdekatan dengan Bali, sehingga memungkinkan kapal-kapal *yacht* dan kapal pesiar asing yang selama ini sandar di Pelabuhan Benoa, Bali bisa terintegrasi dengan Banyuwangi. Selain itu lokasi perencanaan pengembangan Pelabuhan Marina Boom sangat menawan karena lokasi perencanaan memiliki pemandangan yang indah berlatarkan Pulau Bali di sebelah timur dan juga Gunung Raung disebelah Barat.

Dengan terus meningkatnya sektor pariwisata di Indonesia yang menggunakan kapal, maka kebutuhan untuk selalu mengembangkan serta meningkatkannya sangat dibutuhkan dengan cara seperti meningkatkan dan mengembangkan sarana atau fasilitas dermaga di Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat dirumuskan masalah bagaimana desain dermaga untuk Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi.

1.3 Batasan Masalah

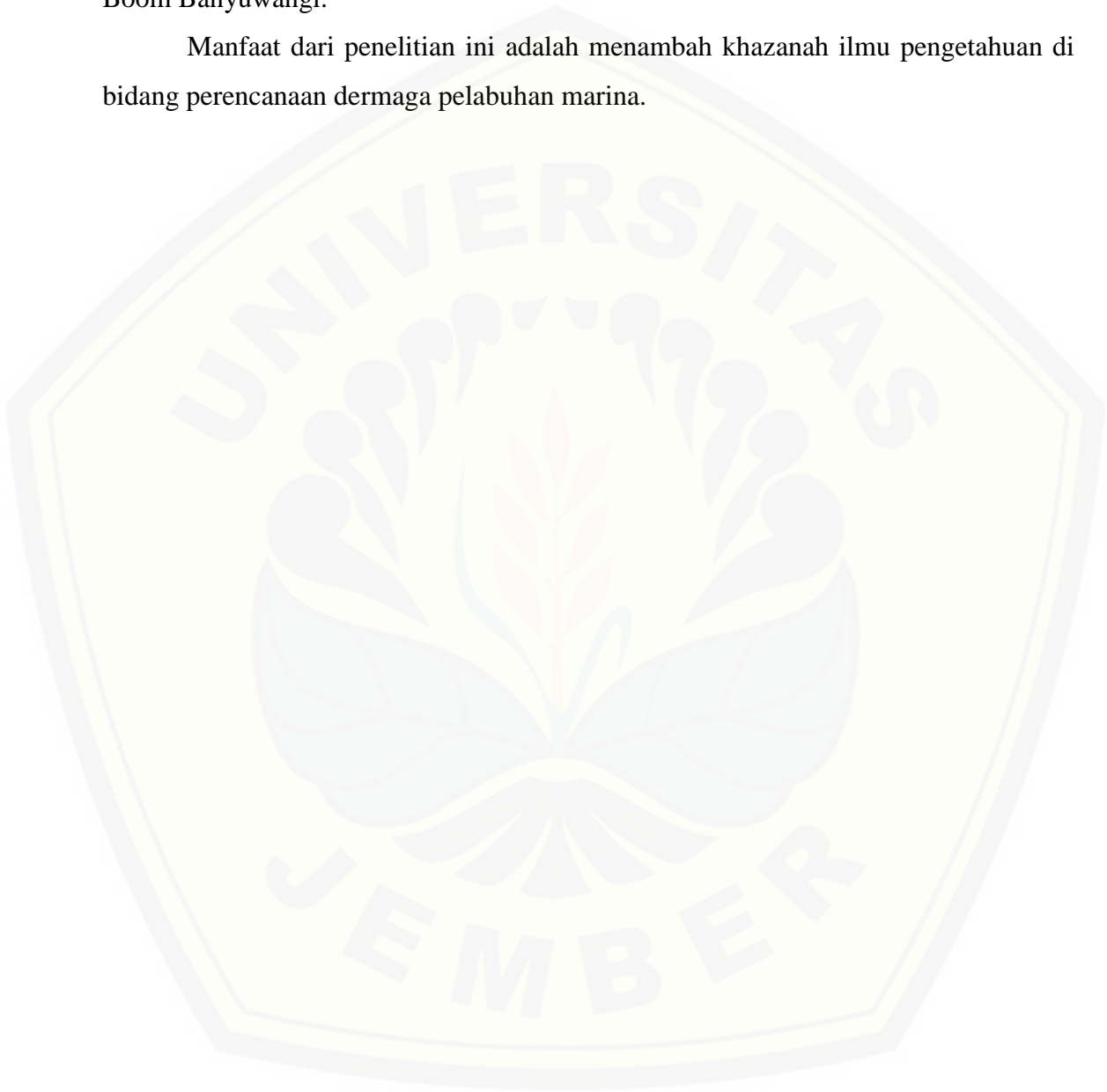
Batasan masalah dalam perencanaan dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi adalah :

1. Tidak melakukan perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya)
2. Tidak membahas daftar jenis dan volume pekerjaan (BOQ)
3. Tidak membahas metode pelaksanaan dan perakitan komponen precast

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah mendesign dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi.

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah khazanah ilmu pengetahuan di bidang perencanaan dermaga pelabuhan marina.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelabuhan Marina

Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk melakukan bongkar muat barang maupun orang, kran-kran untuk bongkar muat, gudang laut (*transito*), dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatannya, dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan.

Pelabuhan marina adalah kawasan pelabuhan khusus yang disediakan untuk kapal pesiar, dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang dibutuhkan. (Broadbent, 1978). Beberapa fasilitas dan sarana pendukung yang terdapat pada pelabuhan marina meliputi dermaga tambat, fasilitas kesehatan, tempat hiburan, pusat informasi, kantor pelabuhan, biro perjalanan pariwisata dan rest area dan pusat oleh-oleh. Adapun contoh dari pelabuhan marina dapat dilihat di gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pelabuhan Marina

(Sumber : www.superyachts.com)

Di dalam pembangunan pelabuhan marina harus diperhatikan dan diteliti tentang potensi yang ada terutama bagi pertumbuhan ekonomi daerah maupun masyarakat sekitar. Jika tujuan diadakannya pelabuhan marina tercapai akan sangat bermanfaat sekali, hal ini sesuai dengan fungsi dari marina itu sendiri. Adapun fungsi dari pelabuhan marina meliputi tempat berlabuhnya kapal *yacht* dan kapal pesiar, sebagai tempat perantara wisatawan ke destinasi wisata dan memfasilitasi parkir kapal *yacht* untuk jangka waktu yang telah ditentukan.

2.2 Kapal

Menurut KBBI (2009), kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang dan barang di laut, sungai dan lain sebagainya. Pada pelabuhan marina jenis kapal yang bertambat adalah kapal *yacht* dan kapal pesiar. *Yacht* adalah kapal layar atau kapal motor yang digunakan untuk transportasi atau berwisata yang memiliki panjang yang bervariasi mulai dari 6 meter sampai 30 meter (lihat gambar 2.2) Kapal pesiar (Cruise Ship) adalah kapal penumpang yang dipakai untuk pelayaran pesiar yang dilengkapi dengan fasilitas penginapan dan tempat-tempat hiburan lainnya (lihat gambar 2.3).



Gambar 2.2 Kapal *Yacht*

(Sumber : www.superyachts.com)



Gambar 2.3 Kapal Pesiar (*Cruise Ship*)

(Sumber : www.superyachts.com)

2.2.1 Dimensi kapal

Dimensi kapal diperlukan sebagai salah satu faktor yang berhubungan langsung pada perencanaan pelabuhan dan fasilitas-fasilitas yang harus tersedia di pelabuhan. Panjang kapal pada umumnya terdiri dari *Length Over All*, *Length on designes Water Line* dan *Length Beetwen Perpendicular*, sedangkan Lebar dan kedalaman kapal merupakan ukuran utama lainnya dari kapal dalam menentukan ukuran-ukuran kapal. Untuk lebih jelasnya, dapat diuraikan sebagai berikut :

1. LOA (*Length Over All*)

Secara definisi LOA adalah panjang kapal yang diukur dari haluan kapal terdepan sampai buritan kapal paling belakang. Merupakan ukuran utama yang diperlukan dalam kaitannya dengan panjang dermaga.

2. LWL (*Length on designes Water Line*)

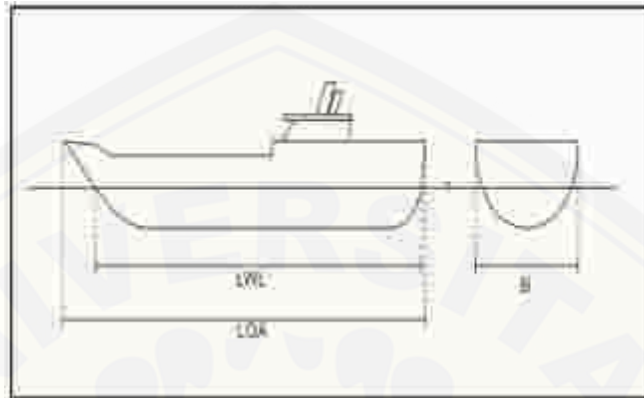
LWL adalah panjang kapal yang diukur dari haluan kapal pada garis air sampai buritan kapal pada garis air laut.

3. LBP (*Length Beetwen Perpendicular*)

LBP adalah panjang kapal yang diukur dari haluan kapal pada garis air sampai tinggi kemudi.

4. Lebar Kapal (*beam*)

Lebar kapal merupakan jarak maksimum antara dua sisi kapal.



Gambar 2.4 Dimensi Kapal (Sumber: Triatmodjo,1992)

Tabel 2.1 Dimensi Kapal Pesiar (Cruise Line)

CRUISE LINERS						
BWT (t)	MD (t)	LOA (m)	LBP (m)	B (m)	D (m)	F (m)
160,000	91,200	340	289	39.2	9.1	9.0
135,000	76,950	293	251	38.9	8.4	8.9
100,000	57,000	262	248	33.7	8.1	7.8
80,000	44,000	272	231	35.0	8.0	8.6
70,000	39,000	265	225	32.2	7.8	8.4
60,000	34,000	252	214	32.2	7.8	8.1
50,000	29,000	234	199	32.2	7.1	7.4
40,000	24,000	212	180	32.2	6.5	6.5
30,000	24,000	192	164	32.2	6.3	6.2
20,000	14,250	164	139	22.8	6.6	5.2
10,000	5,700	87	74	14.0	3.3	3.2

(Sumber: Katalog Fentek Marine Fendering Systems, 2002)

2.3 Perencanaan Dermaga

2.3.1 Definisi

Menurut KBBI (2009), dermaga dapat diartikan sebagai tembok rendah yg terletak memanjang di tepi pantai dan menjorok ke laut serta berada di kawasan

pelabuhan yang biasa digunakan sebagai pangkalan dan bongkar muat barang. Menurut Triatmodjo (1996) dermaga adalah bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapatnya kapal dan menambatkannya pada waktu bongkar muat barang.

2.3.2 Tipe Dermaga

Dermaga dapat di bedakan menjadi tiga tipe yaitu wharf, pier, dan jetty. Struktur dermaga wharf dan pier bias berupa struktur tertutup atau terbuka, sementara jetty pada umumnya berupa struktur terbuka. Struktur tertutup bias berupa dinding gravitasi dan dinding turap, sedang struktur terbuka berupa dermaga yang didukung oleh tiang pancang. Berikut ini rangkuman tipe-tipe dermaga ditunjukkan dalam Gambar 2.5 :



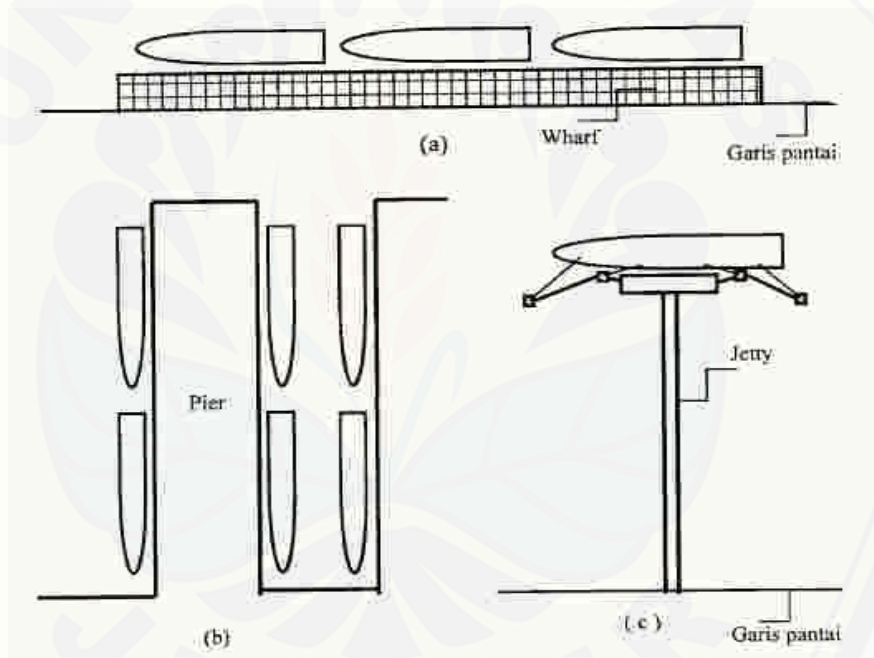
Gambar 2.5 Tipe Dermaga (Sumber: Triatmodjo,2009)

Pemilihan tipe dermaga dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

1. Letak dan kedalaman perairan dermaga yang direncanakan.
2. Beban muatan yang harus dipikul oleh dermaga.
3. Sebagai konstruksi sementara atau tetap.
4. Kondisi tanah perairan yang bersangkutan.
5. Tinjauan ekonomis.

Tipe dermaga dipilih yang paling sesuai sehingga dermaga yang akan dibangun memiliki fungsi yang sesuai dengan kebutuhan. Dermaga dapat dibagi dalam 3 macam seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.6 :

1. Quay/Wharf merupakan dermaga yang letaknya digaris pantai serta sejajar dengan pantai.
2. Pier merupakan dermaga yang menjorok (tegak lurus) dengan garis pantai.
3. Jetty adalah dermaga yang dibangun menjorok cukup jauh ke arah laut, dengan maksud agar ujung dermaga berada pada kedalaman yang cukup untuk merapat kapal.



Gambar 2.6 Dermaga Tipe a. *Wharf*, b. *Pier*, c. *Jetty*

(Sumber: Triatmodjo,2009)

2.3.3 Layout Dermaga

1. Panjang Dermaga

Untuk menentukan panjang dermaga yang akan dibangun digunakan persamaan sebagai berikut :

(Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, hal 167, 1997)

$$L_p = nL_oa + (n - 1)15,00 + 2 \times 25 \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- L_p = panjang dermaga (m)
 n = jumlah kapal yang bertambat
 L_oa = panjang kapal (m)



Gambar 2.7 Panjang Dermaga (Sumber: Triatmodjo,2009)

2. Lebar Dermaga

Dalam hitungan lebar demaga harus mempertimbangkan beberapa hal, antara lain :

1. Jarak tepi pada salah satu sisi dermaga dengan balok tepi diambil, sehingga segala hal yang akan beroperasi diatas dermaga dapat berjalan dengan aman.
2. Posisi kendaraan atau alat angkut yang beroperasi di dermaga dan lebar area pada saat melakukan maneuver.

3. Elevasi Dermaga

Tinggi lantai dermaga dihitung berdasarkan kondisi alam yang terjadi disekitar dermaga, dimana yang menjadi pertimbangan adalah pada kondisi air pasang. Sesuai Standard Design for Port in Indonesia (1984) tabel 7.2, ditentukan bahwa jarak antara lantai dermaga dengan HWS (*High Water Spring*) dengan

memperhitungkan besarnya pasang air laut dan kedalaman air rencana. Dimana elevasi lantai dermaga berkisar antara 50 s/d 150 diatas HWS.

2.3.4 Fasilitas Dermaga

2.3.4.1 Fender

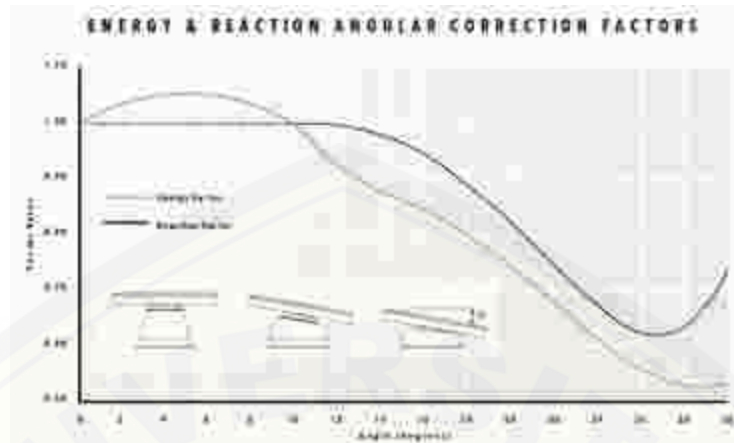
Fender dibangun untuk meredam pengaruh benturan kapal dengan dermaga sehingga kerusakan kapal maupun dermaga dapat dihindarkan. Fender harus dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mengenai kapal. Oleh karena kapal mempunyai ukuran yang berlainan, maka fender harus dipasang agak tinggi pada sisi dermaga. Untuk menentukan jenis fender yang sesuai dengan fungsi dermaga data dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Jenis Fender yang Sesuai dengan Fungsi Dermaga

SELECTED	GC	CS	G	MA	MI	VBO	VBO	UHA	IS	W	M	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)	(M)	(N)	(O)	
Buddies																											
Bulk Carriers																											
Gas carriers																											
Government Ships																											
General Cargo																											
Barges																											
Berth Fenders																											
Car Decking																											
Crane Ships																											
Post Fenders																											
Wave Star Fender System																											
Miscellaneous																											

(Sumber: Katalog Fentek Marine Fendering Systems, 2002)

Untuk menghitung performance dari fender tersebut pada kondisi terdefleksi akibat *berthing angles* adalah dengan menggunakan *Energy And Reaction Angular Correction Factors* dengan *berthing angles* rencana sesuai dengan sudut tambat rencana seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Grafik *Energy and Reaction Angular Correction Factors*

(Sumber : Katalog Fentek Marine Fendering Systems, 2002)



Gambar 2.9 Jarak Antar Fender

(Sumber : Katalog Fentek Marine Fendering Systems, 2002)

Berdasarkan BS 9349 part 4 (1994) jarak antar fender yang disarankan adalah tidak melebihi $0,15 \times L_s$, dimana L_s adalah panjang dari kapal rencana terkecil. Untuk menghitung jarak antar fender menggunakan persamaan pada Fentek Marine Fendering System adalah sebagai berikut:

$$R_B = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{B}{2} \right) + \left(\frac{L_{OA}^2}{8B} \right) \right] \dots\dots\dots (2.2)$$

$$S \leq 2 \times \sqrt{R_B^2 - (R_B - (P_U - \delta_F) + C)^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

R_B = Radius bow kapal

B = Lebar kapal rencana (m)

L_{OA} = Panjang kapal yang diukur dari haluan kapal terdepan sampai buritan kapal paling belakang (m)

S = Jarak antar fender (m)

P_U = Proyeksi fender (m)

δ_F = Defleksi fender (m)

C = Ruang bebas yang tersedia (m)

2.3.4.2 Boulder

Fungsi boulder adalah untuk menambatkan kapal agar tidak mengalami pergerakan yang dapat mengganggu baik pada aktifitas bongkar muat maupun lalu lintas kapal lainnya. Bolder yang digunakan pada dermaga ini menggunakan bahan dari baja. Untuk menentukan kapasitas bolder yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.3.

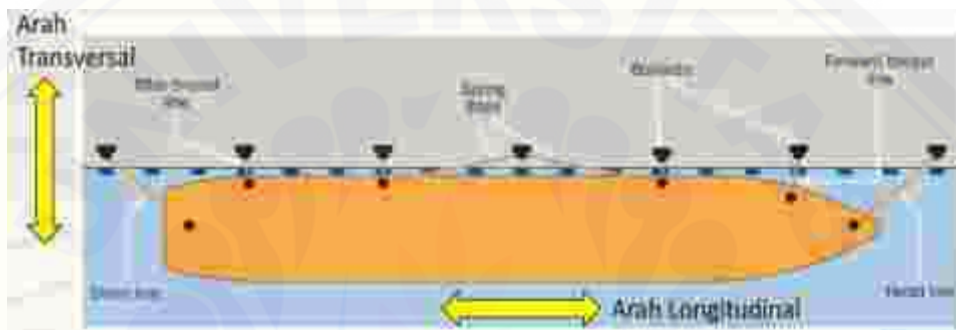
Tabel 2.3 Kapasitas Boulder

Displacement	Approx. bollard rating
Up to 2,000 tonnes	10 tonnes
2,000-10,000 tonnes	30 tonnes
10,000-20,000 tonnes	60 tonnes
20,000-50,000 tonnes	80 tonnes
50,000-100,000 tonnes	100 tonnes
100,000-200,000 tonnes	150 tonnes
over 200,000 tonnes	200 tonnes

(Sumber : Katalog Fentek Marine Fendering Systems, 2002)

Saat kapal sedang tambat, pergerakan kapal ditahan oleh *bollard* pada dermaga yang dihubungkan oleh tali tambat. Terdapat tiga jenis tali tambat yang berfungsi untuk menahan pergerakan kapal, antara lain:

- ✚ *Breast line* menahan pergerakan kapal menjauhi dermaga (arah transversal)
- ✚ *Spring line* menahan pergerakan *surge* kapal (arah longitudinal)
- ✚ *Stern* dan *head line* menahan pergerakan kapal arah transversal dan longitudinal



Gambar 2.10 Ilustrasi Kapal Tambat

(Sumber : Katalog Fentek Marine Fendering Systems, 2002)

2.4 Aspek Hidro Oseanografi

2.4.1 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari matahari, tapi karena jaraknya yang lebih dekat dengan bumi, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi jauh lebih besar daripada matahari. Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang dapat digunakan sebagai patokan dalam perencanaan suatu pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut serta kegunaannya antara lain.

- a. Elevasi muka air tertinggi *High Water Surface (HWS)*
- b. Elevasi muka air rata-rata *Mean Sea Level (MSL)*
- c. Elevasi muka air terendah atau *Low Water Surface (LWS)*

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di Indonesia secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan menjadi empat tipe yaitu sebagai berikut :

a. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

b. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

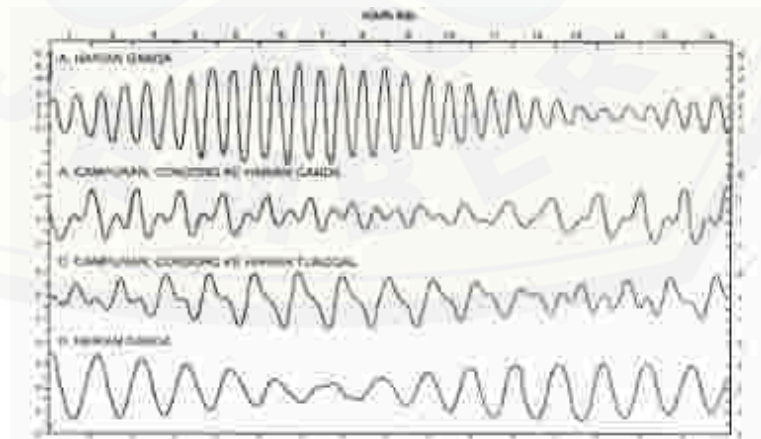
Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Daerah yang mengalami pasang surut ini adalah di perairan Selat Karimata.

c. Pasang surut campuran condong ke harian ganda

Dalam satu terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi mempunyai periode dan tinggi yang berbeda. Pasang surut seperti ini banyak terjadi di perairan Indonesia bagian timur.

d. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal

Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi tinggi dan periodenya sangat berbeda. Pasang surut seperti ini banyak terjadi di Selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.



Gambar 2.11 Tipe Pasang Surut (Sumber : Triatmodjo, 1999)

Batas muka air laut pada saat surut terendah atau *Low Water Surface (LWS)*, berguna untuk menentukan alur pelayaran di perairan pelabuhan agar kapal yang akan masuk maupun yang akan keluar dan sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah dan elevasi seluruh bangunan. Sedangkan batas muka air laut pada saat pasang tertinggi atau *High Water Surface (HWS)*, digunakan untuk menentukan elevasi muka dermaga dan penempatan fender.

2.4.2 Angin

Angin merupakan sirkulasi yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi. (*Bambang Triatmodjo, 1999*). Angin terjadi akibat adanya perubahan ataupun perbedaan suhu antara suatu tempat dengan tempat yang lain. Salah satu contoh yang dapat diambil adalah perubahan suhu yang terjadi antara daratan dan lautan. Daratan cenderung lebih cepat menerima dan melepaskan panas. Oleh sebab itu, maka siang hari terjadi angin laut yang diakibatkan oleh naiknya udara daratan yang digantikan oleh udara dari darat. Dan pada malam hari terjadi sebaliknya, yaitu terjadi angin darat yang diakibatkan oleh naiknya udara di laut dan digantikan oleh udara dari darat.

Data angin diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel (ringkasan) atau diagram yang disebut *wind rose* (mawar angin). Dengan *wind rose* ini maka karakteristik angin dapat dibaca. Tabel dan gambar *wind rose* menunjukkan prosentase kejadian angin dengan kecepatan tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu pencatatan. Pengukuran angin ini dapat digunakan untuk peramalan gelombang.

a. Distribusi Kecepatan Angin

Distribusi kecepatan angin di atas permukaan laut terbagi dalam tiga daerah sesuai dengan elevasi di atas permukaan. Di daerah geostropik yang berada di atas 1000 m kecepatan angin adalah konstan. Di bawah elevasi tersebut terdapat dua daerah yaitu Ekman yang berada pada elevasi 100 m sampai 1000 m dan daerah dimana tegangan konstan yang berada pada elevasi 10 m sampai 100 m. Di kedua daerah tersebut kecepatan angin dan arah angin

berubah sesuai dengan elevasi, karena adanya gesekan dengan permukaan laut dan perbedaan temperature antara air dan udara.

b. Data Angin

Data angin diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau di darat, kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin dengan yang bernama Anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam satuan knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau $1 \text{ knot} = 1,825 \text{ km/jam} = 0,5 \text{ m/d}$. Dengan pencatatan jam-jaman tersebut akan diketahui angin dengan kecepatan tertentu dan durasinya, kecepatan angin maksimum, arah angin, dan dapat pula dihitung kecepatan angin rerata harian. Data tersebut pada umumnya dipilah berdasarkan statistic distribusi kecepatan dan arah angin secara prosentasenya, atau lebih dikenal dengan istilah *wind rose* dengan periode bulanan, tahunan atau beberapa tahun pencatatan.

c. Konversi Kecepatan Angin

Data angin diperoleh dari pencatatan di permukaan laut dengan menggunakan kapal yang sedang berlayar atau pengukuran di darat, biasanya di bandara. Data angin dari pengukuran dengan kapal perlu dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut.

$$U = 2,16 U_s^{7/9} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

U = Kecepatan angin terkoreksi (knot)

U_s = Kecepatan angin yang diukur oleh kapal (knot)

Hasil dari perhitungan kecepatan angin tersebut diatas kemudian dikonversikan menjadi faktor tegangan angin (U_A) dengan menggunakan rumus :

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

U = Kecepatan angin terkoreksi (m/s)

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal di dalam rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Hubungan antara angin di atas laut dan angin di atas daratan terdekat ditunjukkan pada gambar 2.12 atau persamaan sebagai berikut:

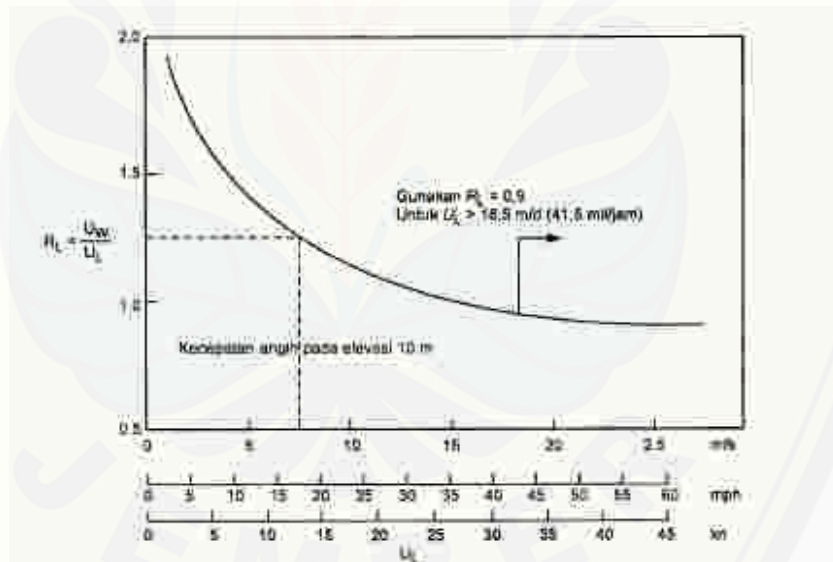
$$R_L = \frac{U_w}{U_L} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

R_L = Faktor korelasi akibat perbedaan ketinggian

U_w = Kecepatan di atas permukaan laut (m/detik)

U_L = Kecepatan angin diatas daratan (m/detik)



Gambar 2.12 Grafik Korelasi Akibat Perbedaan Ketinggian, R_L

(Sumber: Triatmodjo,2009)

d. Fetch

Fetch adalah jarak tanpa halangan diatas air hal mana gelombang dapat dibangkitkan oleh angina dan mempunyai arah dan kecepatan yang konstan.

Besarnya *fetch* efektif dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos a}{\sum \cos a} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

F_{eff} = Fetch efektif (km)

X_i = Panjang segmen fetch yang diukur dari titik konservasi gelombang (km)

a = Deviasi pada kedua sisi dari arah angin dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi arah angin

2.4.3 Gelombang

Gelombang yang terjadi lautan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung pada gaya pembangkitnya. Berikut ini adalah beberapa macam gelombang yang dibedakan menurut pembangkitnya.

a. Gelombang angin

Gelombang yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut.

b. Gelombang pasang surut

Gelombang yang dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi.

c. Gelombang tsunami

Gelombang yang terjadi karena letusan gunung berapi yang terdapat di dalam laut atau juga dikarekan gempa yang terjadi di dalam laut.

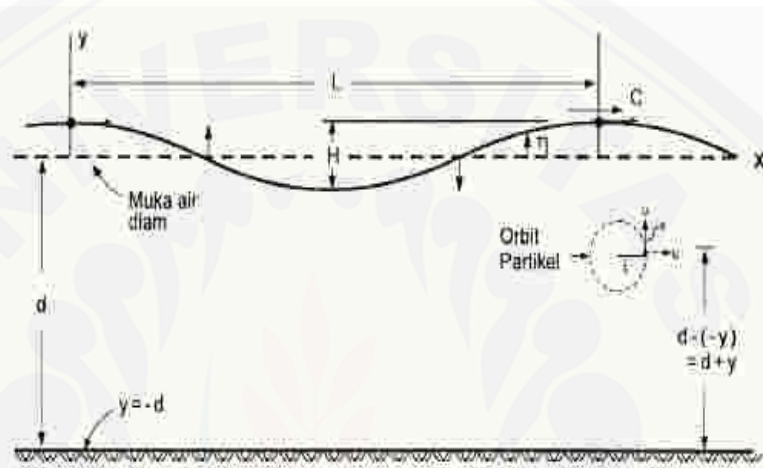
d. Gelombang kapal

Gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak dan sebagainya.

Analisa gelombang dalam perencanaan pelabuhan dibutuhkan untuk mengetahui tinggi gelombang diwilayah perairan pelabuhan, sehingga dapat diputuskan perlu atau tidaknya ada konstruksi breakwater atau bangunan pelindung pantai. Areal kolam pelabuhan hanya dapat digunakan bertambat pada tinggi

gelombang maksimum 1,0 m. pada perhitungan perencanaan pelabuhan dibutuhkan pengetahuan mengenai tinggi gelombang dan frekuensi tinggi gelombang dan frekuensi kejadiannya, juga periode dan spektrumnya.

Gambar 2.13 berikut ini menunjukan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x-y.



Gambar 2.13 Definisi Gelombang (Sumber: Triatmodjo, 1999)

Keterangan :

- d = Jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut, m)
- $\eta(x,t)$ = Fluktuasi muka air terhadap muka air diam
- a = Amplitudo gelombang (m)
- H = Tinggi gelombang; $H = 2a$ (m)
- L = Panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan (m)
- T = Periode gelombang (s)
- C = Cepat rambat gelombang; $C = L/T$ (m/s)
- k = Angka gelombang; $k = 2\pi/L$
- σ = Frekuensi gelombang; $\sigma = 2\pi/T$

Selain dari nilai U_A dan panjang *fetch* efektif yang didapat, tinggi dan periode gelombang juga dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$H = 1,616 \times 10^{-2} \times (U_A \times F_{eff}^{0,5}) \dots \dots \dots (2.8)$$

$$T = 6,238 \times 10^{-1} \times ((U_A \times F_{eff})^{0,33}) \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

H = Tinggi gelombang (m)

T = Periode gelombang puncak (detik)

U_A = Kecepatan angin terkoreksi (m/detik)

F_{eff} = Fetch efektif (km)

2.4.4 Arus

Gelombang yang datang menuju pantai membawa massa air dan momentum, searah penjalaran gelombangnya. Hal ini menyebabkan terjadinya arus di sekitar kawasan pantai. Penjalaran gelombang menuju pantai akan melintasi daerah-daerah lepas pantai (*offshore zone*), daerah gelombang pecah (*surf zone*), dan daerah deburan ombak di pantai (*swash zone*). Diantara ketiga daerah tersebut, Bambang Triatmodjo (1999) menjelaskan bahwa karakteristik gelombang di daerah *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting di dalam analisis proses pantai.

Sedangkan arus pantai diakibatkan pengaruh yang sifatnya local terutama akibat pergerakan angin dari daerah yang mempunyai tekanan tinggi ke daerah yang mempunyai tekanan rendah, perbedaan kerapatan air, suhu air, dan pasang surut. Pada umumnya arus terjadi sepanjang pantai disebabkan perbedaan muka air pasang surut. Kegunaan data arus pada perencanaan dermaga adalah untuk merencanakan gaya horizontal yang mempengaruhi stabilitas struktur dermaga. Kecepatan arus yang aman untuk kapal berlabuh disyaratkan berkecepatan tidak lebih dari 4 knot atau 2,06 m/dt (Firdaus, 2009).

2.5 Pembebanan

2.5.1 Beban Vertikal

2.5.1.1 Beban Hidup

a. Beban Lajur

Untuk nilai beban garis terpusat (BGT) berdasarkan RSNI T-02-2005 pasal 6.3.1 adalah sebesar 49 KN/m yang ditempatkan pada tengah bentang struktur. Beban terbagi rata (BTR) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L_E = \sqrt{L_{AV} \times L_{MAX}} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$BTR = \frac{(5,5 \cdot q \cdot 100\% + (b_1 - 5,5) \cdot q \cdot 50\%)}{b_1} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$BGT = \frac{(5,5 \cdot p \cdot 100\% + (b_1 - 5,5) \cdot p \cdot 50\%)}{b_1} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

L_E = Panjang bentang rata-rata (m)

L_{AV} = Panjang bentang ekuivalen bentang menerus untuk FBD (m)

L_{MAX} = Panjang bentang maksimum (m)

BTR = Beban terbagi rata dalam pembebanan lajur (kN/m²)

q = Harga BTR dari pembebanan lajur (kN/m²)

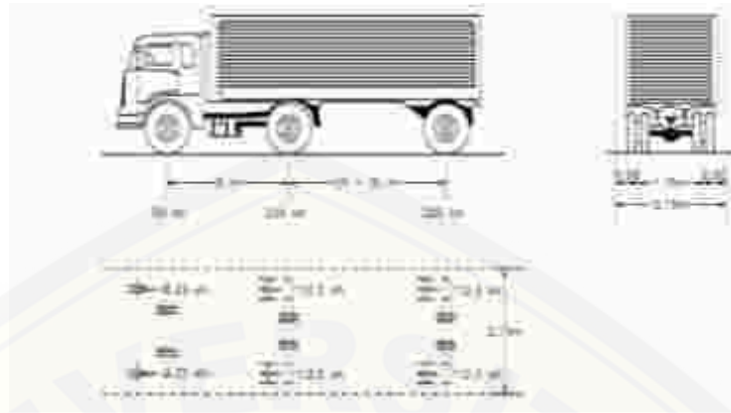
b_1 = Lebar lajur yang dilalui kendaraan (m)

BGT = Beban garis terpusat dalam pembebanan lajur (kN/m)

p = Harga BGT dari pembebanan lajur (kN/m)

b. Beban Truk

Berdasarkan RSNI T-02-2005 pasal 6.4.1 beban hidup pada lantai dermaga berupa beban ganda oleh truk (beban T) sebesar $T = 112,5 \text{ kN}$. Distribusi beban roda truk dapat dilihat pada gambar 2.14. Beban truk dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:



Gambar 2.14 Jenis Kendaraan yang Dijadikan Asumsi Pembebanan

Beban roda kendaraan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{TT} = (1 + FBD) \times T \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

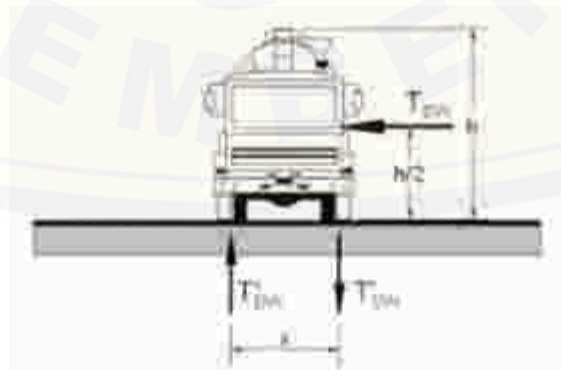
P_{TT} = Beban roda ganda oleh truk terfaktor (kN)

FBD = Faktor beban dinamis (RSNI T-02-2005 pasal 6.6)

T = Beban roda ganda oleh truk (kN)

2.5.1.2 Beban Angin

Berdasarkan RSNI T-02-2005 pasal 7.6 beban angin (EW) pada permukaan lantai dermaga akibat angin yang meniup kendaraan diatas dermaga dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:



Gambar 2.15 Distribusi Beban Angin ke Permukaan Lantai Kendaraan

Dengan parameter :

$$T_{EW} = 0,0012 \times C_W \times (V_W)^2 \dots\dots\dots(2.14)$$

$$P_{EW} = \left(\frac{1}{2} \times \frac{h}{x} \times T_{EW}\right) \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

C_W = Koefisien seret

T_{EW} = Beban garis merata akibat angin (kN/m)

V_W = Kecepatan angina rencana (m/detik)

P_{EW} = Transfer beban angin ke lantai dermaga (kN)

x = Jarak antara roda kendaraan (m)

h = Tinggi kendaraan dari lantai dermaga (m)

4.3.1.3 Beban Mati

Beban mati yang diperhitungkan dalam perencanaan dermaga adalah beban sendiri konstruksi dan juga beban mati tambahan seperti berat fender, boulder, dan lampu penerangan. Berat sendiri material yang diperhitungkan dalam perencanaan struktur dermaga diperoleh dari Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005 Tabel 3 adalah sebagai berikut :

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Air laut | = 1025 kg/m ³ |
| 2. Beton | = 2200 kg/m ³ |
| 3. Beton bertulang | = 2400 kg/m ³ |
| 4. Baja | = 7850 kg/m ³ |
| 5. Fasilitas penerangan | = 5 kN |

2.5.2 Beban Horizontal

2.5.2.1 Beban Gelombang

1. Pada Tiang

Dalam perhitungan gaya gelombang pada tiang vertikal dengan kondisi tidak pecah (*non-breaking waves*) digunakan persamaan Morison (1950) pada buku *Structural Dynamics (Theory and Applications)*, McDougal :

$$F_{d \max} = \frac{1}{16} \cdot \rho \cdot g \cdot C_D \cdot D \cdot H^2 \frac{\sin h(2kh) + 2kh}{\sin h(2kh)} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$F_{i \max} = \frac{\pi}{8} \cdot \rho \cdot g \cdot C_m \cdot D^2 \cdot H \tan h \cdot (kh) \dots\dots\dots(2.17)$$

$$F_x = F_{d \max} |\cos \omega t| \cos \omega t - F_{i \max} \sin \omega t \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

$F_{d \max}$ = Gaya drag maksimum (N)

$F_{i \max}$ = Gaya inersia maksimum (N)

F_x = Gaya total pada arah x (N)

ωt = Frekuensi gelombang (Hz)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

ρ = Berat jenis air laut (1025 kg/m³)

C_m = Koefisien inersia

C_D = Koefisien drag

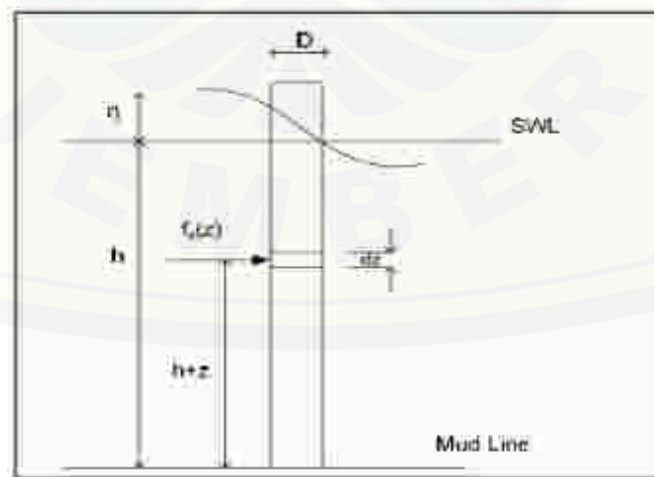
D = Diameter tiang pancang (m)

H = Tinggi gelombang (m)

h = Tinggi muka air (m)

k = Bilangan gelombang ($2\pi/L$)

L = Panjang gelombang (m)



Gambar 2.16 Sketsa Definisi Parameter Gaya pada Tiang

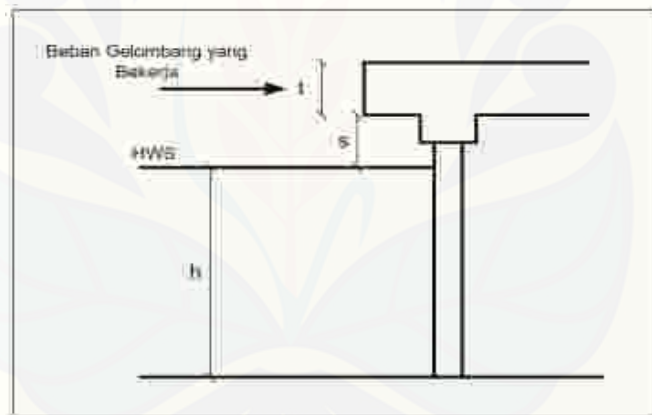
2. Pada Tepi Dermaga

Pada saat tertentu ada kemungkinan tinggi gelombang mencapai elevasi dermaga, oleh karena itu perlu diperhitungkan gaya gelombang terhadap tepi dermaga. Diasumsikan puncak gelombang berada pada sisi atas tepi dermaga. Gaya gelombang pada tepi dermaga dapat dihitung dengan rumus yang diturunkan dari OCDI (2002) halaman 35.

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot H}{2k \cos h \cdot kh} [(\sin h \cdot k(h + s + t) - \sin h \cdot k(h + s))] \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan :

- P = Gaya gelombang pada tepi lantai dermaga (N/m)
- s = Elevasi-HWS-t (m)
- t = Tebal pelat dermaga (m)



Gambar 2.17 Sketsa Definisi Parameter Gaya Gelombang pada Tepi

2.5.2.2 Beban Arus

Drag force dan lift force yang disebabkan oleh perilaku arus dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (OCDI, halaman 138-139) :

Drag Force

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \cdot \rho_0 \cdot A \cdot U^2 \dots \dots \dots (2.20)$$

Lift Force

$$F_L = \frac{1}{2} C_L \cdot \rho_0 \cdot A_L \cdot U^2 \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan :

F_D = Gaya drag akibat arus (kN)

F_L = Gaya angkat akibat arus (kN)

C_L = Koefisien Lift ($C_L = 2$, untuk tiang pancang silinder)

C_D = Koefisien Drag ($C_D = 1$, untuk tiang pancang silinder)

ρ_0 = Berat jenis air laut (1025 kg/m³)

A = Luas penampang yang terkena arus (m²)

U = Kecepatan arus (m/detik)

2.5.2.3 Beban Gempa

Dalam tugas akhir ini penulis menentukan desain kurva *spectrum respons* dari situs http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011. Pada perhitungan menggunakan program bantu SAP 200 v.14 harus dimasukkan nilai *scale factor* pada pembebanan gempa. Nilai R diperoleh dari Tabel 9 SNI-1726-2012. Berdasarkan SNI-1726-2012 pasal 5.4.2 untuk menghitung nilai \bar{N} yang berfungsi mengklasifikasikan jenis tanah adalah sebagai berikut:

$$SF = \frac{1g}{R} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

SF = *Scale factor*

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

R = Koefisien modifikasi respons

\bar{N} = Tahanan penetrasi standar rata-rata

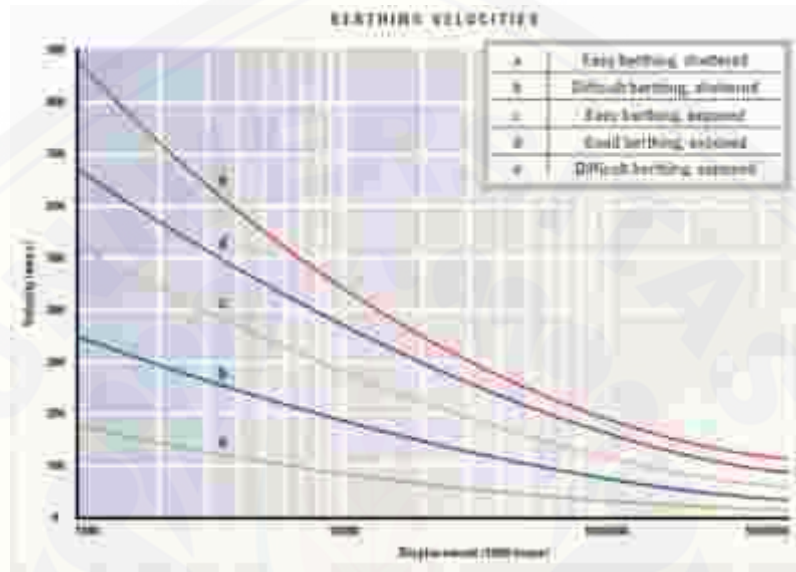
d_i = Tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter

N_i = Tahanan penetrasi standar 60 persen energy yang terukur langsung

2.5.3 Beban Kapal

2.5.3.1 Beban Sandar

Berdasarkan PIANC (2002) untuk menghitung kecepatan tambat kapal rencanan bedasarkan *displacement* dapat menggunakan gambar 2.18 sebagai berikut:



Gambar 2.18 Grafik Hubungan Kecepatan Tambat Kapal Rencanan Bedasarkan Displacement (Sumber : Katalog Fender Team, 2014)

Atau berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$V_c = 0,637 \cdot M_D^{-0,344} \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan :

V_c = Fetch efektif

M_D = Faktor korelasi akibat perbedaan ketinggian

Untuk menghitung energi berthing pada struktur dermaga digunakan persamaan pada OCDI (2002) halaman 16 sebagai berikut:

✚ Koefisien Eksentrisitas (C_e)

OCDI (2002) halaman 20

$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)^2} \dots\dots\dots(2.25)$$

Menghitung nilai C_b

$$C_b = \frac{M_D}{L_{BP} B D \rho} \dots\dots\dots (2.26)$$

Menghitung nilai l dan r

$$S = e L_{BP} \cos \theta \dots\dots\dots (2.27)$$

$$L1 = (0,5a - ek) L_{BP} \cos \theta \dots\dots\dots (2.28)$$

$$L2 = 0,5a + e(1 - k) L_{BP} \cos \theta \dots\dots\dots (2.29)$$

$$r = (0,19 C_b + 0,11) L_{BP} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan :

- C_e = Koefisien eksentrisitas
- C_b = Koefisien blok
- l = Jarak dari titik dimana kapal menyentuh fasilitas mooring (m)
- r = Jarak dari titik dimana kapal menyentuh fasilitas mooring (m)
- L_{BP} = Panjang kapal pada permukaan air (m)
- B = Lebar kapal (m)
- D = Tinggi bagian kapal yang berada di bawah permukaan air (m)
- ρ = Massa jenis air (kg/m^3)
- S = Jarak antar fender (m)
- $L1$ = Jarak dari titik kontak ke pusat grafitasi kapal (m)
- $L2$ = Jarak dari titik kontak ke pusat grafitasi kapal (m)
- a = Faktor korelasi akibat perbedaan ketinggian
- k = Parameter yang menyatakan lokasi relatif terdekat kapal ke titik antara fender (1/3 hingga 1/2)
- e = Rasio jarak antara fender terhadap panjang fender terhadap LBP
- θ = Sudut berthing (derajat)

✚ Koefisien Massa Semu (Cm)

OCDI (2002) halaman 21

$$C_m = 1 + \frac{\pi}{2C_b} x \frac{d}{B} \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan :

C_m = Fetch efektif

d = Faktor korelasi akibat perbedaan ketinggian

✚ Koefisien Softness (C_s)

Nilai koefisien *softness* diambil berdasarkan OCDI 2002, Hal. 17

✚ Koefisien Konfigurasi Penambatan (C_c)

Nilai koefisien konfigurasi penambatan diambil berdasarkan OCDI 2002, Hal.

17

Sehingga untuk menghitung besar energi *berthing* pada struktur dermaga adalah sebagai berikut (OCDI 2002, Hal. 16):

$$E_N = 0,5 M_D V_B^2 C_e C_m C_s C_c \dots\dots\dots(2.32)$$

Keterangan :

E_N = Energi berthing (kNm)

V_B = Kecepatan kapal saat menumbuk dermaga (m/s)

M_D = Massa air yang dipindahkan (ton)

C_e = Koefisien eksentrisitas

C_m = Koefisien massa semu

C_s = Koefisien kekerasan

C_c = Koefisien konfigurasi penambatan

Menurut PIANC (2002), energi sandar kapal harus dikalikan dengan angka faktor keamanan pada tabel 4.9 untuk mengantisipasi abnormal impact, sehingga besarnya beban adalah sebagai berikut :

$$E_A = E_N x faktor \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan :

E_A = Energi berthing abnormal (kNm)

fac. = Faktor keamanan

Tabel 2.4 Faktor Keamanan untuk *Abnormal Berthing*

VEHICLE CLASS	LARGEST	SMALLEST	COMMENTS & INTERPRETATIONS
Ships	120'	120'	A. Large vessels only B. Abnormal berthing
Bulk carriers	120'	120'	A. Large vessels only B. Abnormal berthing
Gas carriers	150-200'	120'	No PIANC guidance. Safety factor is safety factor required.
Container ships	120'	120'	A. Port facilities and fenders B. Berthing and mooring
General cargo freighters	120'	120'	Use higher factor and use in 2' high line attachment
Roll-on/Roll-off	120'	120'	High factor factor may be necessary and the most exposed berths
Car ferries	120'	120'	No PIANC guidance. Large vessels may require berthing at float.
Crude oil tankers	120'	120'	No PIANC guidance. Large vessels may require berthing at float.
Ferries	120'	120'	No PIANC guidance. Safety factor is safety factor required.
Tugboats	120'	120'	Use higher factor and use in 2' high line attachment.

(Sumber : PIANC 2002 (Tabel 4.2.5))

2.5.3.2 Beban Tarikan

Perhitungan beban mooring terdiri atas kombinasi pengaruh angin dan arus. Sudutambat yang disarankan pada ketentuan PIANC 2002 dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sudut Tambat yang Dipakai

Head & stem lines*	45° ±15°
Breast lines*	90° ±30°
Spring lines*	5-10°
Vertical line angle (α)	<30°

* Relative to mooring angle.

(Sumber : BS6349, ROM 0.2-90, PIANC)

a. Gaya Angin

Untuk menghitung energi *berthing* pada struktur dermaga digunakan persamaan pada OCDI (2002) halaman 23 sebagai berikut:

$$F_{LW} = \frac{1}{2} \times \rho_a \times U^2 \times A_L \times C_x \dots\dots\dots (2.34)$$

$$F_{TW} = \frac{1}{2} \times \rho_a \times U^2 \times A_T \times C_y \dots\dots\dots (2.35)$$

Keterangan :

F_{LW} = Beban tambat akibat angin arah longitudinal (kN)

F_{TW} = Beban tambat akibat angin arah transversal (kN)

ρ_a = Massa jenis angin (kg/m^3)

U = Kecepatan angin maksimum (m/s)

A_L = Luas permukaan kapal diatas permukaan air arah memanjang (m^2)

A_T = Luas permukaan kapal diatas permukaan air arah melintang (m^2)

C_X = Koefisien gesek arah memanjang

C_Y = Koefisien gesek arah melintang

b. Gaya Arus

Untuk menghitung energi berthing pada struktur dermaga digunakan persamaan pada OCDI (2002) halaman 24 sebagai berikut:

$$F_{LC} = 0,0014 \times S \times V_x^2 \dots\dots\dots (2.36)$$

$$F_{TC} = \frac{1}{2} \times \rho \times C \times V_y^2 \times B \dots\dots\dots (2.37)$$

Keterangan :

F_{LC} = Beban tambat akibat arus tegak lurus as kapal (kN)

F_{TC} = Beban tambat akibat arus sejajar as kapal (kN)

S = Luas kapal yang tenggelam dalam keadaan penuh (m^2)

V_x = Kecepatan arus sejajar pantai (m/s)

V_y = Kecepatan arus tegak lurus pantai (m/s)

ρ = Massa jenis air (kg/m^3)

B = Proyeksi luas lambung kapal dibawah permukaan air (m^2)

C = Koefisien tekanan arus

c. Beban Maksimal pada Titik Tambat

Sudut tambat yang dipakai dan untuk menghitung beban maksimal pada titik tambat menurut PIANC (2002) adalah sebagai berikut:

$$F_L = F_{LC} + F_{LW} \dots\dots\dots (2.38)$$

$$F_T = F_{TC} + F_{TW} \dots\dots\dots (2.39)$$

$$R_T = \frac{F_T}{\cos \beta_V \cos \beta_H} \dots\dots\dots (2.40)$$

$$R_L = \frac{F_L}{\cos \beta_V \cos \beta_H} \dots\dots\dots (2.41)$$

Keterangan :

F_L = Gaya tarik kapal total arah longitudinal (kN)

F_T = Gaya tarik kapal total arah transversal (kN)

R_T = Gaya tarik kapal pada titik tambat arah transversal (kN)

R_L = Gaya tarik kapal pada titik tambat arah longitudinal (kN)

β_V = Sudut vertikal tali (derajat)

β_H = Sudut horizontal tali (derajat)

2.5.4 Kombinasi Pembebanan

Dalam perhitungan pembebanan struktur dermaga diperlukan kombinasi pembebanan untuk memperoleh hasil pembebanan yang maksimum pada dermaga. Dalam perencanaan dermaga ini dipergunakan kombinasi beban untuk keperluan analisa displacement pada tiang pancang dan juga kombinasi pembebanan pada saat keadaan ultimate.

2.5.4.1 Kombinasi Pembebanan Analisa *Displacement*

Untuk analisa displacement dilakukan analisa model strktur dermaga dengan kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 03-2847-2013 dengan memasukan semua faktor dari beban selain beban gempa adalah 1,0. hasil yang diperoleh dari software SAP 2000 v.14 adalah defleksi dari tiang pancang. Adapun kombinasi pembebananya adalah sebagai berikut:

- ✚ Kombinasi 1 = 1,0DL
- ✚ Kombinasi 2 = 1,0DL + 1,0 LL
- ✚ Kombinasi 3 = 1,0DL + 1,0LL + 1,0E
- ✚ Kombinasi 4 = 1,0DL + 1,0 LL + 1,0W + 1,0G + 1,0A
- ✚ Kombinasi 5 = 1,0DL + 1,0LL + 1,0G + 1,0A + 1,0M

$$\text{✚ Kombinasi 6} = 1,0\text{DL} + 1,0\text{LL} + 1,0\text{G} + 1,0\text{A} + 1,0\text{B}$$

2.5.4.2 Kombinasi Pembebanan Pada Kedaan *Ultimate*

Untuk analisa balok, poer, dan pelat dilakukan analisa model strktur dermaga dengan kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 03-2847-2013 dengan memasukan semua faktor sesuai dengan peraturan. Hasil yang diperoleh dari software SAP 2000 v.14 adalah analisa kekuatan gaya dalam dari pelat, balok dan poer. Adapun kombinasi pembebananya adalah sebagai berikut:

$$\text{✚ Kombinasi 7} = 1,4\text{DL} + 1,4\text{G} + 1,4\text{A}$$

$$\text{✚ Kombinasi 8} = 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL}$$

$$\text{✚ Kombinasi 9} = 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL} + 1,2\text{G} + 1,2\text{A}$$

$$\text{✚ Kombinasi 10} = 1,2\text{DL} + 1,0\text{LL} + 1,0\text{E}$$

$$\text{✚ Kombinasi 11} = 1,2\text{DL} + 1,0\text{LL} + 1,0\text{W} + 1,2\text{G} + 1,2\text{A}$$

$$\text{✚ Kombinasi 12} = 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL} + 1,2\text{G} + 1,2\text{A} + 1,2\text{M}$$

$$\text{✚ Kombinasi 13} = 1,2\text{DL} + 1,6\text{LL} + 1,2\text{G} + 1,2\text{A} + 1,6\text{B}$$

Keterangan:

DL = Beban mati

LL = Beban hidup

G = Beban gelombang

A = Beban arus

W = Beban angin

E = Beban gempa

M = Beban *mooring*

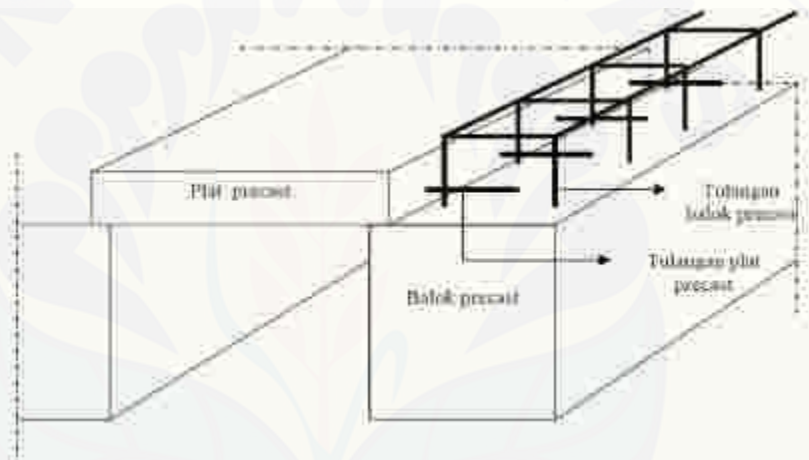
B = Beban *berthing*

2.6 Perencanaan Konstruksi Dermaga

2.6.1 Perencanaan Elemen Precast Secara Umum

Dermaga Pelabuhan Marina Boom ini direncanakan dengan menggunakan elemen-elemen precast yaitu balok, pelat dan poer. Setelah fabrikasi element precast

selesai kemudian dilakukan pemasangan. Pelat precast ditumpukan pada balok pada kedua sisi pelatnya, selanjutnya akan dilakukan pengecoran (topping off) pada permukaan pelat secara menerus tersebut. Sehingga pelat precast pada perencanaan dermaga ini tidak hanya berfungsi sebagai bekisting saja tetapi termasuk struktur elemen dermaga. Supaya elemen-elemen precast tersebut menjadi satu kesatuan (monolit), pada permukaan pelat precast dibuat kasar dan setiap elemen precast pelat dan balok disatukan dengan tulangantulangan yang berfungsi sebagai shear connector. Sedangkan poer hanya berfungsi sebagai media perletakan beban balok ke pondasi tiang pancang.



Gambar 2.19 Model Sambungan Tulangan Pelat dan Balok Precast

Kondisi – kondisi yang diperhitungkan di dalam perencanaan dermaga menggunakan elemen precast ini meliputi :

1. Kondisi Pengangkatan.
 - a. Pengangkatan pelat precast.
 - b. Pengangkatan balok precast.

Tahap pengangkatan meliputi proses setelah elemen precast selesai dicor di area pengecoran untuk kemudian dipindahkan ke area penumpukan. Proses pengangkatan menggunakan 2 buah tumpuan pada elemen precast yang dipindahkan dengan bantuan crane.

2. Kondisi Pembebanan.

a. Pembebanan pelat precast. (saat pengecoran *topping off*)

Sebagaimana telah disebut di atas, pelat precast berfungsi sebagai bekisting pada saat *topping off*. Sehingga beban yang diperhitungkan pada saat pelat precast di instal hanyalah beban akibat berat sendiri pelat precast, beban *topping off* dan beban pekerja.

b. Pembebanan pelat precast + *topping off*. (saat operasi)

Setelah selesai dilakukan *topping off*, tebal pelat beton secara keseluruhan menjadi bertambah tebal, yaitu merupakan jumlah dari tebal pelat precast dengan tebal *topping off*. Beban yang diperhitungkan meliputi beban mati (akibat berat sendiri pelat precast dengan *topping off*), dan beban hidup (akibat beban hidup yang bekerja pada dermaga dan kendaraan)

c. Pembebanan balok precast. (saat operasi)

Elemen balok precast menerima beban mati (akibat berat sendiri, beban pelat precast + *topping off*), dan beban hidup (akibat beban hidup yang bekerja pada dermaga dan kendaraan)

3. Perencanaan desain tulangan lentur

Tulangan baja akan memikul tegangan tarik, sedangkan beton akan menerima tegangan tekan, yang merupakan kelebihan masing-masing. Hanya saja, untuk kemudahan dan penyeragaman perhitungan, beberapa standard (*code*) membuat penyederhanaan, bisa menyerupai koefisien, batasan minimum dan maksimum, dan asumsi-asumsi lainnya. Dalam perencanaan desain tulangan lentur, paling tidak ada 3 kondisi akhir yang mungkin terjadi:

1. *Over-reinforced*: beton (tekan) mengalami hancur terlebih dahulu sebelum tulangan (tarik) mengalami leleh

2. *Balanced-reinforced*: beton (tekan) mengalami hancur bersamaan pada saat tulangan (tarik) mengalami leleh
3. *Under-reinforced*: tulangan (tarik) mengalami leleh terlebih dahulu sebelum beton (tekan) mengalami hancur. Ini adalah kondisi ideal yang akan kita desain pada tulisan ini.

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, langkah-langkah perencanaan desain tulangan lentur adalah sebagai berikut :

- a. Menetapkan tebal selimut beton menurut SNI 03-2847-2013 pasal 7.7.6.
- b. Menetapkan diameter tulangan utama yang direncanakan dalam arah x dan arah y.
- c. Mencari tinggi efektif dalam arah x dan arah y.
- d. Menentukan faktor ratio tinggi tegangan tekan ekuivalen terhadap tinggi garis netral (β_1).

$$\beta_1 = 0,85, \text{ untuk } 17 \text{ MPa} \leq f'c < 28 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{f'c - 30}{7} \right) \times 0,05, \text{ untuk } 28 \text{ MPa} < f'c \leq 56 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,65, \text{ untuk } f'c > 56 \text{ MPa}$$

- e. Mencari rasio penulangan (ρ) dengan persamaan :

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'c} \dots\dots\dots (2.42)$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} \dots\dots\dots (2.43)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{f_y}} \right) \dots\dots\dots (2.44)$$

Keterangan :

Rn = Koefisien kapasitas penampang

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

ρ = Rasio penulangan

f_y = Tegangan tarik baja pada saat leleh (MPa)

$f'c$ = Mutu beton rencana (MPa)

Mu = Momen ultimate (Nmm)

d = Tinggi efektif penampang (mm)

b = Lebar penampang (mm)

- f. Memeriksa syarat rasio penulangan ($\rho_{min} < \rho < \rho_{mak}$)

Menentukan nilai ρ_{min} berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 10.5.1 sebagai berikut :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}, \text{ mutu beton } f'c \leq 31,36 \text{ MPa} \dots \dots \dots (2.45)$$

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'c}}{4f_y}, \text{ mutu beton } f'c > 31,36 \text{ MPa} \dots \dots \dots (2.46)$$

Menentukan nilai ρ_{max} berdasarkan SNI 03-2847-2013 Lampiran B pasal B.8.4.2 dan B.10.3.3 sebagai berikut :

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times 0,814 \times f'c'}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \dots \dots \dots (2.47)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{balance} \dots \dots \dots (2.48)$$

- g. Mencari luas tulangan tarik (A_s) lentur yang dibutuhkan

$$A_s = \rho \times b \times d \dots \dots \dots (2.49)$$

- h. Perencanaan tulangan angkat komponen precast

Berdasarkan PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete 7th pasal 8.3.2 untuk menghitung gaya tarik pada angkur dengan sudut *sling* adalah sebagai berikut:

$$N_n = T$$

$$T = \frac{WF}{4} \dots \dots \dots (2.50)$$

Penentuan diameter angkur

$$f_{uta} = f_{ya} \times 1,9 \dots \dots \dots (2.51)$$

$$N_n = n \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times f_{uta} \dots \dots \dots (2.52)$$

Penentuan kedalaman angkur

$$h_{ef} = \sqrt[3]{\left(\frac{N_n}{k_c x \sqrt{f'_c}}\right)^2} \dots\dots\dots (2.53)$$

Keterangan :

N_n = Gaya tarik pada angkur (N)

T = Gaya tarik pada angkur (N)

W = Total beban komponen precast (N)

F = Faktor total beban pada *sling* terhadap sudut angkat

Tabel 2.6 Faktor Total Beban pada Sling Terhadap Sudut Angkat

Multiplication factor F for the total load on sling with a sling angle of θ					
θ	90°	75°	60°	45°	30°
F	1.00	1.04	1.16	1.41	2.00
Note: θ is usually not less than 60°. Check bi-directional sling angle. A 30° sling angle is not recommended.					

(Sumber : PCI Design Handbook Precast Prestressed Concrete 7th)

f_{uta} = Tegangan tarik baja angkur (MPa)

f_{ya} = Tegangan tarik baja angkur pada saat leleh (MPa)

n = Jumlah angkur yang ditanam

d = Diameter angkur (mm)

h_{ef} = Kedalaman angkur (mm)

k_c = *Cast-in anchor* (diambil 10)

4. Perencanaan desain tulangan geser

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, langkah-langkah perencanaan desain tulangan geser adalah sebagai berikut :

- a. Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 13.3.1 pemasangan tulangan begel untuk sistem rangka pemikul momen menengah

memperhitungkan juga kuat geser yang disumbangkan oleh beton sebesar:

$$\phi V_c = \phi \frac{\sqrt{f'_c}}{6} x b_w x d \dots \dots \dots (2.54)$$

$$x = \frac{2,5 x (V_u - \frac{\phi V_c}{2})}{V_u} \dots \dots \dots (2.55)$$

Keterangan :

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

V_c = Kuat geser yang disumbangkan beton (N)

b_w = Lebar penampang (mm)

x = Jarak kebutuhan tulangan begel tumpuan (mm)

V_u = Kuat geser rencana (N)

- b. Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 13.5.6.1, besarnya gaya geser rencana (V_s) dipikul oleh tulangan geser adalah sebagai berikut:

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} \dots \dots \dots (2.56)$$

- c. Menentukan luas tulangan begel per meter panjang berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2.

Jika $\phi \frac{V_c}{2} < V_u < \phi V_c$ maka :

$$Av_{perlu} = \frac{b x S}{3 x fy} \dots \dots \dots (2.57)$$

$$Av_{perlu} = \frac{75 \sqrt{f'_c} x b x S}{1200 x fy} \dots \dots \dots (2.58)$$

Jika $V_u > \phi V_c$ maka :

$$Av_{perlu} = \frac{V_s x S}{fy x d} \dots \dots \dots (2.59)$$

$$Av_{perlu} = \frac{b x S}{3 x fy} \dots \dots \dots (2.60)$$

$$Av_{perlu} = \frac{75 \sqrt{f'_c} x b x S}{1200 x fy} \dots \dots \dots (2.61)$$

Keterangan :

Av = Luas tulangan begel (mm^2)

b = Lebar penampang (mm)

S = Panjang balok yang ditinjau (diambil 1000 mm)

d. Menentukan jarak antar begel (s) berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 21.3.4.2.

Jika $V_u < \phi V_c/2$ maka :

$$s = d/2 \dots \dots \dots (2.62)$$

$$s = 600 \text{ mm}$$

Jika $\phi V_c/2 < V_u < \phi V_c$ atau $V_s < \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$ maka :

$$s = \frac{A_{vpakai} \times S}{A_{vpertu}} \dots \dots \dots (2.63)$$

$$s = d/2 \dots \dots \dots (2.64)$$

$$s = 600 \text{ mm}$$

Jika $V_s > \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$ maka :

$$s = \frac{A_{vpakai} \times S}{A_{vpertu}} \dots \dots \dots (2.65)$$

$$s = d/4 \dots \dots \dots (2.66)$$

$$s = 300 \text{ mm}$$

5. Perencanaan desain tulangan torsi

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, langkah-langkah perencanaan desain tulangan torsi adalah sebagai berikut :

a. Sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pasal 11.5.1 menyatakan bahwa pengaruh torsi boleh diabaikan momen torsi terfaktor T_u bila kurang dari torsi terkecil yang diijinkan. Untuk komponen struktur non-prategang yang dikenai gaya tarik atau tekan aksial, nilai T_u diperoleh dari persamaan berikut:

$$A_{cp} = b \times h \dots \dots \dots (2.67)$$

$$P_{cp} = 2 \times (b + h) \dots \dots \dots (2.68)$$

$$Tu = \phi \cdot 0,083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \left(\frac{Acp^2}{Pcp} \right) \sqrt{1 + \frac{Nu}{0,33 \cdot Ag \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}}} \dots\dots\dots (2.69)$$

Keterangan :

Acp = Luasan yang dibatasi oleh tepi luar penampang (mm²)

Pcp = Keliling penampang (mm)

h = Tinggi penampang (mm)

Tu = Momen torsi rencana (Nmm)

ϕ = Faktor reduksi punter/torsi

λ = Faktor modifikasi yang mereflesikan property mekanis (beton normal $\lambda = 1$)

Nu = Gaya aksial terfaktor (N)

Ag = Luar bruto penampang beton (mm²)

b. Kontrol dimensi penampang

Sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pasal 11.5.3.1 dimensi penampang solid harus memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$\sqrt{\left(\frac{Vu}{b_w d} \right)^2 + \left(\frac{Tu \cdot Ph}{1,7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \left(\frac{Vc}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f'_c} \right) \dots\dots\dots (2.70)$$

Keterangan :

Ph = Keliling garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar (mm)

A_{oh} = Luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar (mm²)

c. Perhitungan tulangan begel akibat torsi

Luas tulangan begel untuk menahan torsi dapat dihitung menggunakan persamaan yang terdapat pada SNI 03-2847-2013 pasal 11.5.3.7 dan pasal 11.5.5.3

$$\phi Tn = Tu$$

$$A_{oh} = (b - Sb - (0,5 \times d)) \times (h - Sb - (0,5 \times d)) \dots\dots\dots (2.71)$$

$$Ph = 2 \times (b - Sb - (0,5 \times d)) + (h - Sb - (0,5 \times d)) \dots\dots\dots (2.72)$$

$$A_o = 0,85 \times A_{oh} \dots\dots\dots(2.73)$$

$$A_{vt} = \frac{Tn \times S}{2A_o \times f_y \times \cot \theta} \dots\dots\dots(2.74)$$

Kontrol luas tulangan begel dan torsi ($A_{vs} + A_{vt}$)

$$A_{vs} = \frac{n \times 0,25 \times \pi \times dp^2 \times S}{s} \dots\dots\dots(2.75)$$

$$\text{Luas total begel} = A_{vs} + A_{vt} \dots\dots\dots(2.76)$$

Dengan syarat:

$$A_{vs} + A_{vt} > \frac{75 \times \sqrt{f'c} \times b \times S}{1200 \times f_y} \dots\dots\dots(2.77)$$

$$A_{vs} + A_{vt} > \frac{b \times S}{3 \times f_y} \dots\dots\dots(2.78)$$

Keterangan :

Tn = Kuat torsi nominal (Nmm)

A_o = Luas bruto yang dilingkupi oleh jalur alir geser (mm²)

Sb = Selimut beton rencana (mm)

S = Bentang yang dipasang begel torsi (diambil 1000 mm)

A_{vt} = Luas tulangan torsi (begel) per meter (mm²)

A_{vs} = Luas tulangan begel per meter (mm²)

dp = Diameter tulangan begel (mm)

d. Perhitungan tulangan longitudinal akibat torsi

Luas tulangan longitudinal tambahan untuk menahan torsi dapat dihitung menggunakan persamaan yang terdapat pada SNI 03-2847-2013 pasal 11.5.3.7

$$A_t = \frac{A_{vt}}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y} \right) \cot^2 \theta \dots\dots\dots(2.79)$$

Tulangan lentur torsi:

$$A_{st} = A_s + A_s' \dots\dots\dots(2.80)$$

$$\text{Luas total} = A_t + A_{st} \dots\dots\dots(2.81)$$

Dengan syarat:

$$\frac{A_{vt}}{s} > \frac{b}{6 \times f_y} \dots\dots\dots (2.82)$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.5.5.3

$$A_t + A_{st} > \frac{0,42\sqrt{f'_c} \cdot A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_{vt}}{s}\right) \dots\dots\dots (2.83)$$

Jumlah tulangan longitudinal torsi yang dipakai

$$n = \frac{A_t}{0,25 \times \pi \times d_p} \dots\dots\dots (2.84)$$

Keterangan :

A_t = Luas tulangan longitudinal torsi (mm²)

s = Jarak antar tulangan (mm)

A_{st} = Luas tulangan longitudinal torsi (mm²)

A_s = Luas tulangan tarik (mm²)

A_s' = Luas tulangan tekan (mm²)

2.6.2 Perencanaan Balok Precast

Kondisi yang diperhitungkan untuk elemen balok precast adalah :

1. Kondisi pengangkatan balok precast

Pada tahap pengangkatan, elemen balok precast diangkat menuju lokasi pemasangan. Pada saat pengangkatan diperhitungkan besarnya pembebanan yang bekerja pada elemen yaitu sebesar berat sendiri dari balok tersebut. Momen balok saat pengangkatan dihitung berdasarkan PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete 7th.

2. Kondisi pembebanan balok precast

Tahapan terakhir yaitu pada saat balok menerima seluruh beban struktur di atasnya. Pembebanan yang terjadi meliputi beban mati (berat sendiri balok dan berat pelat precast dan topping off) dan beban hidup (akibat beban hidup yang bekerja pada dermaga dan kendaraan).

3. Penulangan balok precast

Langkah-langkah dalam perencanaan balok pracetak adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan tulangan lentur

Langkah-langkah perencanaan desain tulangan lentur berdasarkan SNI 03-2847-2013 seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.6.1.

2. Perencanaan tulangan geser

Langkah-langkah perencanaan desain tulangan lentur berdasarkan SNI 03-2847-2013 seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.6.1.

3. Perencanaan tulangan torsi

Langkah-langkah perencanaan desain tulangan lentur berdasarkan SNI 03-2847-2013 seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.6.1.

4. Perencanaan penulangan konsol balok

Langkah-langkah perencanaan desain tulangan lentur berdasarkan SNI 03-2847-2013 seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.6.1.

5. Perencanaan panjang penyaluran

Gaya tarik dan tekan pada tulangan di setiap penampang komponen struktur beton bertulang harus disalurkan pada masing-masing sisi penampang tersebut melalui panjang penyaluran. Panjang penyaluran terdiri dari panjang penyaluran lurus dan penyaluran kait.

a. Panjang penyaluran batang tulangan ulir dalam kondisi tarik

Perhitungan panjang penyaluran harus sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pasal 12.2

Tabel 2.7 Tabel Panjang penyaluran batang dalam kondisi tarik

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
Spasi bentuk tulangan ulir halus yang disalurkan atau disambungkan tidak kurang dari $4d$, dan untuk bentuk tidak tulangan dari $4d$, dan meliputi atau pengikat sepanjang $4s$ setiap batang dari minimum Tiga Cara atau	$\left(\frac{67d}{250} \right) K$	$\left(\frac{50d}{175} \right) K$
Spasi bentuk tulangan ulir halus yang disalurkan atau disambungkan tidak kurang dari $2d$, dan untuk bentuk tidak tulangan dari $4d$	$\left(\frac{67d}{250} \right) K$	$\left(\frac{50d}{175} \right) K$
Khusus-khusus lain	$\left(\frac{67d}{250} \right) K$	$\left(\frac{50d}{175} \right) K$

(Sumber : SNI 03-2847-2013 Tabel 9.5(a))

Dengan ketentuan sesuai SNI 03-2847-2013 pasal 12.2.4(a):

$$l_d > 300 \text{ mm}$$

b. Panjang penyaluran berkait

Sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pasal 7.1.2 untuk kait standar dengan benkokan 90 derajat maka ditambah perpanjangan sebesar $12d_b$ pada ujung bebas batang tulangan.

c. Tulangan momen positif

Sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pasal 12.11.2 bila komponen struktur lentur merupakan bagian system penahan beban gempa utama, tulangan momen positif yang diperlukan untuk diteruskan ke dalam tumpuan paling sedikit $l_d \geq 150 \text{ mm}$.

d. Tulangan momen negatif

Sesuai dengan SNI 03-2847-2013 pasal 12.12.1 bahwa tulangan momen negative pada komponen struktur menerus harus diangkur di dalam atau melewati komponen struktur penumpu dengan panjang penanaman, kait, atau angkur mekanis.

$$A_{\text{penanaman}} \geq \frac{1}{3} \times A_s \dots\dots\dots (2.85)$$

Diperpanjang tidak kurang dari:

$$l_{dh} \geq 12d_b \dots\dots\dots (2.86)$$

$$l_{dh} \geq \frac{l_n}{16} \dots\dots\dots (2.87)$$

Keterangan :

l_d = Panjang penyaluran tarik batang tulangan (mm)

d_b = Diameter tulangan (mm)

A_s = Luas tulangan tarik (mm^2)

l_{dh} = Panjang penanaman melewati titik belok (mm)

l_n = Panjang bentang bersih (mm)

λ = Faktor modifikasi yang merefleksikan property mekanis (beton normal $\lambda = 1$)

Ψ_t = Faktor modifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada lokasi tulangan (SNI 03-2847-2013 pasal 12.2.4)

ψ_e = Faktor modifikasi panjang penyaluran berdasarkan pada pelapisan tulangan (SNI 03-2847-2013 pasal 12.2.4)

2. Kontrol balok

Langkah-langkah dalam perencanaan pelat pracetak adalah sebagai berikut:

1. Kontrol pada saat pengangkatan

$$\sigma = \frac{M \times y}{I} \dots \dots \dots (2.88)$$

2. Kontrol pada saat menahan beton basah

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 10.3.4, regangan batas beton tekan dapat diambil sebesar 0,003. Untuk menghitung regangan tekan beton adalah sebagai berikut:

$$\varepsilon_y = \frac{fy}{Es} \dots \dots \dots (2.89)$$

$$\varepsilon_c' = \frac{a}{\beta \times d - a} \dots \dots \dots (2.90)$$

Keterangan :

ε_y = Regangan tarik baja saat leleh

ε_c' = Regangan tekan beton

a = Tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen (mm)

Es = Modulus elastisitas baja (diambil 200000 MPa)

3. Cek momen nominal tulangan terpasang

a. Kontrol tulangan tekan terpasang:

$$a = \frac{(As - As') \times fy}{0,85 \times f'c \times b} \dots \dots \dots (2.91)$$

$$a_{\min \text{ leleh}} = \frac{600 \times \beta_1 \times ds'}{600 - fy} \dots \dots \dots (2.92)$$

Jika $a \geq a_{\min \text{leleh}}$ berarti tulangan tekan sudah leleh, nilai a sudah betul. Namun jika $a < a_{\min \text{leleh}}$, tulangan tekan belum leleh maka ditetapkan nilai a dan f'_s sebagai berikut:

$$p = \frac{600 \times A_s' - A_s \times f_y}{1,7 \times f'_c \times b} \dots\dots\dots (2.93)$$

$$q = \frac{600 \times \beta_1 \times d_s' \times A_s'}{0,85 \times f'_c \times b} \dots\dots\dots (2.94)$$

$$a = \left(\sqrt{p^2 + q} \right) - p \dots\dots\dots (2.95)$$

$$f'_s = \frac{a - \beta_1 \times d_s'}{a} \times 600 \dots\dots\dots (2.96)$$

$$f'_s < f_y$$

Keterangan :

A_s' = Luas tulangan tekan (mm²)

A_s = Luas tulangan tarik (mm²)

d_s' = Jarak antara titik berat tulangan tarik dan tepi serat (mm)

p = Notasi p (mm)

q = Notasi q (mm)

f'_s = Tegangan tekan baja

β_1 = Faktor pembentuk tegangan beton tekan persegi ekuivalen

f_y = Tegangan tarik baja saat leleh (MPa)

b. Kontrol tulangan tarik terpasang:

$$a_{\text{maks leleh}} = \frac{600 \times \beta_1 \times d_d}{600 + f_y} \dots\dots\dots (2.97)$$

Keterangan :

$a_{\text{maks leleh}}$ = Gaya tarik kapal total arah longitudinal (kN)

d_d = Gaya tarik kapal total arah transversal (kN)

c. Menghitung nilai Mn :

$$Mn = 0,85 \times f'_c \times a \times b \times \left(d - \frac{a}{2} \right) + (A'_s \times f'_s \times (d - d')) \dots\dots\dots (2.98)$$

Dengan syarat:

$$\phi Mn \geq Mu$$

Keterangan :

Mn = Momen nominal actual (Nmm)

Mu = Momen ultimate rencana (Nmm)

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

2.6.3 Perencanaan Pelat Precast

Perencanaan elemen pelat precast berdasarkan berbagai tahapan yang dilalui oleh elemen pelat precast tersebut yang pada dasarnya adalah sama dengan perencanaan elemen balok precast. Kondisi – kondisi yang diperhitungkan untuk elemen pelat precast sama dengan kondisi – kondisi yang diperhitungkan untuk elemen balok precast, yaitu :

1. Kondisi pengangkatan pelat precast

Pada tahap pengangkatan, elemen balok precast diangkat menuju lokasi pemasangan. Pada saat pengangkatan diperhitungkan besarnya pembebanan yang bekerja pada elemen yaitu sebesar berat sendiri dari balok tersebut. Momen balok saat pengangkatan dihitung berdasarkan PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete 7th.

2. Kondisi pembebanan pelat precast

Pembebanan pada pelat precast terjadi dalam 2 tahap, yaitu sebagai berikut:

a. Pembebanan pelat precast saat penginstallan

Beban yang dialami terdiri dari beban pelat precast, pelat topping off dan berat pekerja. Langkah-langkah perencanaan penulangan pelat adalah sebagai berikut:

b. Pembebanan pelat saat semua beban bekerja

Beban yang bekerja terdiri dari beban mati yaitu berat sendiri pelat (pelat precast dan topping off) dan beban hidup. Kondisi pelat precast dalam keadaan monolit setelah dilakukan topping off.

3. Perencanaan dimensi dan penulangan pelat

Langkah-langkah dalam perencanaan pelat pracetak adalah sebagai berikut:

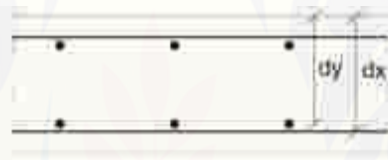
1. Menentukan syarat-syarat batas, tumpuan dan panjang bentang.

$$\frac{L_y}{L_x} \leq 2 \quad \text{termasuk pelat dua arah (two way slab)}$$

$$\frac{L_y}{L_x} \geq 2 \quad \text{termasuk pelat satu arah (one way slab)}$$

2. Menentukan tebal plat.

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 Tabel 9.5(a) ,maka tebal plat satu arah ditentukan berdasarkan ketentuan sebagai berikut :



Gambar 2.20 Tinggi Efektif Pelat

Keterangan:

dx = Tinggi efektif tulangan arah x

dy = Tinggi efektif tulangan arah y

Tabel 2.8 Tebal Minimum Pelat Satu Arah

Komponen struktur	Tebal minimum, h			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar				
Pelat masif satu-arah	f/20	f/24	f/28	f/10
Balok atau pelat rusuk satu-arah	f/16	f/18,5	f/21	f/8

CATATAN:
 Panjang bentang dalam mm.
 Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasikan sebagai berikut:
 (a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (*equilibrium density*), w_c di antara 1440 sampai 1840 kg/m³, nilai tadi harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,0003w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09.
 (b) Untuk f , selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f/700)$.

(Sumber : SNI 03-2847-2013 Tabel 9.5(a))

3. Menentukan tulangan pelat

1. Perencanaan tulangan lentur

Langkah-langkah perencanaan desain tulangan lentur berdasarkan SNI 03-2847-2013 seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.6.1.

2. Perencanaan tulangan susut dan suhu pelat

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 7.12.2.1 menentukan rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang bruto untuk tulangan adalah sebagai berikut:

$$\rho = 0,0020 \times b \times h, \text{ untuk mutu baja } f_y < 420 \text{ MPa} \dots\dots (2.99)$$

$$\rho = 0,0018 \times b \times h, \text{ untuk mutu baja } f_y = 420 \text{ MPa} \dots\dots (2.100)$$

$$\rho = \frac{0,0018 \times 400}{f_y}, \text{ untuk mutu baja } f_y > 420 \text{ MPa} \dots\dots\dots (2.101)$$

4. Kontrol pelat

Langkah-langkah dalam perencanaan pelat pracetak adalah sebagai berikut:

1. Kontrol pada saat pengangkatan

$$\sigma = \frac{M \times y}{I} \dots\dots\dots (2.102)$$

2. Kontrol pada saat menahan beton basah

$$\sigma = \frac{M \times y}{I} \dots\dots\dots (2.103)$$

Keterangan:

σ = Tegangan yang terjadi

M = Momen rencana (Nmm)

y = Jarak lapisan luar ke titik berat penampang (mm)

I = Inersia penampang (mm⁴)

3. Kontrol tegangan geser punch

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.1 untuk mencari kuat geser pelat satu arah adalah sebagai berikut:

$$V_c = \frac{\sqrt{f_{t'c}}}{6} \times b' \times h \dots\dots\dots (2.104)$$

$$V_c = \frac{P_u}{A_p} \times q \times L \dots\dots\dots(2.105)$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.1 untuk mencari kuat geser pelat dua arah adalah sebagai berikut:

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_e}\right) \frac{\sqrt{f'_{rc}} \times b' \times d}{6} \dots\dots\dots(2.106)$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_{rc}}}{3} \times b' \times h \dots\dots\dots(2.107)$$

$$V_c = \left(\frac{a_s \times d}{b'} + 2\right) \frac{\sqrt{f'_{rc}} \times b' \times d}{12} \dots\dots\dots(2.108)$$

Keterangan:

V_c = Kuat geser yang disumbangkan beton (N)

b' = Penampang kritis (mm)

h = Tinggi penampang (mm)

P_u = Beban aksial terfaktor (N)

A_p = Luas penampang (mm²)

q = Beban yang bekerja (N)

L = Lebar penampang (mm)

β_e = Faktor pembentuk tegangan beton tekan persegi ekuivalen

d = Tinggi efektif penampang (mm)

2.6.4 Perencanaan Poer

Poer merupakan komponen struktur yang berfungsi sebagai joint antara struktur atas dan struktur bawah dermaga selain itu poer juga berfungsi untuk meneruskan beban yang diterima balok ke pondasi tiang pancang. Untuk perencanaan tulangan lentur dan kontrol komponen poer diasumsikan sama dengan komponen pelat.

2.6.5 Perencanaan *Temporary Support*

Temporary support merupakan komponen struktur yang berfungsi sebagai tumpuan saat penginstalan komponen balok precast dan juga poer. Untuk

perencanaan tulangan lentur komponen *temporary support* diasumsikan sama dengan penulangan komponen pelat.

2.6.6 Perencanaan *Plank Fender*

Plank fender merupakan komponen struktur yang berfungsi sebagai tempat pemasangan fender. Untuk perencanaan tulangan lentur komponen *plank fender* diasumsikan sama dengan penulangan komponen pelat.

2.7 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

2.7.1 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Bor Log (N-SPT)

Di dalam merencanakan tiang pancang pendukung dermaga, dihitung gaya – gaya vertikal dan horisontal yang bekerja pada segmen dermaga. Daya dukung tiang pancang pada dermaga terhadap gaya horisontal yang diijinkan adakah 0,7 ton (Pelabuhan, Bambang Triatmodjo 1996, hal 184).

a. Menghitung daya dukung tiang :

$$QL = Qp + Qs \dots\dots\dots (2.109)$$

$$Qall = \frac{QL}{SF} \dots\dots\dots (2.110)$$

Keterangan:

$Qall$ = Daya dukung keseimbangan tiang (ton)

QL = Daya dukung tanah maksimum (ton)

Qs = Kapasitas daya dukung dari gaya gesekan tiang pancang dengan tanah (ton)

Qp = Kapasitas daya dukung tiang pancang maksimum (ton)

SF = Faktor keamanan

Tabel 2.9 Faktor Keamanan

Ordinary condition	3,0
During an earthquake	2,5

(Sumber : OCDI, 2002)

b. Menghitung daya dukung tiang untuk tanah berpasir :

Kapasitas daya dukung tanah di bawah ujung pondasi:

$$Q_p = a \times q_p \times A_p = a \times (N_p \times k) \times A_p \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan:

a = Base coefficient

q_p = Tegangan ujung tiang (ton/m²)

A_p = Luas penampang dasar tiang (m²)

N_p = Harga rata-rata SPT sekitar 4D diatas dan dibawah dasar tiang

k = Modulus elastic tiang (m²)

c. Kapasitas daya dukung dari gaya gesekan tiang pancang dengan tanah:

$$Q_s = \beta \times q_s \times A_s = \beta \times \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \times A_s \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

β = Shaft coefficient

q_s = Tegangan akibat lekatan lateral (ton/m²)

A_s = Modulus elastic tiang (m²)

N_s = Harga N rata-rata sepanjang tiang tertanam

2.7.2 Kontrol Pondasi Tiang Pancang

a. Titik jepit tiang (*Point of fixity*)

Pondasi tiang pancang dimodelkan dengan perletakan jepit pada kedalaman dimana diasumsikan tiang pancang berada pada kondisi terjepit penuh. Diasumsikan tidak ada lapisan tanah yang berada di atas titik jepit. Perhitungan awal panjang titik jepit dilakukan berdasarkan OCDI (2002) pasal 9.5.2. Kedalaman titik jepit ini dapat dipertimbangkan berada pada kedalaman $1/\beta$ di bawah seabed. Nilai titik jepit (Z_r) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$K_h = 0,15 \cdot NSPT \dots \dots \dots (2.13)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K_h \cdot D}{4EI}} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Zr = \frac{1}{\beta} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

K_h = Sub grade reaction number (kg/cm³)

$NSPT$ = Rata-rata N-SPT

D = Diameter tiang (cm)

E = Modulus elastic tiang (kg/cm²)

I = Momen inersia tiang (cm⁴)

Zr = Titik jepit tiang (cm)

b. Kontrol momen tiang pancang

Kontrol momen tiang pancang dilakukan dengan mengecek besarnya momen yang terjadi pada tiang pancang dengan ketentuan harus lebih kecil dari momen crack bahan. Momen tiang pancang deiperoleh dari analisa menggunakan SAP 2000 sedangkan nilai momen crack bahan diperoleh dari spesifikasi bahan atau dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$My \leq Mu = fy \times S \dots\dots\dots (2.116)$$

$$My \leq Mu = fy \times 1,5 Z \dots\dots\dots (2.117)$$

Dengan:

$$S = D^2 \times t - (2D \times t^2) + \frac{4}{3} \times t^3 \dots\dots\dots (2.118)$$

$$Z = \frac{\pi}{32D} \times (D^4 - (D - 2t)^4) \dots\dots\dots (2.119)$$

Keterangan:

My = Momen rencana (Nmm)

Mu = Momen ijin bahan (Nmm)

fy = Tegangan leleh baja rencana (MPa)

S = Modulus penampang plastis (mm³)

- Z = Modulus penampang elastis (mm^3)
 D = Diameter tiang (cm)
 t = Tebal tiang (cm)

c. Daya Dukung Tiang Akibat Beban Horizontal

Perhitungan daya dukung terhadap beban lateral menggunakan cara Tomlinson, dalam Daya Dukung Pondasi Dalam oleh Prof. Dr. Ir Herman Wahyudi hal 55.

$$H_u = \frac{2M_u}{(e+Zr)} \dots\dots\dots (2.120)$$

Keterangan:

- H_u = Lateral load (kN)
 M_u = Gaya tarik kapal total arah transversal (kN)
 e = Jarak lateral load dengan muka tanah (m)

d. Kontrol Kekuatan Bahan Tiang Pancang

Tegangan yang terjadi akibat beban aksial (P) dan momen (M) pada tiang yang diperoleh dari hasil analisa SAP 2000 harus lebih kecil dari tegangan ijin tiang pancang. Tegangan pada tiang pancang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$y = 0,5 D \dots\dots\dots (2.121)$$

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} + \frac{M \times y}{I} \dots\dots\dots (2.122)$$

Dengan ketentuan:

$$\sigma_{max} < \sigma_{ijin}$$

Keterangan:

- σ_{max} = Tegangan yang terjadi (kg/cm^2)
 σ_{ijin} = Tegangan ijin tiang (kg/cm^2)
 P = Gaya tekan kerja yang terjadi (kg)
 y = Jarak titik netral dari tepi (cm)
 M = Momen yang terjadi (kgm)

e. Stabilitas Tiang Pancang Terhadap Frekuensi Gelombang

Tiang pancang dicek kekuatannya pada saat berdiri sendiri, khususnya terhadap frekuensi gelombang (ω). Frekuensi tiang (ω_t) harus lebih besar dari frekuensi gelombang supaya tiang tidak bergoyang dan patah. Frekuensi tiang pancang dapat dihyung dengan persamaan berikut:

$$Wp = W \times l \dots\dots\dots(2.123)$$

$$\omega_t = 1,73 \sqrt{\frac{EI}{Wp.l^3/g}} > \frac{2\pi}{T} \dots\dots\dots(2.124)$$

Keterangan:

- Wp = Berat total tiang (kg)
- ω_t = Frekuensi tiang (Hz)
- W = Berat tiang per meter (kg)
- l = Tinggi tiang diatas tanah (m)
- g = Percepatan gravitasi (m/s²)
- T = Periode gelombang (s)

f. Kontrol kuat tekuk

Untuk kontrol kuat tekuk terhadap kelangsingan tiang dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

Free headed condition

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times EI}{4(e+Zr)^2} \dots\dots\dots(2.125)$$

Fixed and translating headed conditions

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times EI}{(e+Zr)^2} \dots\dots\dots(2.126)$$

Dengan ketentuan:

$$P \text{ aksial} < P_{cr}$$

Keterangan:

- P_{cr} = Daya dukung tiang kritis (kN)
- E = Modulus elastic tiang (kg/cm²)

I = Momen inersia tiang (cm^4)

g. Perhitungan Kalendering

Perumusan kalendering yang dipakai adalah sesuai Alfred Hiley Formula (1930). Karena perhitunga dilakukan sebelum pemancangan, maka yang dihitung adalah nilai penetrasi/blow. Pengamatan dilakukan rata-rata tiga set terakhir dengan 10 pukulan tiap setnya. Nilai penetrasi/blow perhitungan harus lebih besar nilai penetrasi/blow saat pemancangan. Perhitungan kalendering berdasarkan Alfred Hiley Formula (1930) adalah sebagai berikut:

$$Qu = \frac{a \times W \times H}{S \times 0,5 \times C} \times \frac{W+n^2 \times Wp}{W+Wp} \dots\dots\dots(2.127)$$

Keterangan:

H_{hammer} = Tinggi jatuh *hammer* (m)

Qu = Daya dukung tiang (kN)

W = Berat *hammer* (kN)

a = Efisiensi *hammer*, dimana untuk:
 = 2,5 untuk *hydraulic hammer*
 = 1,0 untuk *diesel hammer*
 = 0,75 untuk *drop hammer*

Wp = Berat total tiang pancang (kN)

n = Koefisien restitusi, dimana untuk:
 = 0,25 untuk tiang kayu atau beton
 = 0,40 untuk tiang beton tanpa *cap*
 = 0,55 untuk tiang baja tanpa *cushion*

C = Total kompresi sementara (m)
 = $C_1 + C_2 + C_3$

C_1 = Kompresi sementara dari *cushion (pile head and cap)*
 yang menurut BSP adalah sebagai berikut:
 = 3 mm, untuk *hard cushion*
 = 5 mm, untuk *hard cushion + packing soft cushion*

- = 7 mm, untuk *soft cushion + packing*
- C_2 = Kompresi sementara dari tiang
- Untuk tiang pancang beton:
- = 9 mm s/d 12 mm, untuk 400 od
- = 10 mm s/d 14 mm, untuk 500 od
- Untuk tiang pancang beton:
- = 7 mm s/d 11 mm, untuk 500 od
- = 8 mm s/d 12 mm, untuk 600 od
- C_3 = Kompresi sementara dari tanah
- = 0 - 1 mm, untuk tanah keras (SPT ≥ 50)
- = 2 - 3 mm, untuk tanah sedang (SPT 20 s/d 50)
- = 4 - 5 mm, untuk tanah lunak (SPT 10 s/d 20)

2.7.3 Penulangan Tiang Pancang

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 tentang tata cara perencanaan beton untuk bangunan gedung, kuat rencana kolom tidak boleh lebih dari :

- a. Kolom sengkang (pasal 10.3.6.1)

$$\phi P_n = 0,85 x \phi x (A_g - A_{st}) 0,85 x f'_c + A_{st} x f_y \dots\dots\dots(2.128)$$

- b. Kolom bulat (pasal 10.3.6.2)

$$\phi P_n = 0,80 x \phi x (A_g - A_{st}) 0,85 x f'_c + A_{st} x f_y \dots\dots\dots(2.129)$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 9.3.2 faktor reduksi kekuatan ϕ untuk kolom dengan pengikat spiral sebesar 0,75 dan ϕ untuk komponen struktur lainnya sebesar 0,65. Persyaratan detail penulangan kolom bulat antara lain :

- a. Luas tulangan longitudinal komponen struktur tekan tidak boleh kurang dari 0,01 ataupun lebih dari 0,08 kali luas penampang bruto (pasal 10.9.1)
- b. Jumlah tulangan longitudinal minimum adalah 4 untuk kolom persegi empat atau lingkaran, 3 untuk kolom sengkang segitiga dan 6 untuk kolom pengikat spiral (pasal 12.9.2)

2.8 Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi

2.8.1 Profil Pelabuhan

Pelabuhan Marina Boom terletak di Kelurahan Kampung Mandar, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi. Saat ini kawasan pantai Boom menjadi salah satu icon wisata di Banyuwangi karna memiliki pemandangan yang sangat bagus. Rencananya pada tahun 2015 akan dibangun dermaga marina untuk bertambat kapal yacht dan kapal pesiar yang nantinya dikelola oleh PT. Pelabuhan Indonesia III Banyuwangi dan juga pemerintah Banyuwangi.

2.8.2 Kondisi Oceanografi

Perairan laut Kabupaten Banyuwangi terdiri dari perairan Laut Selat Bali dan perairan Samudra Indonesia. Letak Pelabuhan Marina Boom terletak di Selat Bali. Berikut ini adalah kondisi oceanografi di Selat Bali :

1. Bagian selat Bali mempunyai perubahan yang bergradasi mulai dari 11 meter pada sisi barat dan timur berupa alur yang memanjang berangsur bertambah dalam arah tengah sampai ke utara mencapai kedalaman 140 meter. Dibagian tengah membentuk konter tertutup berupa cekungan-cekungan antara selatan dengan kedalaman 50-90 meter dengan morfologi bergelombang sampai curam. Arus permukaan di Selat Bali berkisar antara 0,19 – 1,47 m/detik dengan arah dominan pada saat surut menunjukkan arah relatif ke selatan dan pada saat slack (surut terendah) arah arus relatif ke barat daya, sedangkan pada saat pasang memperlihatkan arah utara relatif barat laut kemudian berbelok ke arah tenggara pada saat slack (pasang tertinggi). Sedangkan untuk arus dalam, kecepatan arus berkisar antara 0,18 – 1,39 m/detik dengan arah dominan yang relatif sama dengan kedalaman menengah. (*Inventarisasi dan Pemetaan Sumber Daya Kelautan Kabupaten Banyuwangi, 2004*)

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Lokasi dan Waktu Perencanaan

Lokasi studi Perencanaan Dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi terletak di Jalan Ikan Cucut, Kelurahan Kampung Mandar, Kecamatan Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi, Propinsi Jawa Timur. Perencanaan dilakukan selama 20 minggu, di mulai pada bulan Juli sampai dengan Desember 2015.



Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan
(sumber : Google Earth, 2015)



Gambar 3.2 Rencana Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi
(sumber : www.radarbanyuwangi.co.id)

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Data Sekunder

Data yang dipakai dalam perencanaan dermaga pelabuhan marina ini adalah data sekunder. Data-data tersebut diperoleh dari beberapa instansi yang terkait dalam perencanaan dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi. Data sekunder yang diperlukan dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Data Batimetri

Data Batimetri berupa peta batimetri lokasi perencanaan yang akan dipergunakan untuk mengetahui elevasi dasar laut. Data tersebut diperoleh dari Dinas Hidro Oseanografi TNI AL Kabupaten Banyuwangi dan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Banyuwangi.

2. Data Oceanografi

- a. Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari Dinas Hidro Oseanografi TNI AL Kabupaten Banyuwangi. Terdiri dari data pasang surut tahun 2015 di lokasi perencanaan.

- b. Data Arus

Data arus berupa kecepatan dan arah arus tahun 2004 di sekitar rencana lokasi dermaga. Data arus diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Banyuwangi.

- c. Data Gelombang

Data gelombang ini didapatkan dari laporan AMDAL Pembangunan Pelabuhan Perikanan Masambi Banyuwangi. Data gelombang ini berupa tinggi gelombang, arah gelombang dan periode gelombang.

- d. Data Tanah

Data tanah ini berupa data hasil penyelidikan tanah yaitu Borlog, SPT, dan Sondir. Data tanah diperoleh dari laporan AMDAL Pembangunan Pelabuhan Perikanan Masambi Banyuwangi.

e. Data Angin

Data angin yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data angin yang diperoleh dari BMKG Stasiun Meteorologi Klas III Banyuwangi. Data angin ini berupa data kecepatan angin rata-rata bulanan dan data kecepatan angin maksimum bulanan beserta arah datangnya angin pada periode 2010-2014.

3.2.2 Software Program

Dalam perencanaan dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi, diperlukan program bantu berupa software. Software yang digunakan untuk menganalisa struktur dermaga adalah SAP (*Structural Analysis Program*) 2000 v.14 dan untuk gambar desain bangunan dermaga menggunakan AutoCAD 2011.

3.3 Metode Perencanaan

3.3.1 Analisa Data

Analisa data ini meliputi :

1. Data Batimetri

Berdasarkan peta batimetri tampak bahwa lokasi studi mempunyai morfologi yang curam, hal ini dapat diduga dari peta bathimetri yang diperoleh. Dari peta tersebut jika dibuat sayatan melintang, maka dilokasi perencanaan jika ingin mendapatkan kedalaman 20 meter cukup maju kearah laut sepanjang 150 meter.

2. Data Oceanografi

a. Pasang Surut

Dari data pasang surut yang didapat dari instansi terkait, selanjutnya dianalisa kemudian diperoleh data muka air tertinggi (HWL), muka air laut rata-rata (MWL), dan muka air terendah (LWL). Dari elevasi muka air yang diperoleh dari analisa data menjadi acuan dalam menetapkan tinggi elevasi dermaga.

b. Data Arus

Data arus yang digunakan adalah kecepatan dan arah arus maksimum. Data arus ini digunakan untuk memperhitungkan besarnya gaya yang berpengaruh pada struktur dermaga. Kecepatan arus yang aman untuk kapal berlabuh disyaratkan berkecepatan tidak lebih dari 4 knot atau 2,06 m/dt (Firdaus, 2009).

c. Data Angin

Dari data angin yang didapat diolah menjadi *Wind Rose* yang menggambarkan antara kecepatan angin prosentase serta mengetahui arah angin dominan. Data angin dominan yang didapat lebih dari satu, maka diambil data angin yang paling berpengaruh pada perencanaan. Data angin yang didapat digunakan untuk menentukan perhitungan konstruksi dermaga.

d. Data Gelombang

Data gelombang berupa data tinggi, periode dan arah gelombang dilokasi perencanaan. Data gelombang digunakan untuk memperhitungkan besarnya gaya horizontal pada tiang dan tepi dermaga. Areal kolam pelabuhan hanya dapat digunakan bertambat pada tinggi gelombang maksimum 1,0 meter.

e. Data Tanah

Data tanah ini dipergunakan untuk perencanaan struktur bawah dermaga yaitu dengan melihat nilai konus pada data sondir, yang digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi terhadap tahanan dan terhadap kekuatan bahan, sehingga dapat direncanakan pembebanan, penulangan dan dimensi struktur bawah dermaga.

3.3.2 Kriteria Perencanaan

Dalam perencanaan dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi jenis dermaga yang direncanakan adalah dermaga jenis *pier*. Berikut ini beberapa kriteria perencanaan dermaga :

1. Peraturan yang digunakan

Peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi adalah :

- a. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2012
- b. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013
- c. Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005
- d. PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete 7th Edition
- e. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, 2002

2. Kualitas material struktur

Kualitas material yang digunakan dalam bahan konstruksi dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi antara lain sebagai berikut :

a. Mutu beton

$$\begin{aligned}f_c' &= 35 \text{ MPa} = 350 \text{ kg/cm}^2 \\f_c &= 0,45 \times f_c' \\&= 0,45 \times 350 \\&= 157,5 \text{ kg/cm}^2 = 15,75 \text{ MPa}\end{aligned}$$

b. Mutu baja

Baja tulangan f_y 490 MPa, dengan spesifikasi :

$$F_s = 170 \text{ MPa} = 1700 \text{ kg/cm}^2$$

3. Kapal rencana

Data kapal yang dipakai untuk perencanaan adalah kapal terbesar yang bersandar di dermaga Pelabuhan Boom. Berikut ini adalah dimensi dari kapal tersebut :

- a. Jenis kapal : Kapal Pesiar (*Cruise Liner*)
- b. Tonase : 160.000 DWT, 91.200 MD
- c. LOA : 340 Meter

- d. LBP : 289 Meter
- e. *Beam* (B) : 39,2 Meter
- f. *Draft* (D) : 9,1 Meter
- g. *Freeboard* (F) : 9 Meter

3.4 Layout Dermaga

Perencanaan *layout* dermaga terdiri dari perencanaan panjang dermaga, lebar dermaga dan elevasi dermaga seperti yang dijelaskan pada bab 2.

3.5 Perencanaan Struktur Dermaga

Pada tahapan perencanaan struktur dermaga ini berisi tentang perencanaan dan perhitungan struktur dermaga. Struktur dermaga ini dibagi menjadi dua yaitu struktur atas dan struktur bawah. Berikut ini adalah uraian pembebanan yang terjadi pada dermaga :

1. Beban Vertikal

Terdiri dari beban mati (berat konstruksi itu sendiri) dan beban hidup akibat muatan maupun aktivitas yang terjadi di atas bangunan dermaga.

2. Beban Horizontal

Terdiri dari gaya yang diakibatkan arus, gelombang, tumbukan kapal terhadap dermaga (Gaya Fender) dan gaya tarikan kapal (Gaya Boulder).

3. Beban Gempa

Untuk beban gempa mengacu pada peraturan Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2012

Langkah selanjutnya setelah menentukan gaya-gaya yang bekerja pada dermaga dilakukan perhitungan menggunakan software SAP 2000 v.14 dengan metode tiga dimensi. Setelah itu hasil dari perhitungan menggunakan software SAP 2000 v.14 digunakan untuk perencanaan struktur dermaga. Berikut ini urutan perhitungan struktur dermaga :

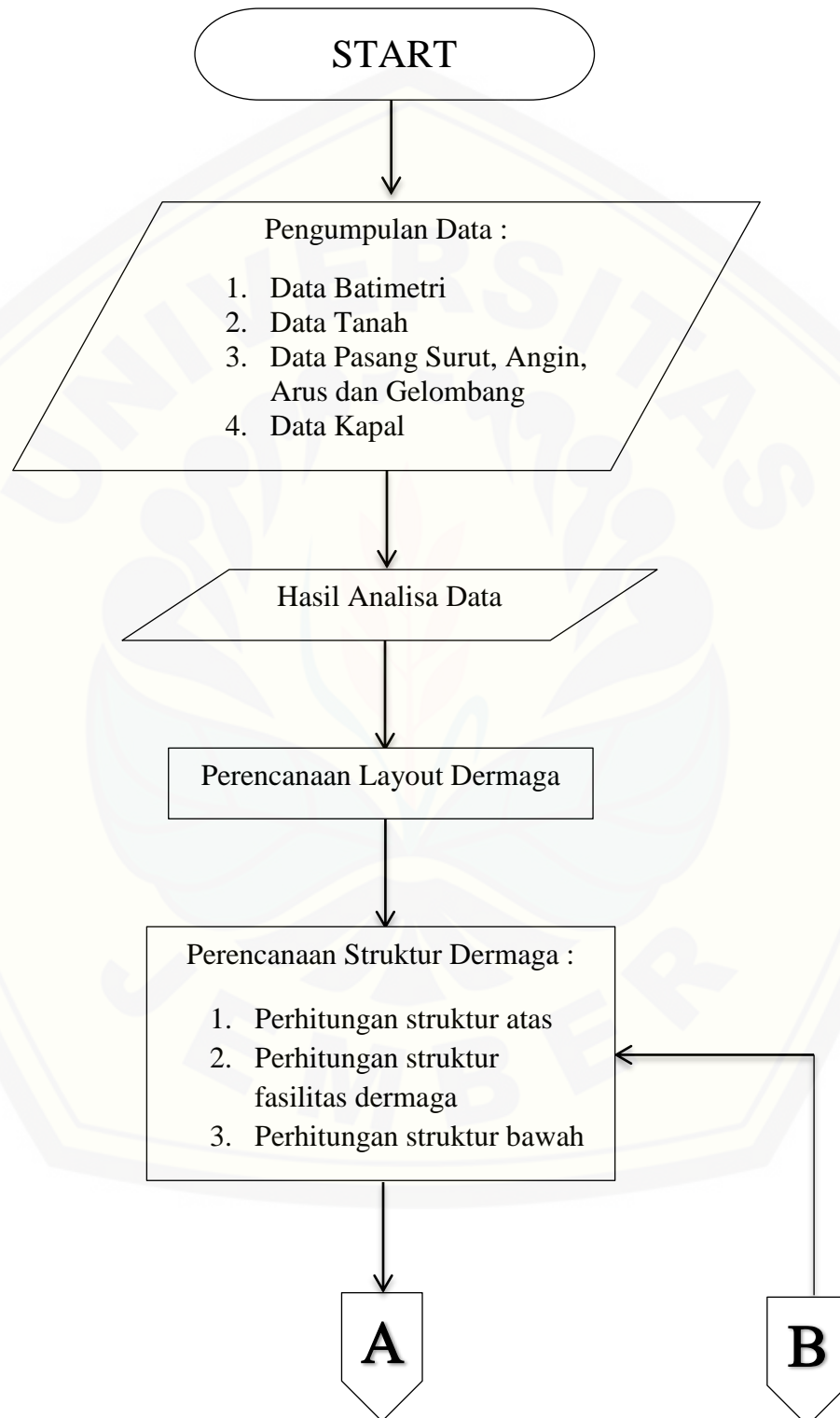
1. Perhitungan Struktur Atas
 - a. Perencanaan plat dermaga
 - b. Perencanaan balok dermaga
 - c. Perencanaan balok fender dermaga
2. Perencanaan Fasilitas Dermaga
 - a. Perencanaan fender dermaga
 - b. Perencanaan boulder dermaga
3. Perhitungan Struktur Bawah
 - a. Perencanaan tiang pancang

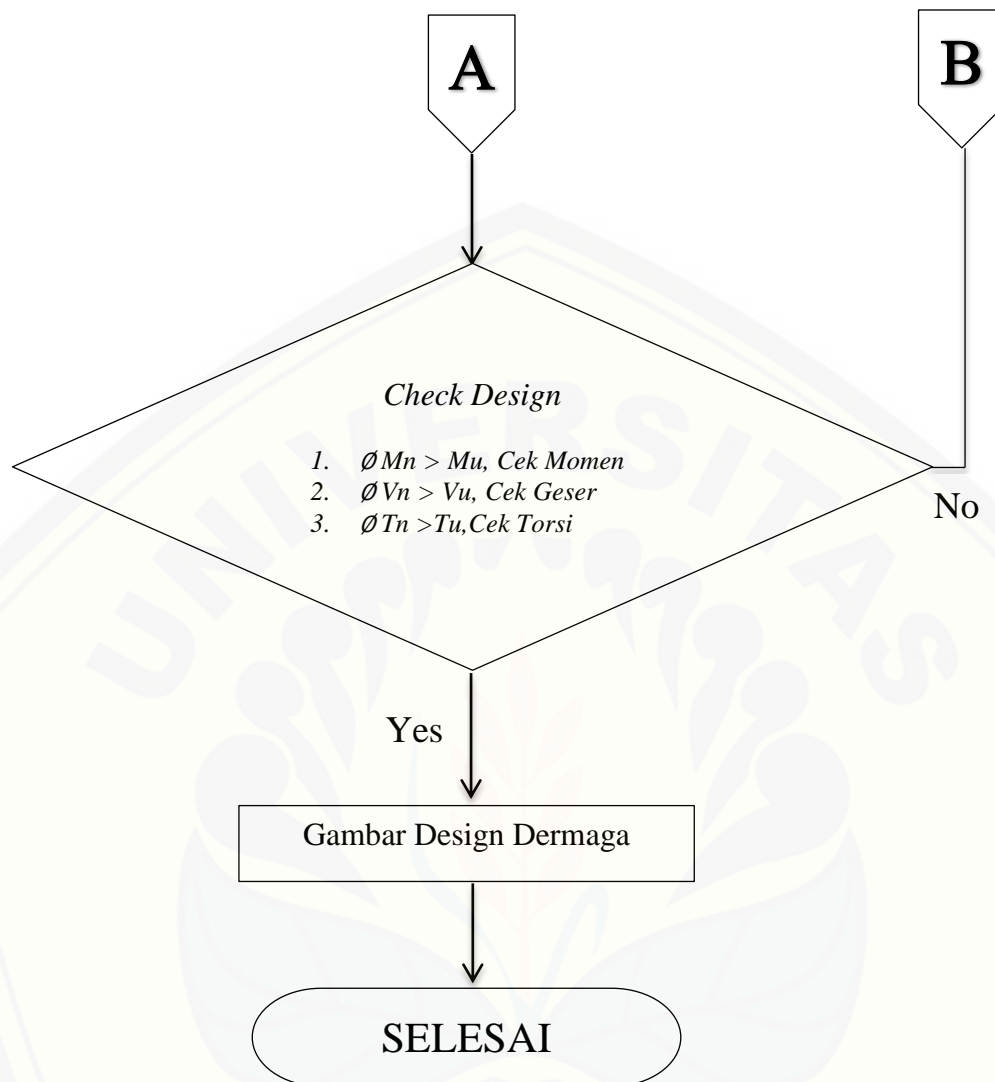
3.6 Gambar Desain

Setelah didapatkan dimensi dan bentuk dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi dari hasil perencanaan serta jenis bahan yang digunakan. Tahapan selanjutnya adalah menggambar desain dari hasil perhitungan perencanaan dermaga Pelabuhan Marina Boom Banyuwangi. Gambar desain tersebut terdiri dari :

1. Denah dermaga
2. Potongan melintang dan memanjang dermaga
3. Tampak depan dan tampak samping dermaga
4. Denah pelat dan balok dermaga
5. Penulangan pelat dermaga
6. Penulangan balok melintang dan memanjang
7. Penulangan poer
8. Penulangan plank fender
9. Penulangan *temporary support*

3.7 Diagram Alir Perencanaan





Gambar 3.3 Diagram Alir Perencanaan

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan tugas akhir dan sesuai dengan tujuan penyusunan tugas akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapal rencana maksimum 160.000 DWT dengan spesifikasi:
 - ✚ Jenis kapal : Kapal Pesiar (*Cruise Liner*)
 - ✚ Tonase : 160.000 DWT, 91.200 MD
 - ✚ LOA : 340 Meter
 - ✚ LBP : 289 Meter
 - ✚ *Beam* (B) : 39,2 Meter
 - ✚ *Draft* (D) : 9,1 Meter
 - ✚ *Freeboard* (F) : 9 Meter
2. Dermaga yang direncanakan tipe *jetty pier* dengan spesifikasi:
 - ✚ Panjang : 390 Meter
 - ✚ Lebar : 34 Meter
 - ✚ Elevasi : + 3,50 mLWS
3. Struktur dermaga menggunakan komponen precast dan *cast in situ*, dengan rincian sebagai berikut:
 - ✚ Pelat : 325 mm, dengan rincian:
 - ✓ Precast : 200 mm
 - ✓ Cast in situ : 125 mm
 - ✚ Balok : 500 mm x 1000 mm, dengan rincian:
 - ✓ Precast : 500 mm x 675 mm
 - ✓ Cast in situ : 500 mm x 325 mm

- ✚ Poer : 1400 mm x 1400 mm x 1000 mm
- ✚ Plank feder : 3000 mm x 2500 mm x 500 mm
- ✚ Temporary support : 1900 mm x 1900 mm x 300 mm

4. Fender dengan spesifikasi :

- ✚ Tipe : Super Cone SCN 1400 E3.0
- ✚ Energi : 1660 kNm
- ✚ Reaksi : 2285 kN

5. Boulder dengan spesifikasi :

- ✚ Tipe : Tee bolard
- ✚ Kapasitas : 100 Ton
- ✚ Ukuran plat dasar : 790 mm x 640 mm
- ✚ Tebal plat dasar : 80 mm
- ✚ Tinggi bolard : 490 mm

6. Struktur bawah dermaga menggunakan komponen tiang pancang pipa baja dengan spesifikasi:

- ✚ Tipe : Pipa baja JIS A5525
- ✚ Mutu baja : BJ 37
- ✚ Diameter : 1016 mm
- ✚ Ketebalan : 19 mm
- ✚ Kedalaman : 9 meter dibawah seabed

5.2 Saran

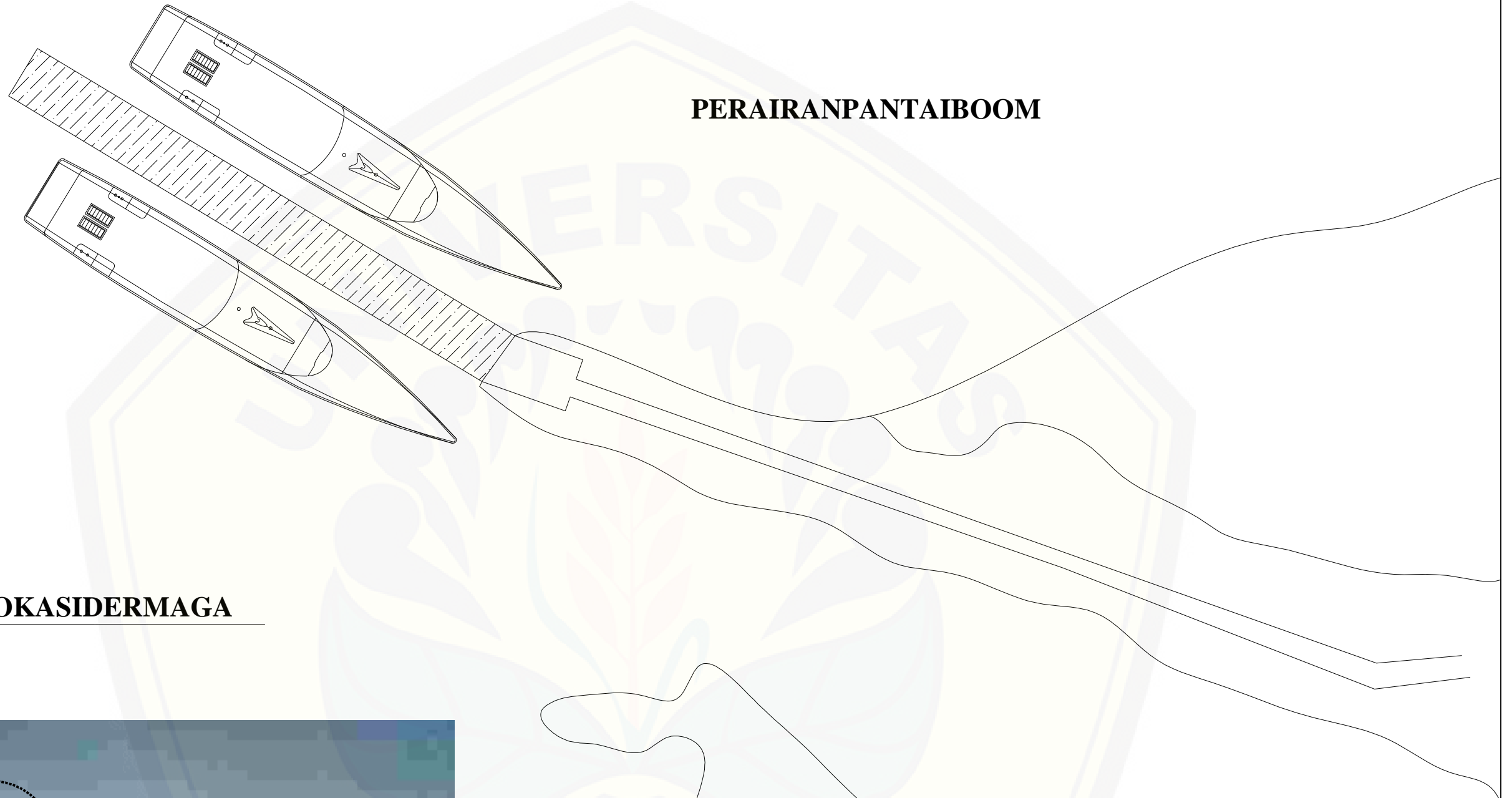
Berdasarkan kesimpulan tugas akhir yang telah diuraikan pada sub bab sebelumnya, maka penulis merekomendasikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan bangunan dermaga sebaiknya menggunakan data pada lokasi perencanaan yang lebih rinci agar didapat hasil perencanaan yang lebih tepat.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menghitung biaya dan juga menjelaskan metode pelaksanaan yang dipakai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2009, *Perencanaan Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bambang Triatmodjo, 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Soejono Kramadibrata, 2001, *Perencanaan Pelabuhan*, ITB, Bandung.
- Dinas Hidro-Oseanografi, 2009, *Peta Laut*, Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL, Banyuwangi.
- Dinas Hidro-Oseanografi, 2009, *Daftar Pasang Surut Tahun 2015*, Dinas Hidro-Oseanografi TNI-AL, Banyuwangi.
- Stasiun Meteorologi, Klas III Banyuwangi, 2015, *Data Angin Rata-Rata dan Maksimum Bulanan Tahun 2010 s/d 2014*, Stasiun Meteorologi dan Geofisika, Balai Besar Wilayah III, Banyuwangi.
- Aswin Cahyo Wibowo, 2012, *Perencanaan Dermaga Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo*, Skripsi, Universitas Jember, Jember.
- Herliska Iskandar M., *Perencanaan Struktur Jetty Dan Perkerasan Terminal MultiPurpose Di Marokrembangan*, Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Yusuffi Kurnia G., 2015, *Estimasi Angkutan Sedimen Pelabuhan Boom Banyuwangi Akibat Gelombang Angin*, Jurnal Universitas Jember, Jember.
- Purnomo Siddy, 2004, *Pola Pergerakan Sedimen di Selat Madura dari Model Gelombang Angin dan Citra Satelit*, Jurnal Rekayasa Vol 1 No 01, Juli 2004, Hal 58-67,
- Galih Mohammad F., *Perencanaan Breakwater Pelabuhan Boom Banyuwangi*, Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Peri S. Made, *Modifikasi Struktur Jetty Dermaga PT.Petrokimia Gresik dengan Metode Beton Pracetak* Jurnal Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

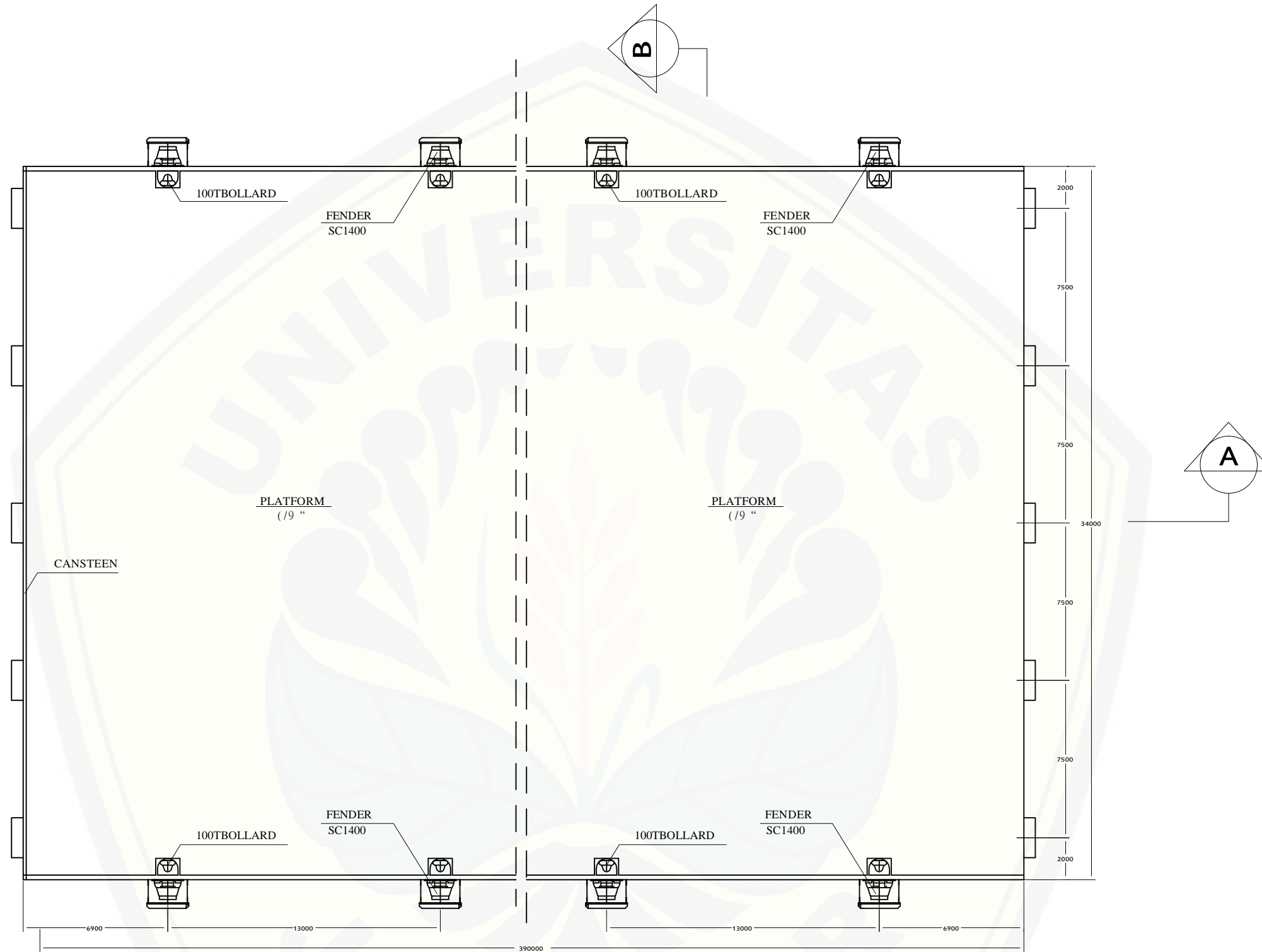
PERAIRAN PANTAIBOOM



 **LOKASIDERMAGA**



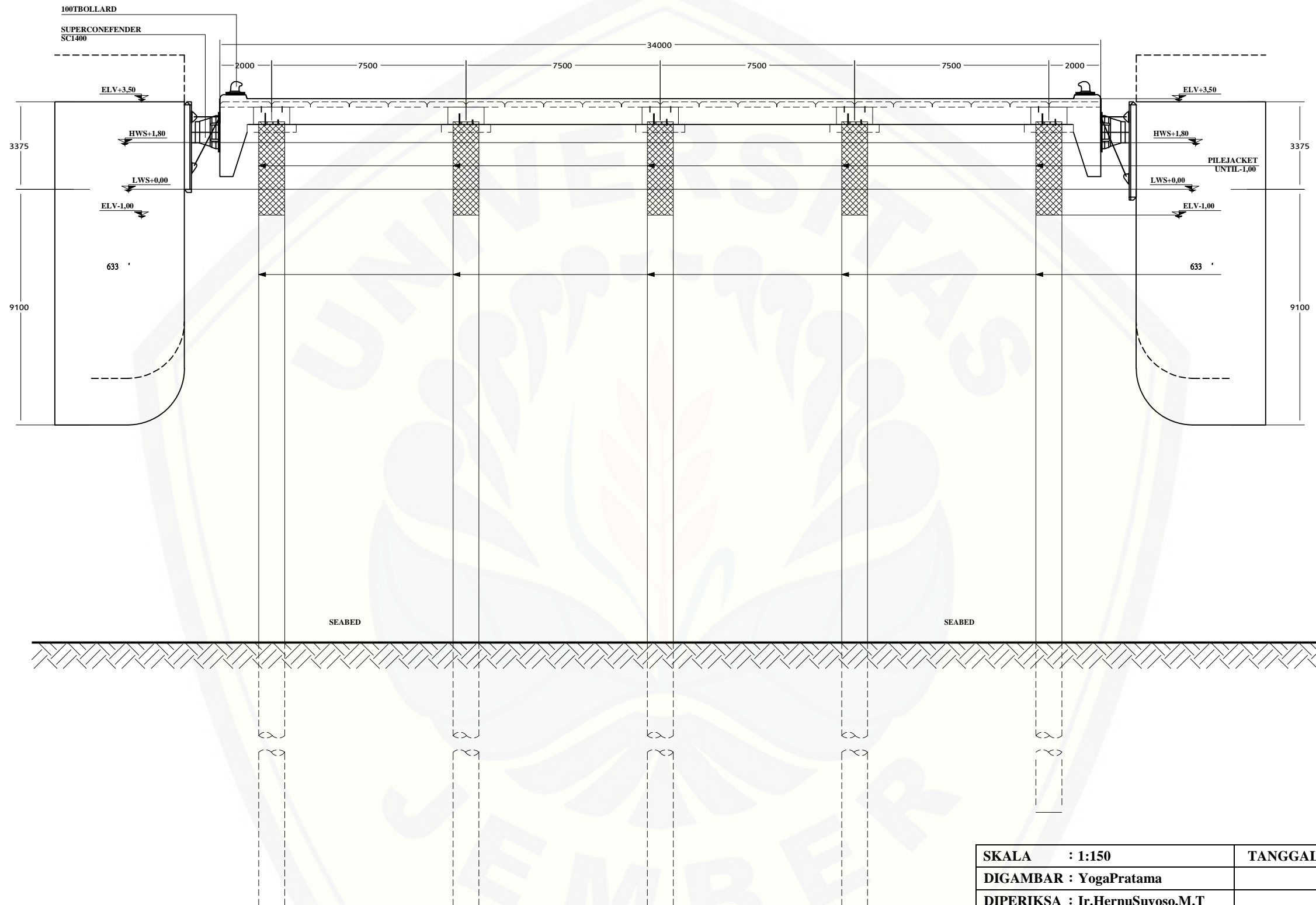
SKALA :	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		
LOKASIDERMAGA		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 115
	SITEKNIKSIPIIL	



DENAHDERMAGA
SKALA 1:200

SKALA : 1:200	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

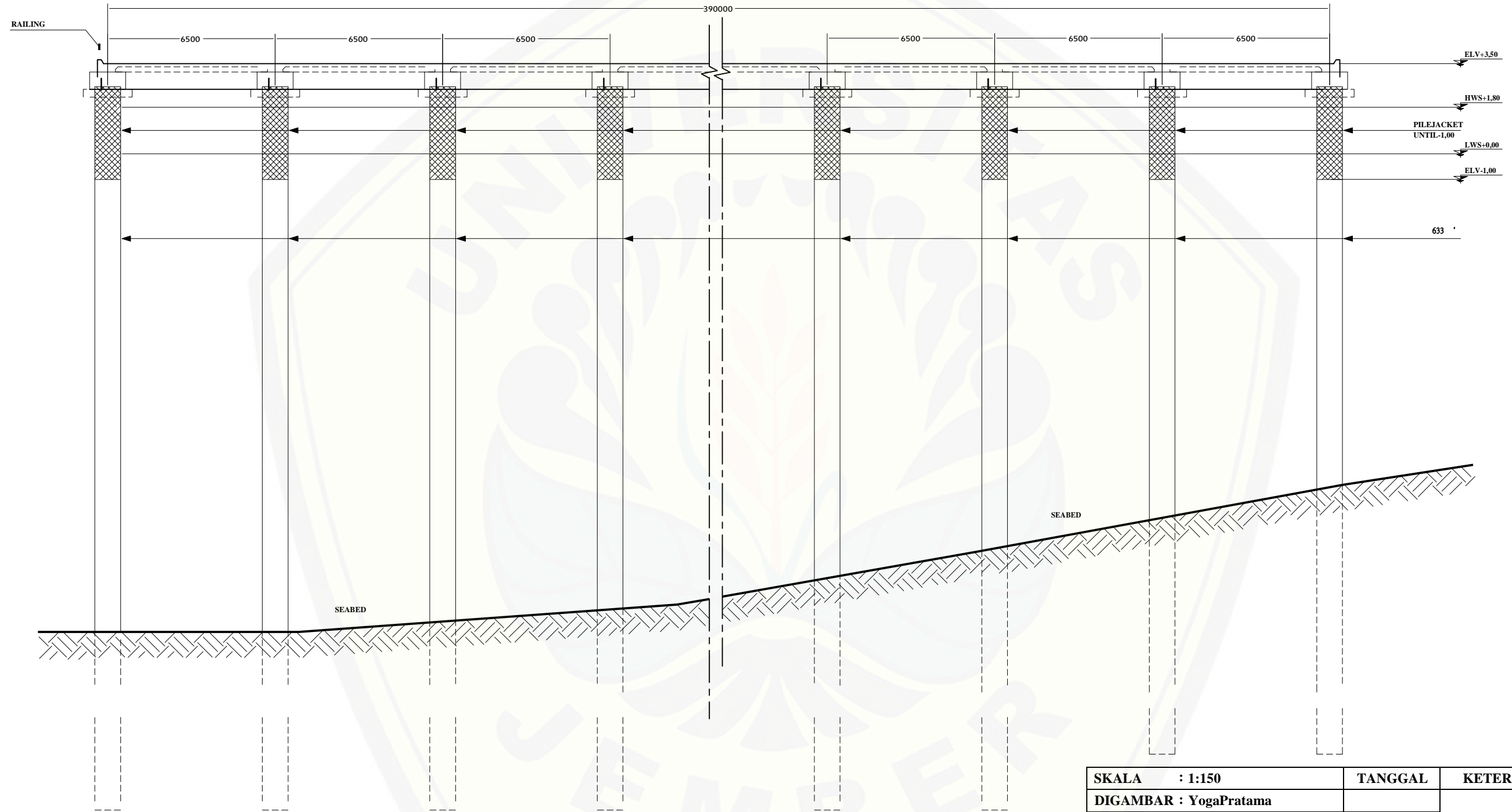
DENAHDERMAGA		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 215
	SITEKNIKSIPIL	



TAMPANGMELINTANG
SKALA 1:150

SKALA : 1:150	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

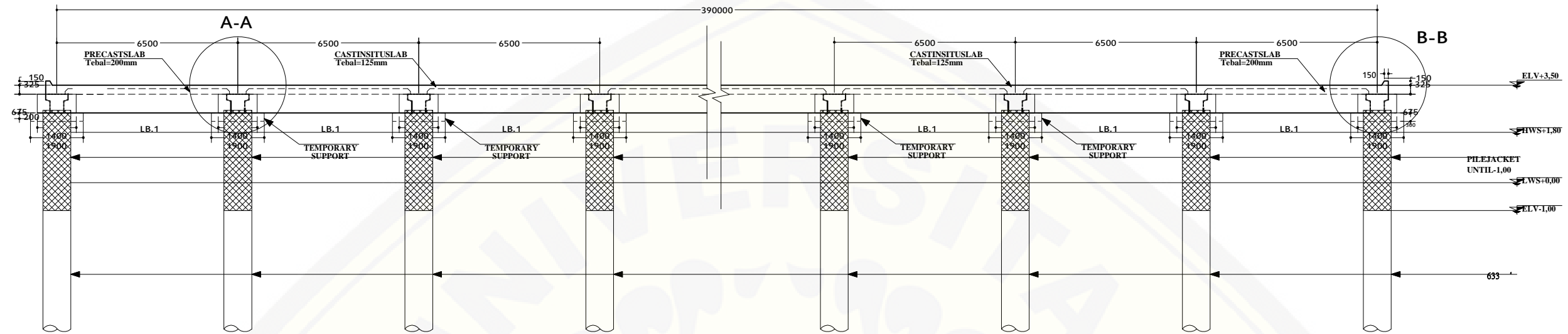
TAMPANGMELINTANG		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 315
	SITEKNIKSIPIIL	



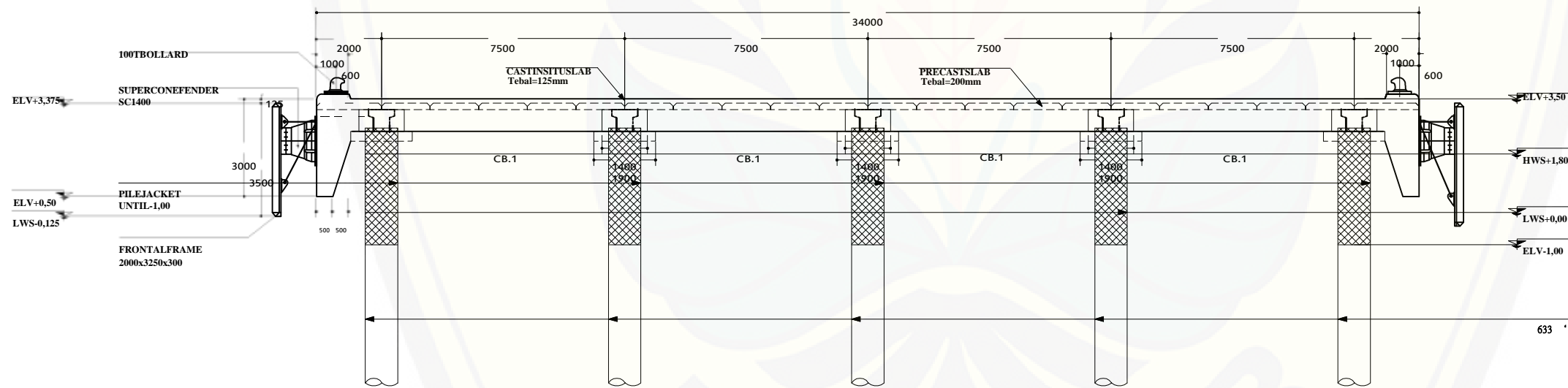
TAMPANGMEMANJANG
SKALA1:150

SKALA : 1:150	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

TAMPANGMEMANJANG		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 415
	SITEKNIKSIPIL	

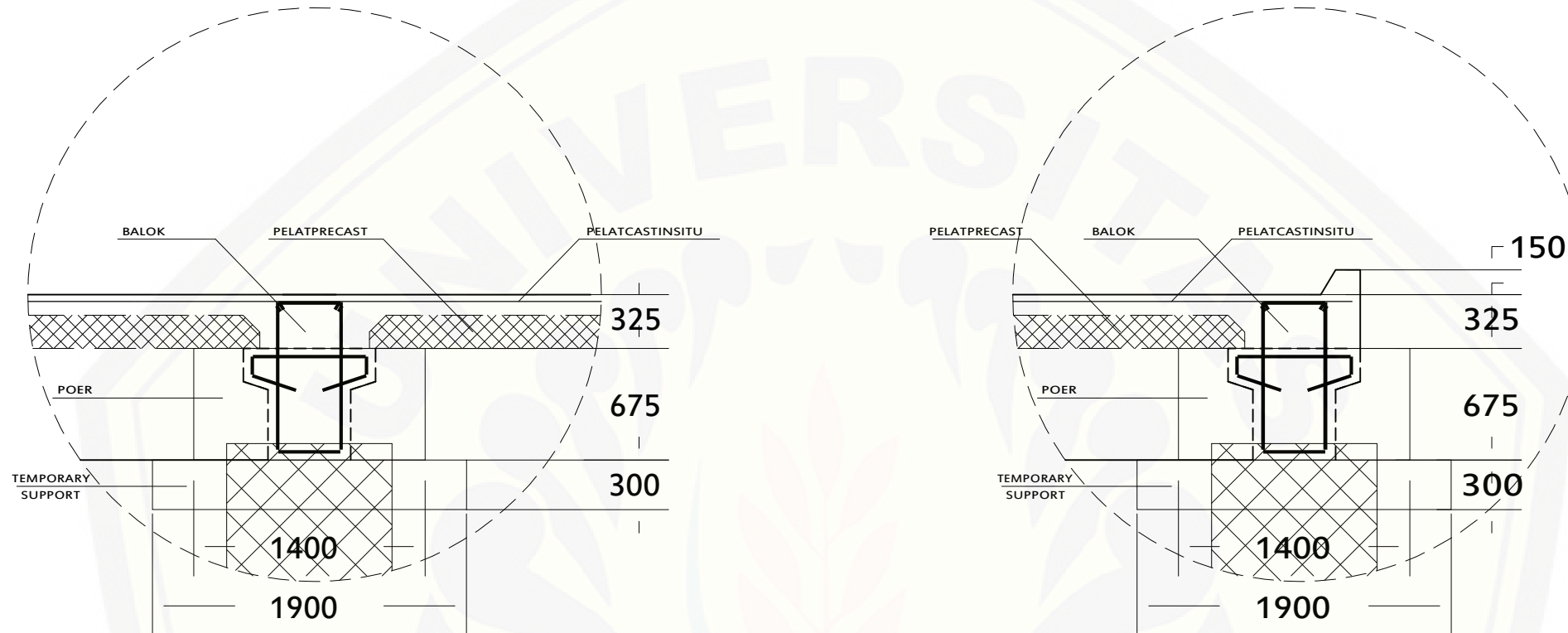


POTONGANA-A
SKALA 1:150



POTONGANB-B
SKALA 1:150

SKALA	TANGGAL	KETERANGAN
1:150		
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		
POTONGANA-A,POTONGANB-B		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 515
	SITEKNIKSIPIIL	



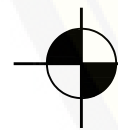
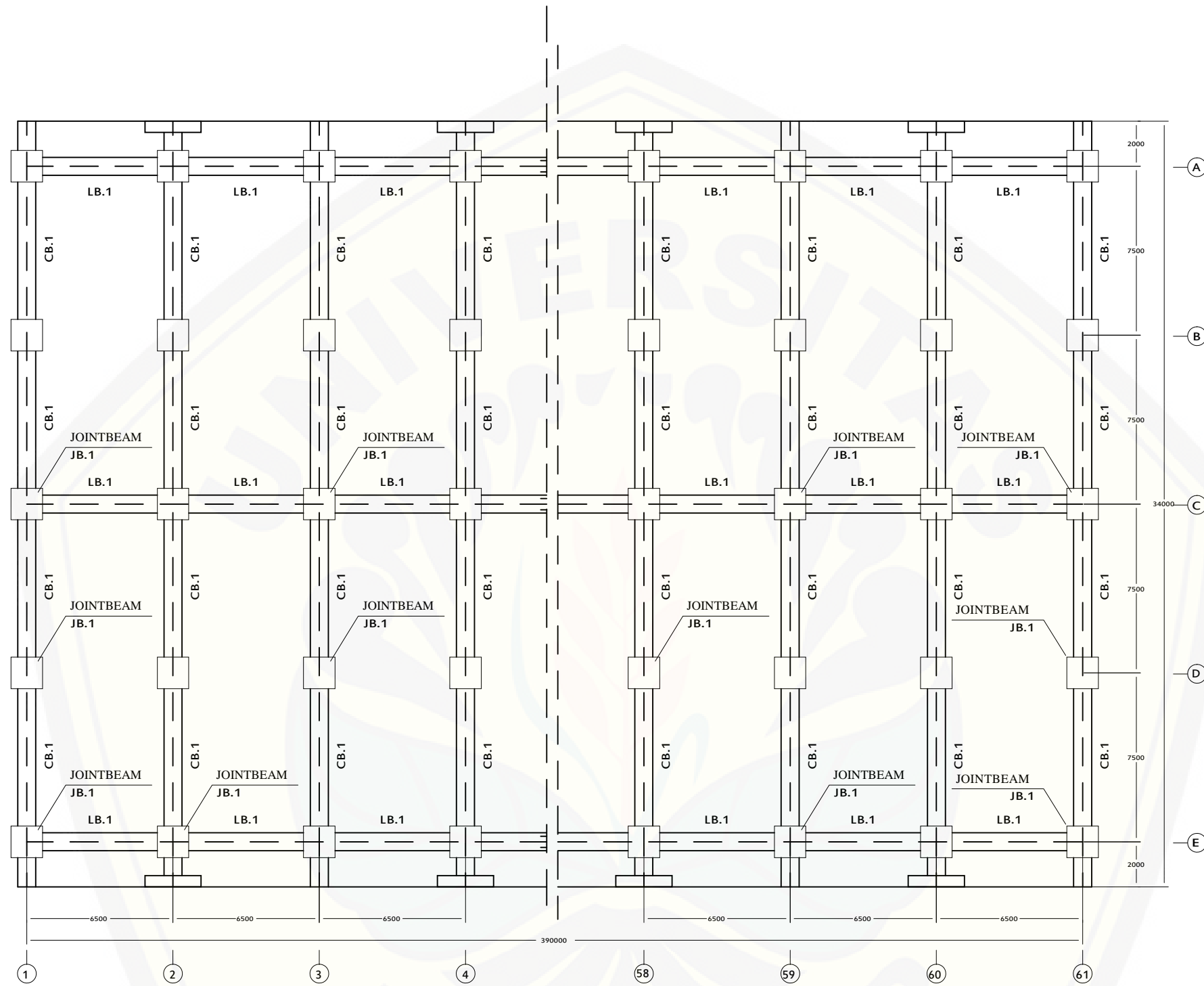
DETAILA-A
SKALA 1:25

DETAILB-B
SKALA 1:25

SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DETAILPOTONGAN

UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 615
	SITEKNIKSIPIIL	

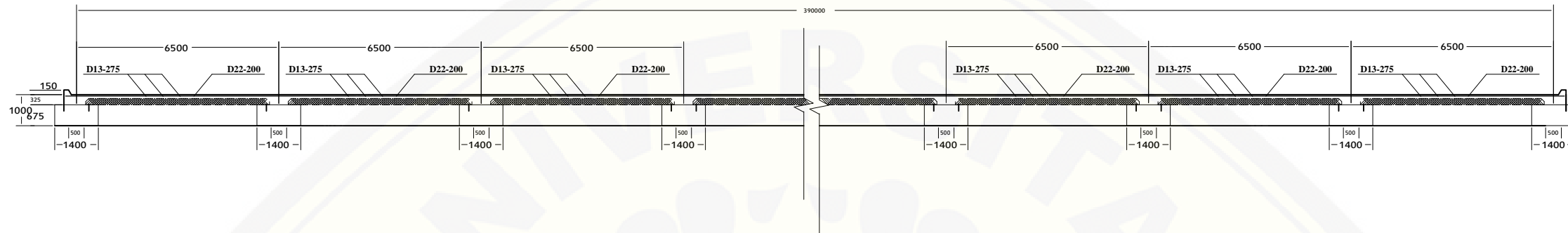


DENAHPILE,POER,DANBALOK

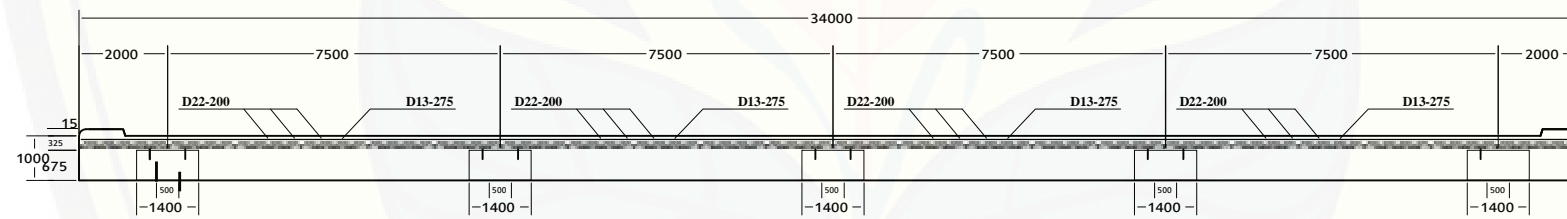
SKALA1:200

SKALA : 1:200	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DENAHPILE,POER,DANBALOK		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 715
	SITEKNIKSIPIIL	



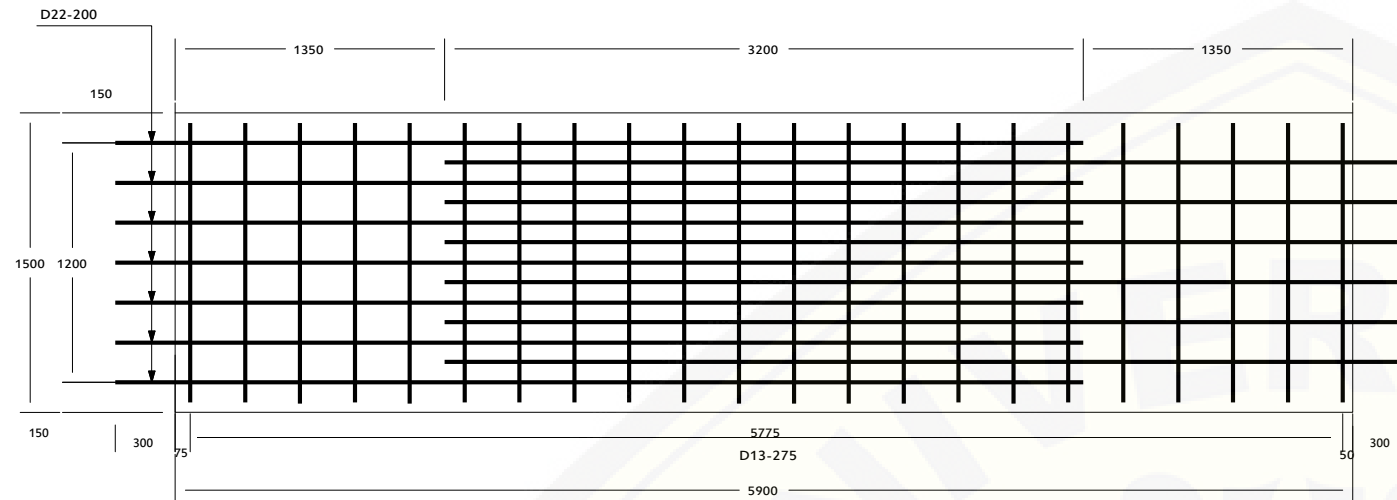
TOPREBARA-A
SKALA1:150



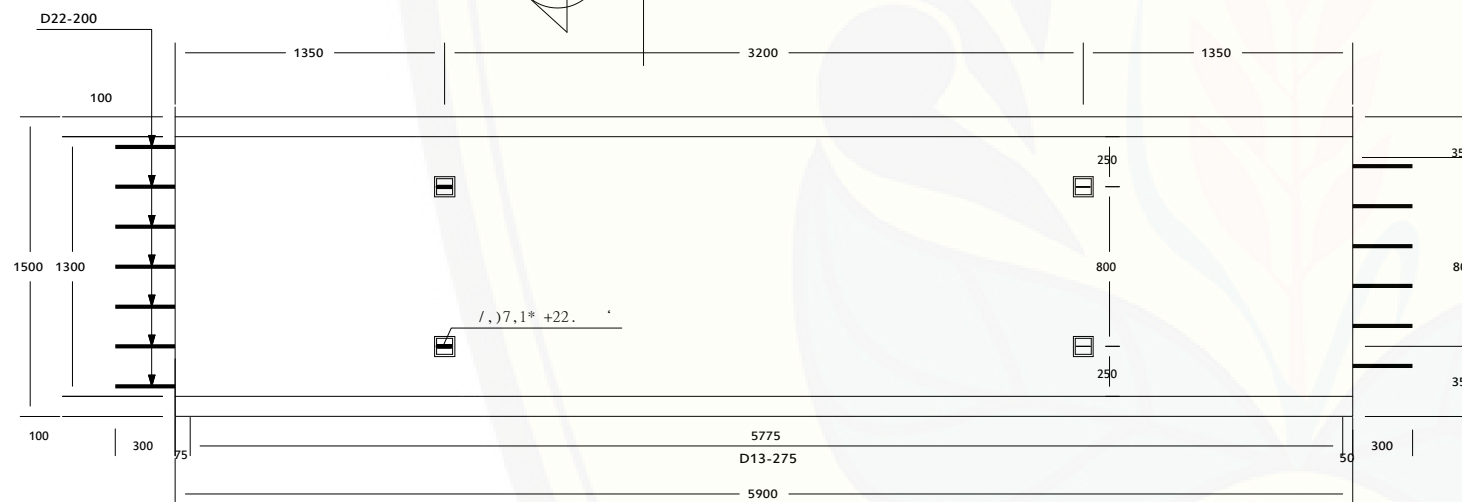
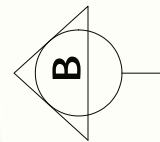
TOPREBARB-B
SKALA1:150

SKALA	TANGGAL	KETERANGAN
: 1:150		
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

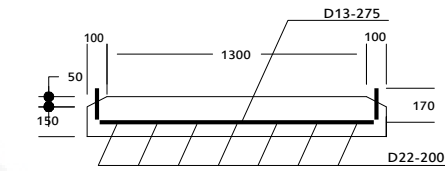
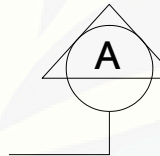
TOPREBARA-A, TOPREBARB-B		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 815
	SITEKNIKSIPIIL	



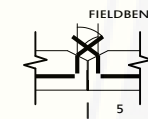
DETAILPENULANGANPRECAST
SKALA1:25



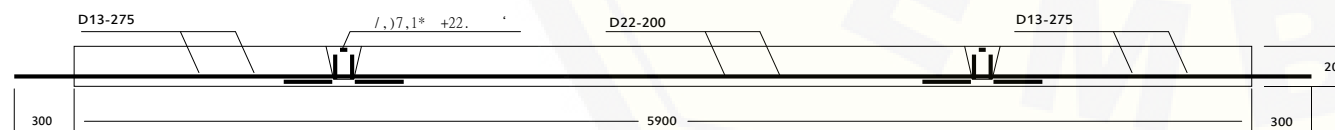
PELATPRECAST
SKALA1:25



SECTIONB
SKALA1:25



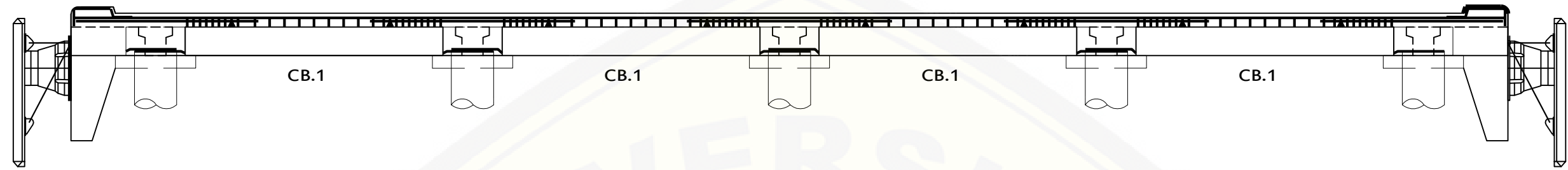
DETAILSAMBUNGAN
SKALA1:25



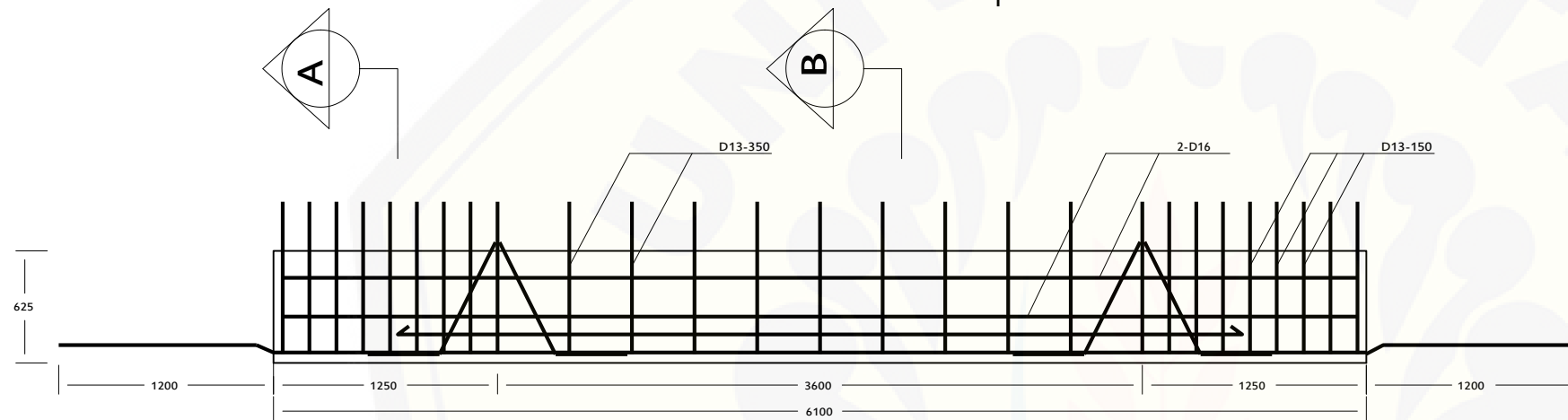
SECTIONA
SKALA1:25

SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

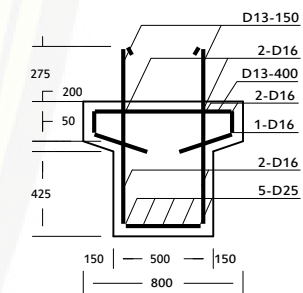
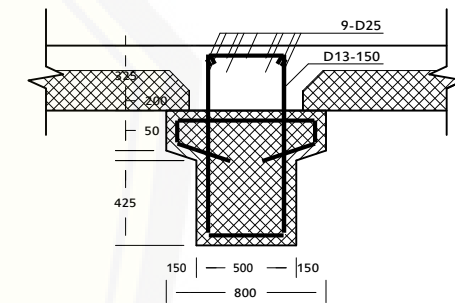
DETAILPELATPRECAST		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 915
	SITEKNIKSIPIIL	



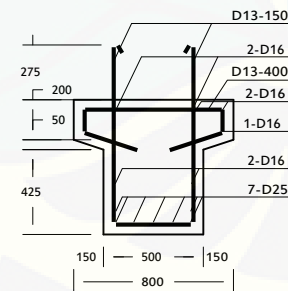
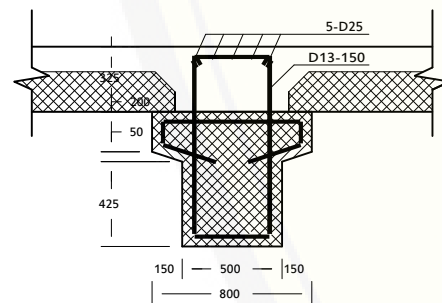
POTONGANB-B
SKALA1:400



BALOKPRECASTCB1
SKALA1:25



SECTIONA
SKALA1:25

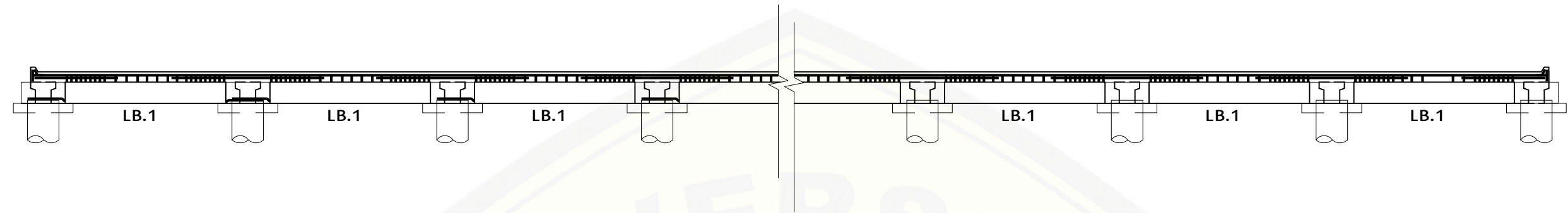


SECTIONB
SKALA1:25

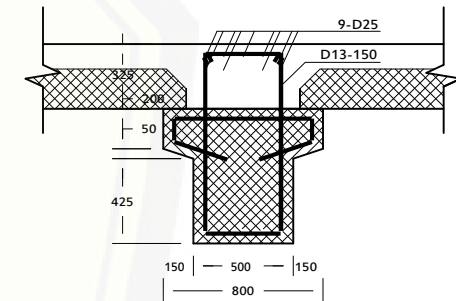
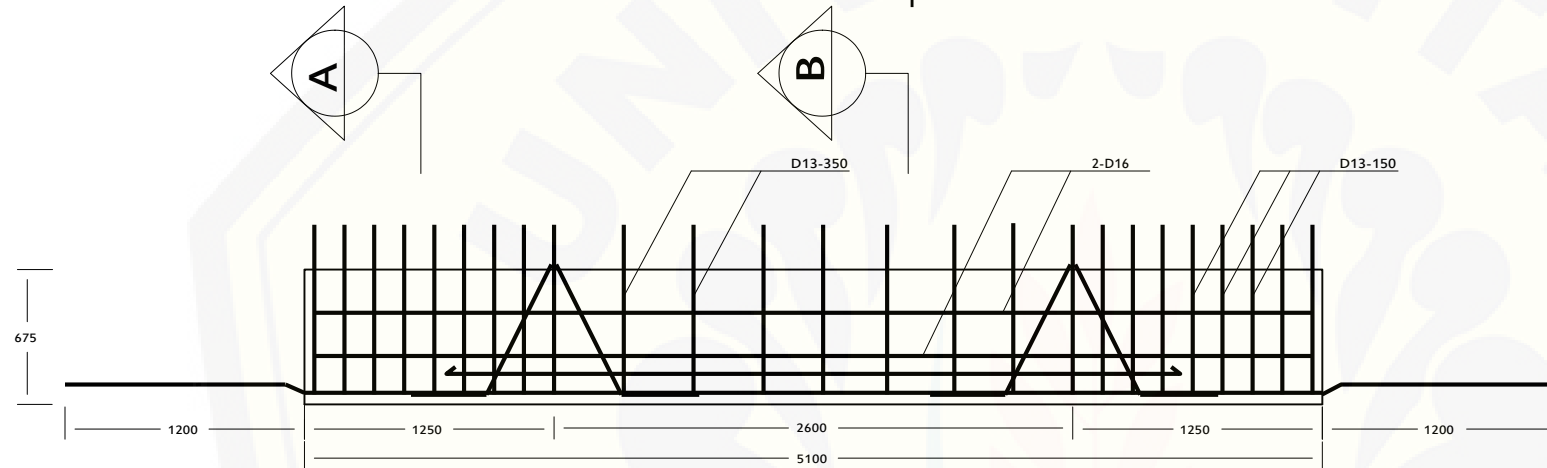
SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DETAILBALOKCB1

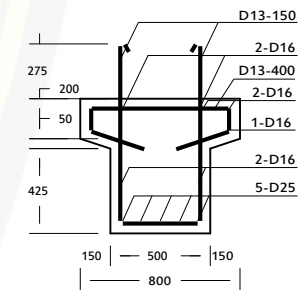
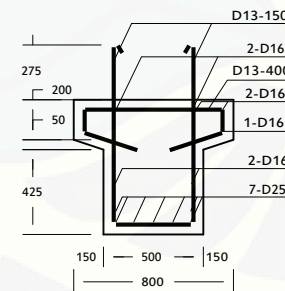
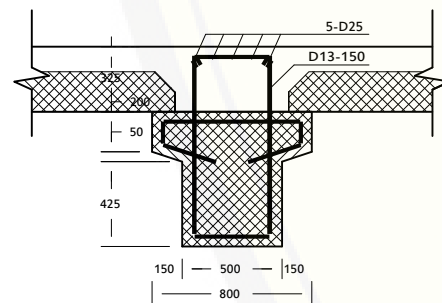
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 1015
	SITEKNIKSIPIIL	



POTONGANA-A
SKALA:1:450



BALOKPRECASTLB1
SKALA:1:25



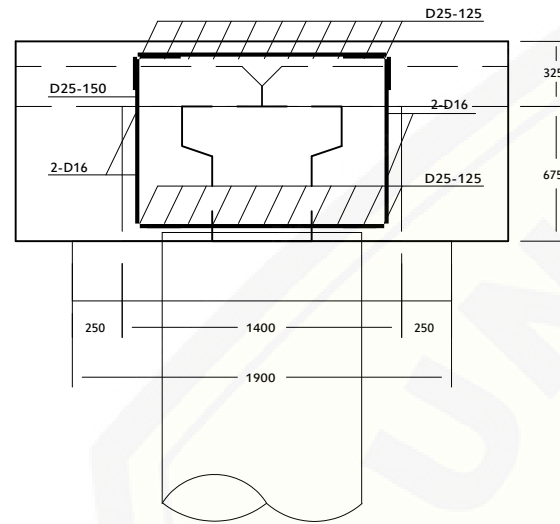
SECTIONA
SKALA:1:25

SECTIONB
SKALA:1:25

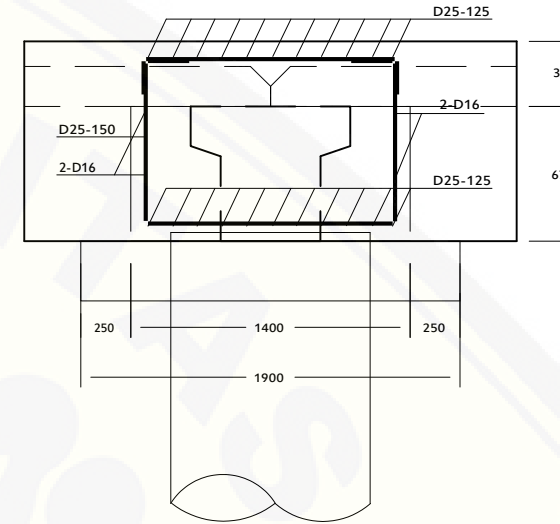
SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DETAILBALOKLB1

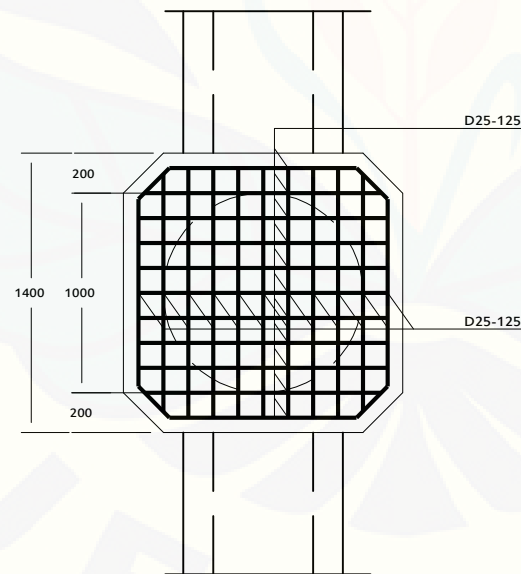
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 1115
	SITEKNIKSIPIIL	



SECTION A
SKALA:1:25



SECTION A
SKALA:1:25

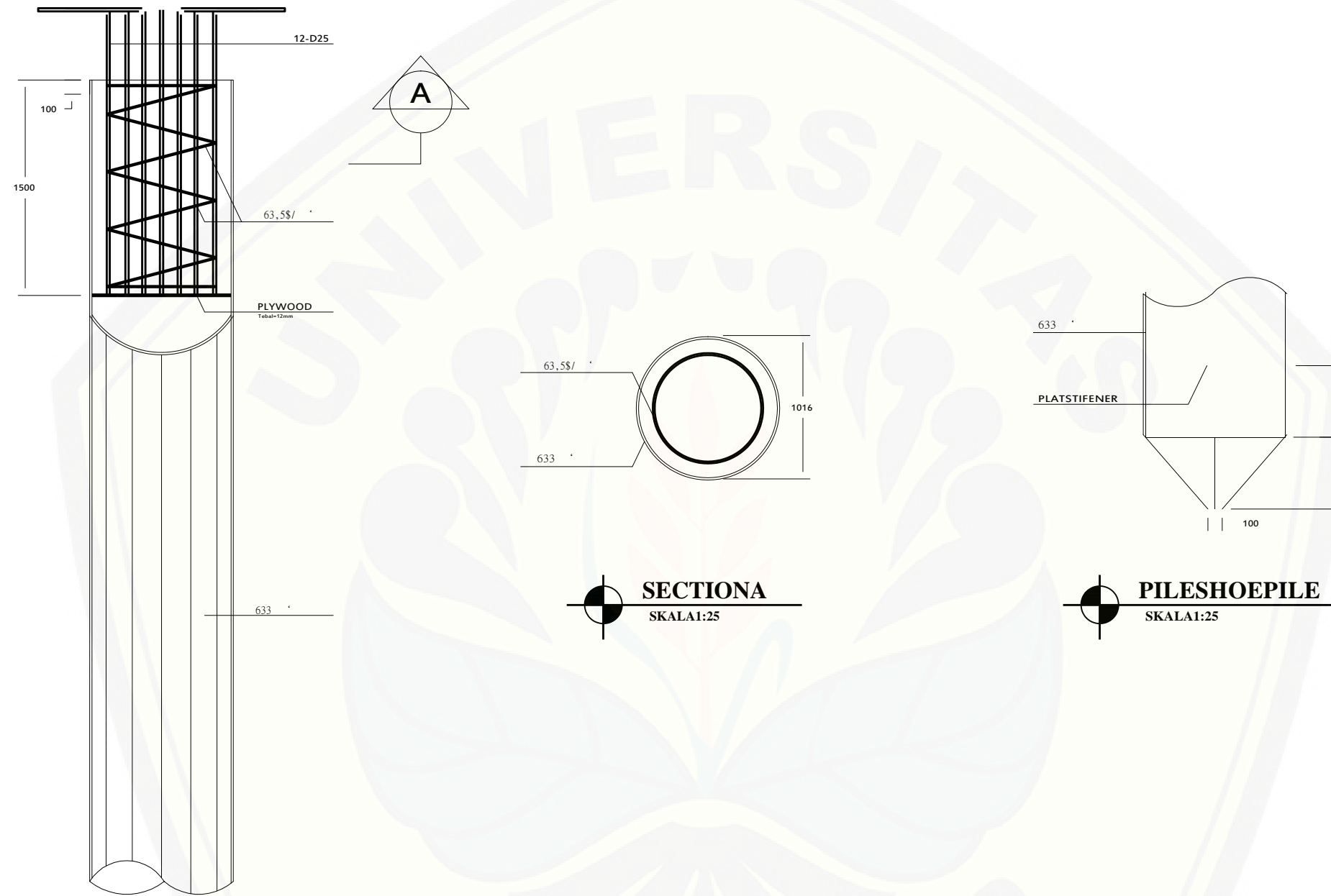


PENULANGAN POER
SKALA:1:25

SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DETAIL POER

UNIVERSITAS JEMBER	A3	NOGBR: 1215
	SITEKNIK SIPIL	



SECTION A
SKALA 1:25

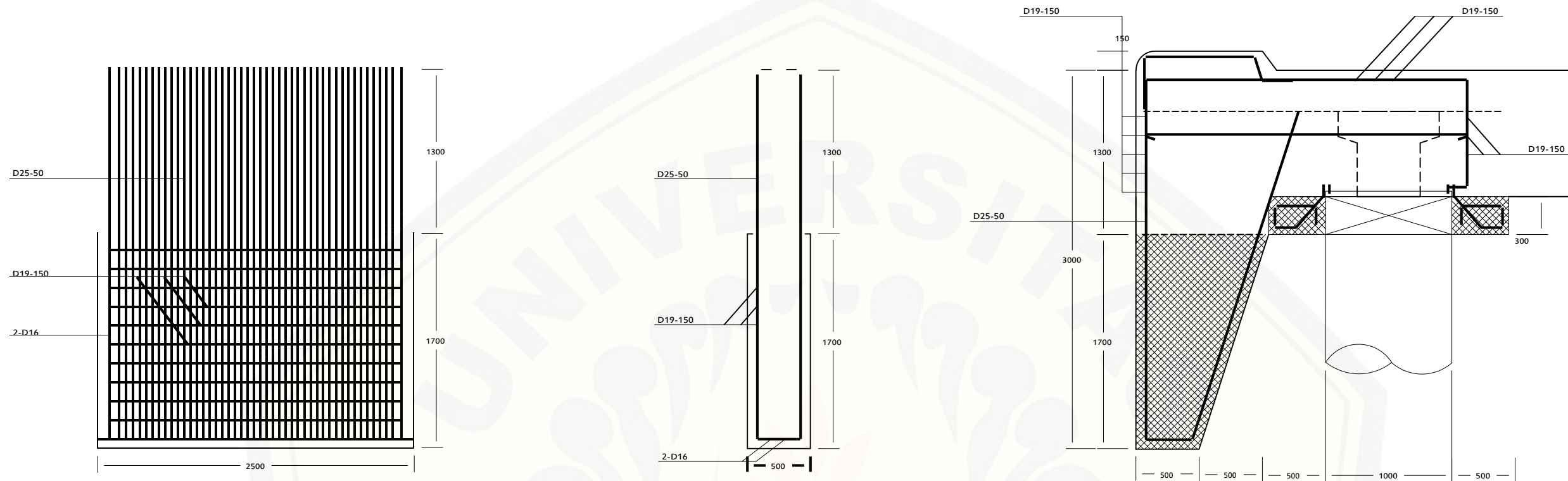
PILESHOE PILE
SKALA 1:25

DETAIL PILE
SKALA 1:25

SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DETAIL TIANG PANCANG

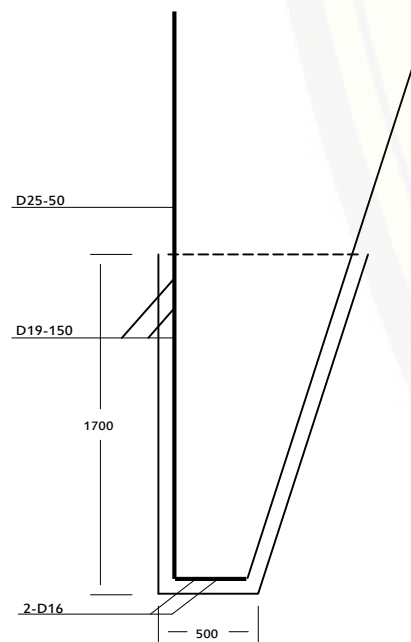
UNIVERSITAS JEMBER	A3	NOGBR: 1315
	SITEKNIK SIPIL	



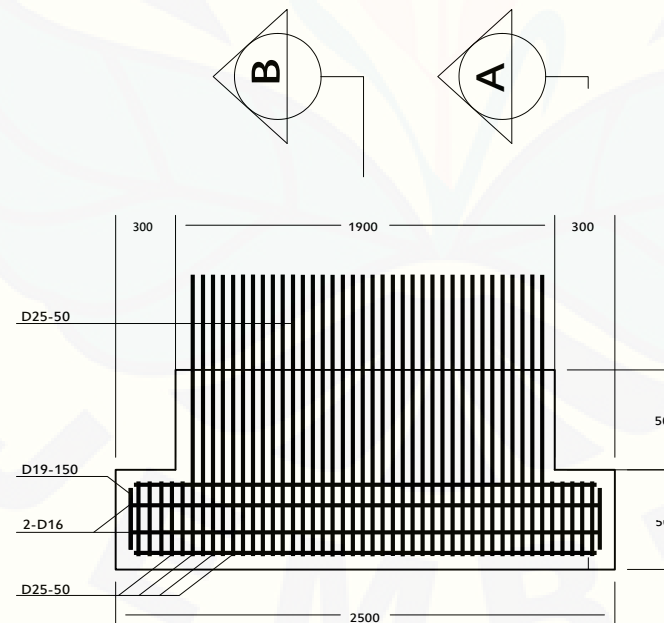
PLANKFENDERPRECAST
SKALA1:25

SECTIONA
SKALA1:25

PLANKFENDERPRECAST
SKALA1:25



SECTIONB
SKALA1:25

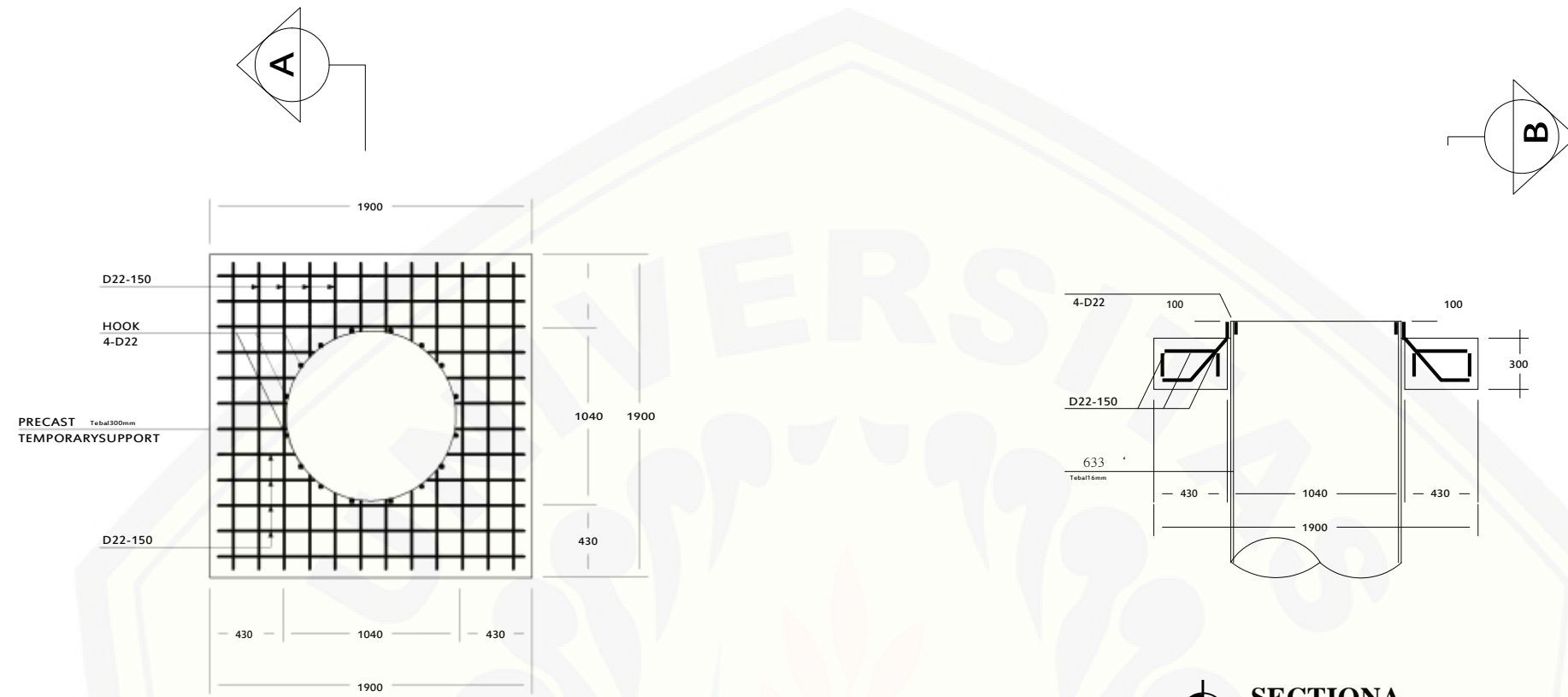


PLANKFENDERPRECAST
SKALA1:25

SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

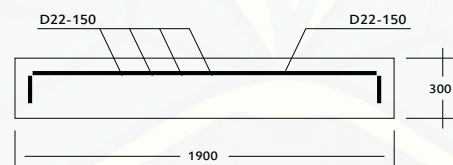
DETAILPLANKFENDER

UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 1415
	SITEKNIKSIPIIL	



TEMPORARYSUPPORT
SKALA1:25

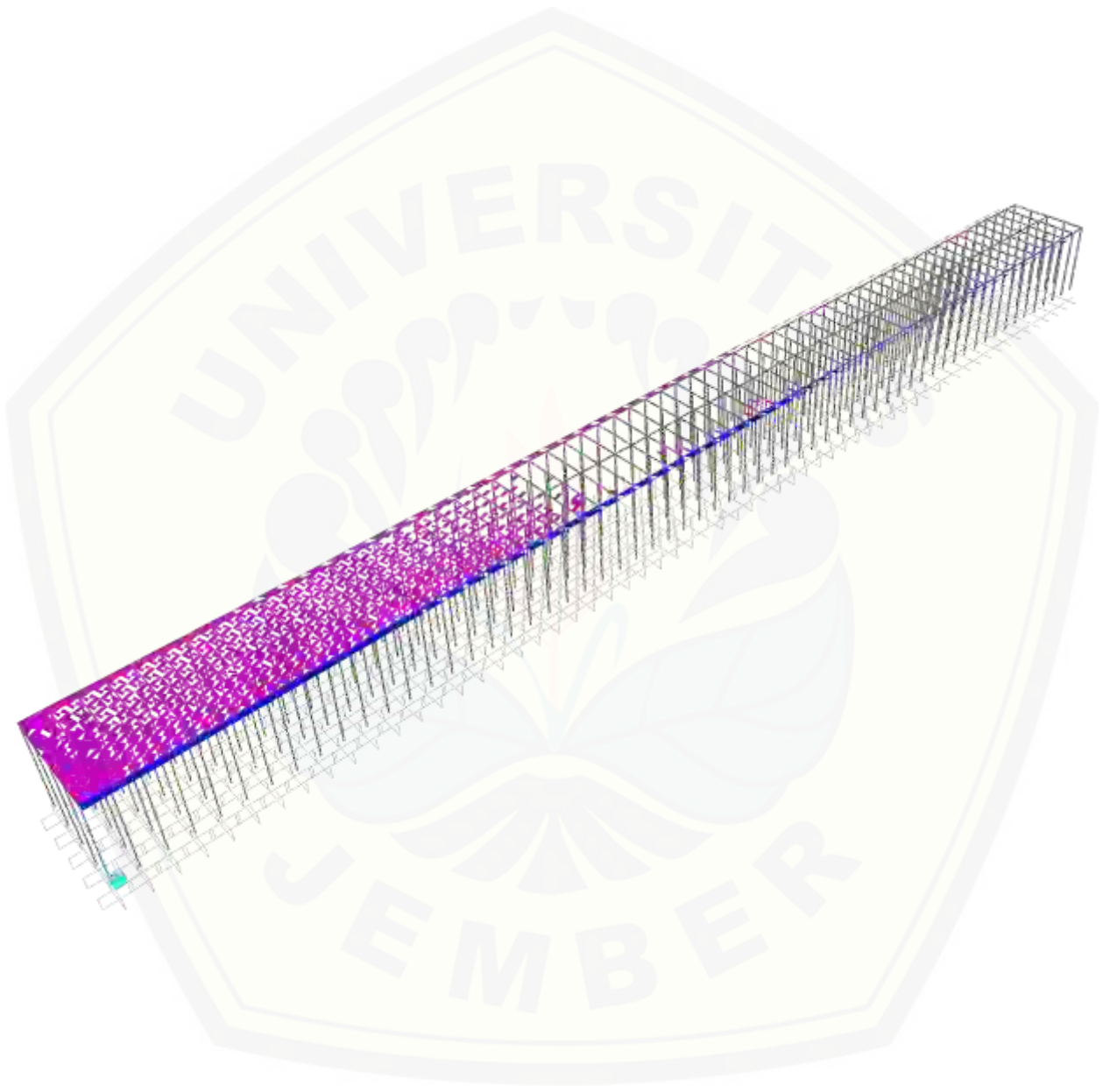
SECTIONA
SKALA1:25



SECTIONB
SKALA1:25

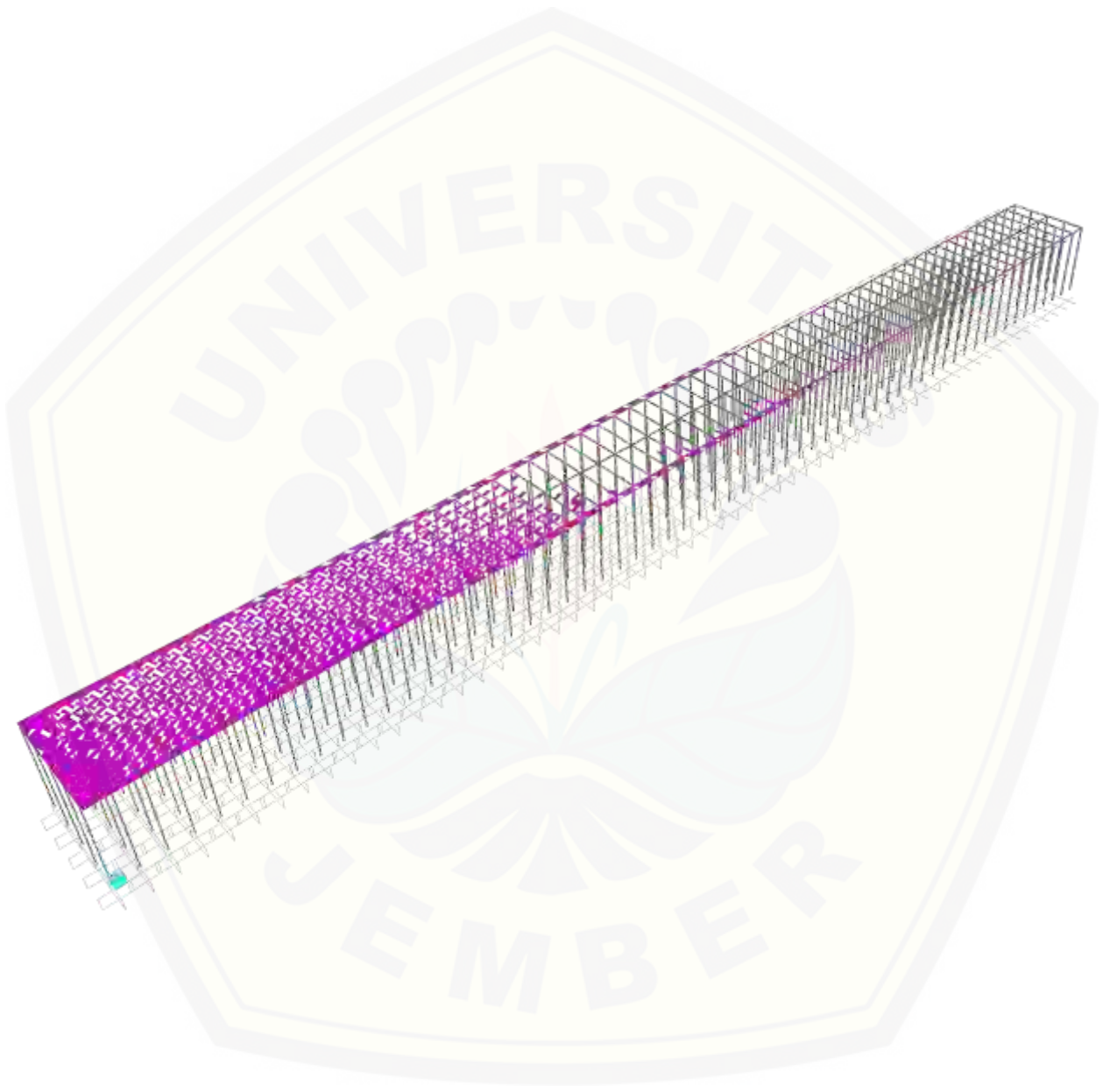
SKALA : 1:25	TANGGAL	KETERANGAN
DIGAMBAR : YogaPratama		
DIPERIKSA : Ir.HernuSuyoso,M.T		
DISETUJUI : Ir.HernuSuyoso,M.T		

DETAILTEMPORRARYSUPPORT		
UNIVERSITASJEMBER	A3	NOGBR: 1515
	SITEKNIKSIPIIL	

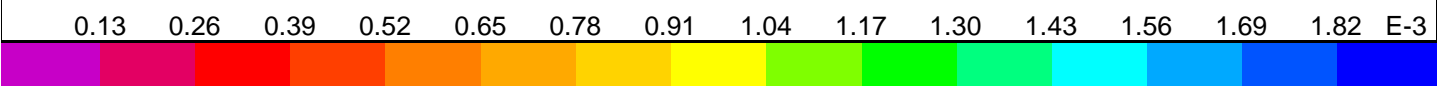


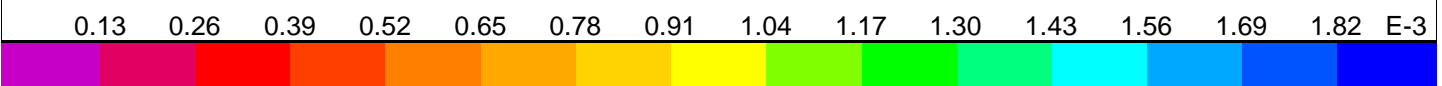
0. 58. 117. 175. 234. 292. 351. 409. 468. 526. 585. 643. 702. 760. E-3

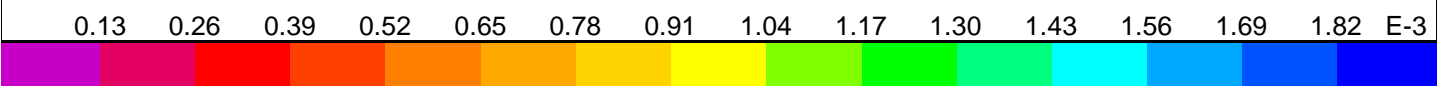


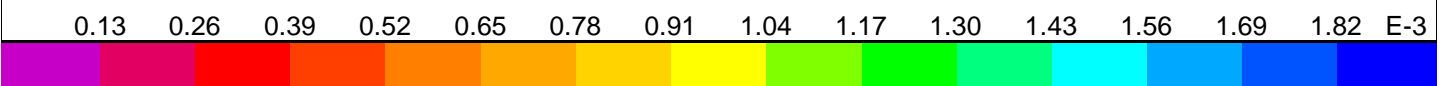


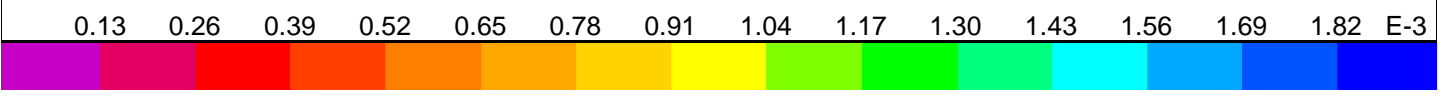
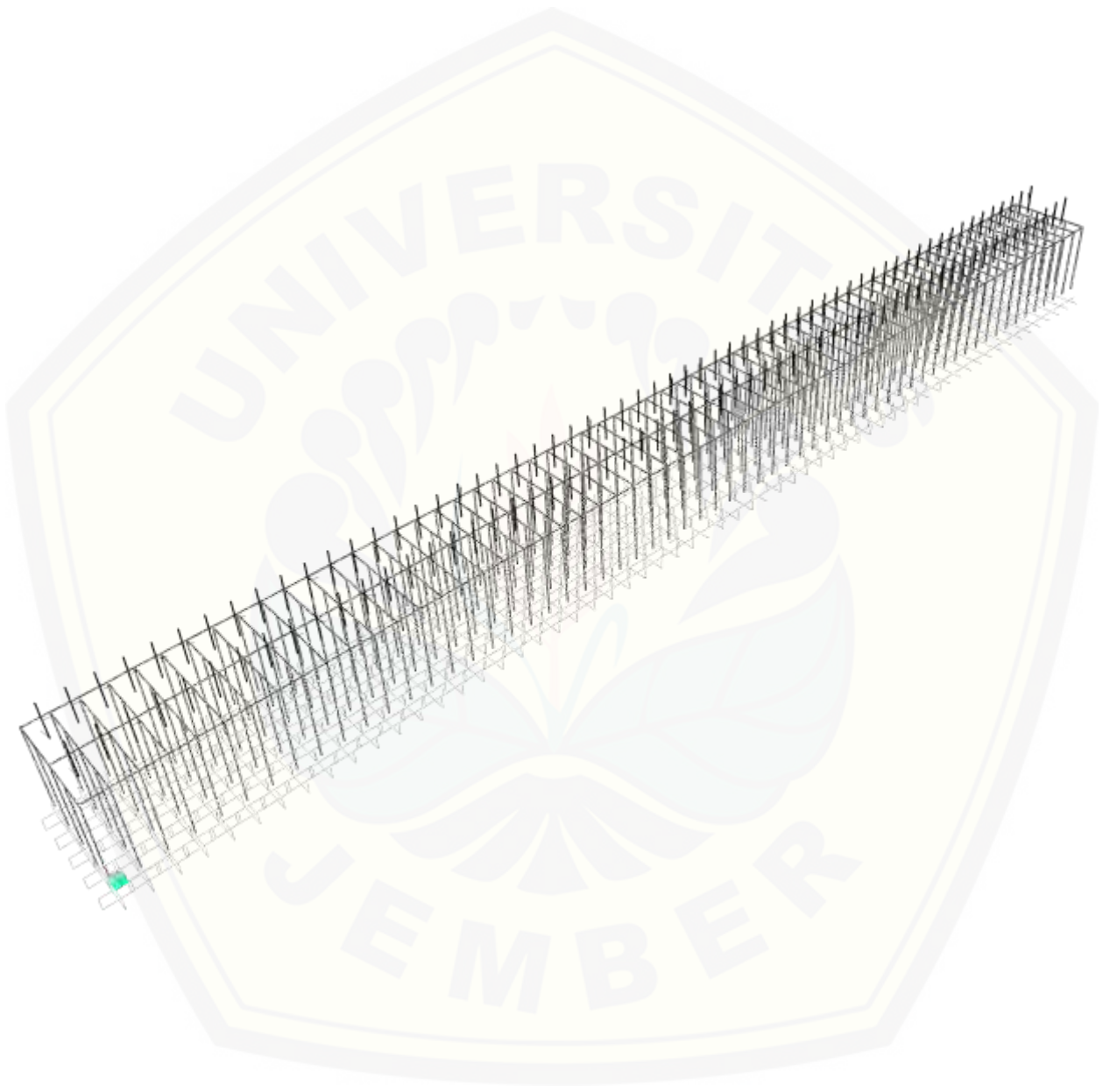
6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63 6.63

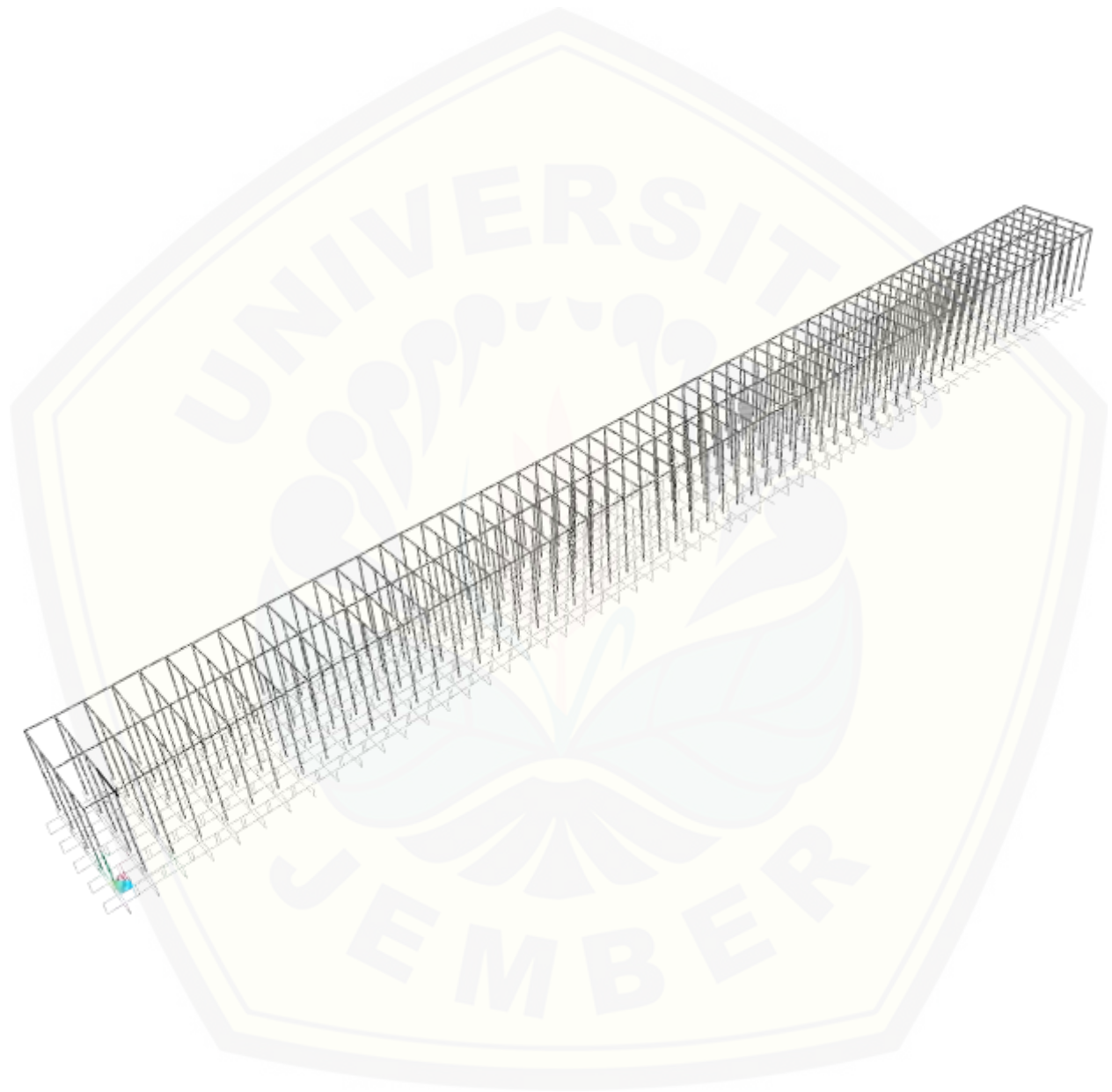




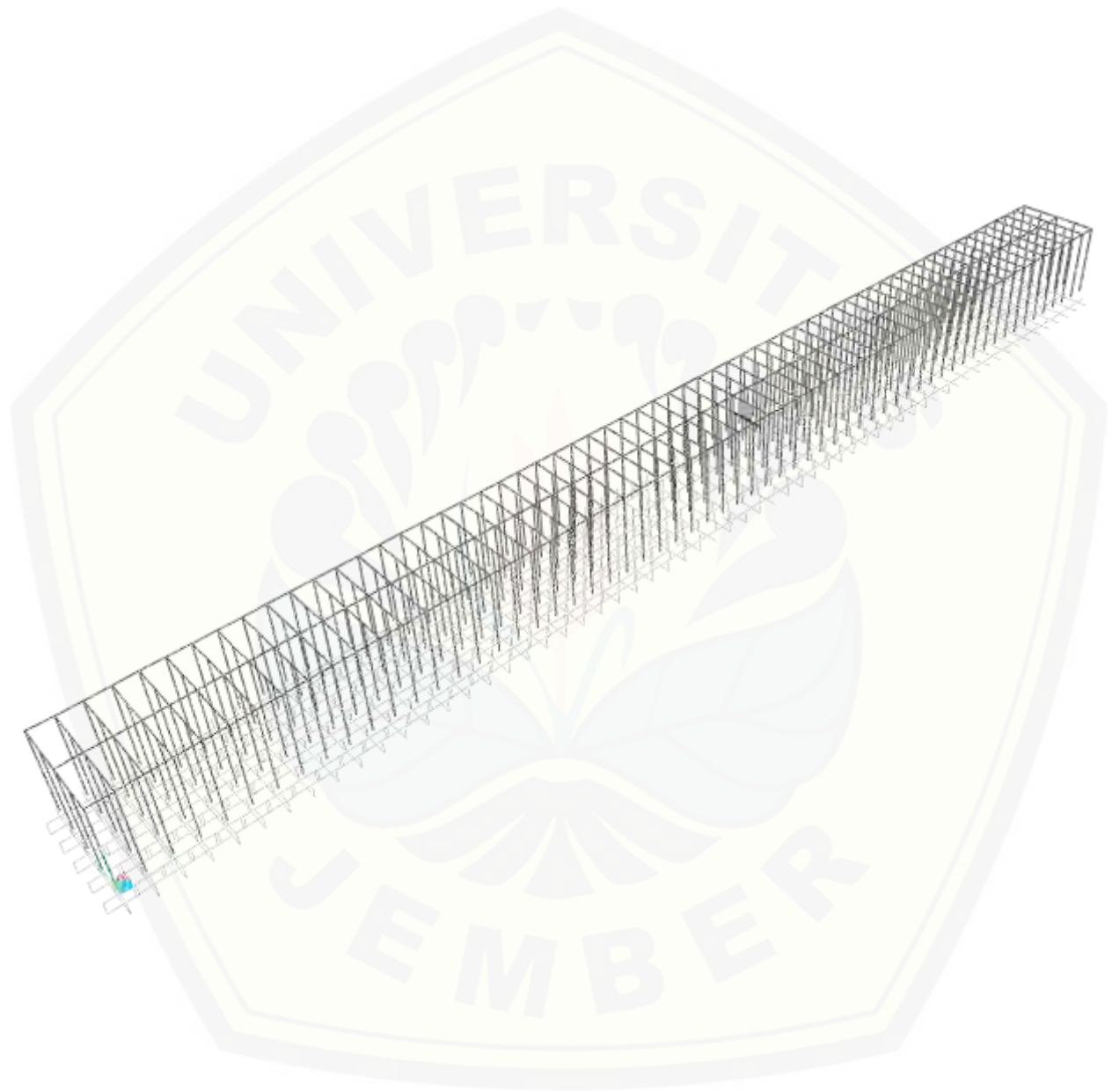




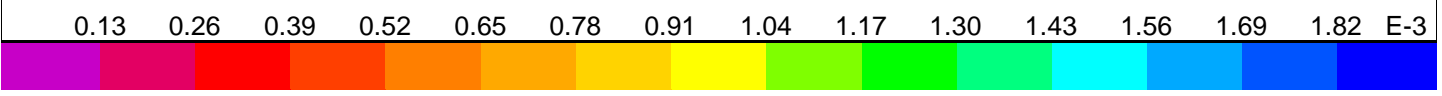
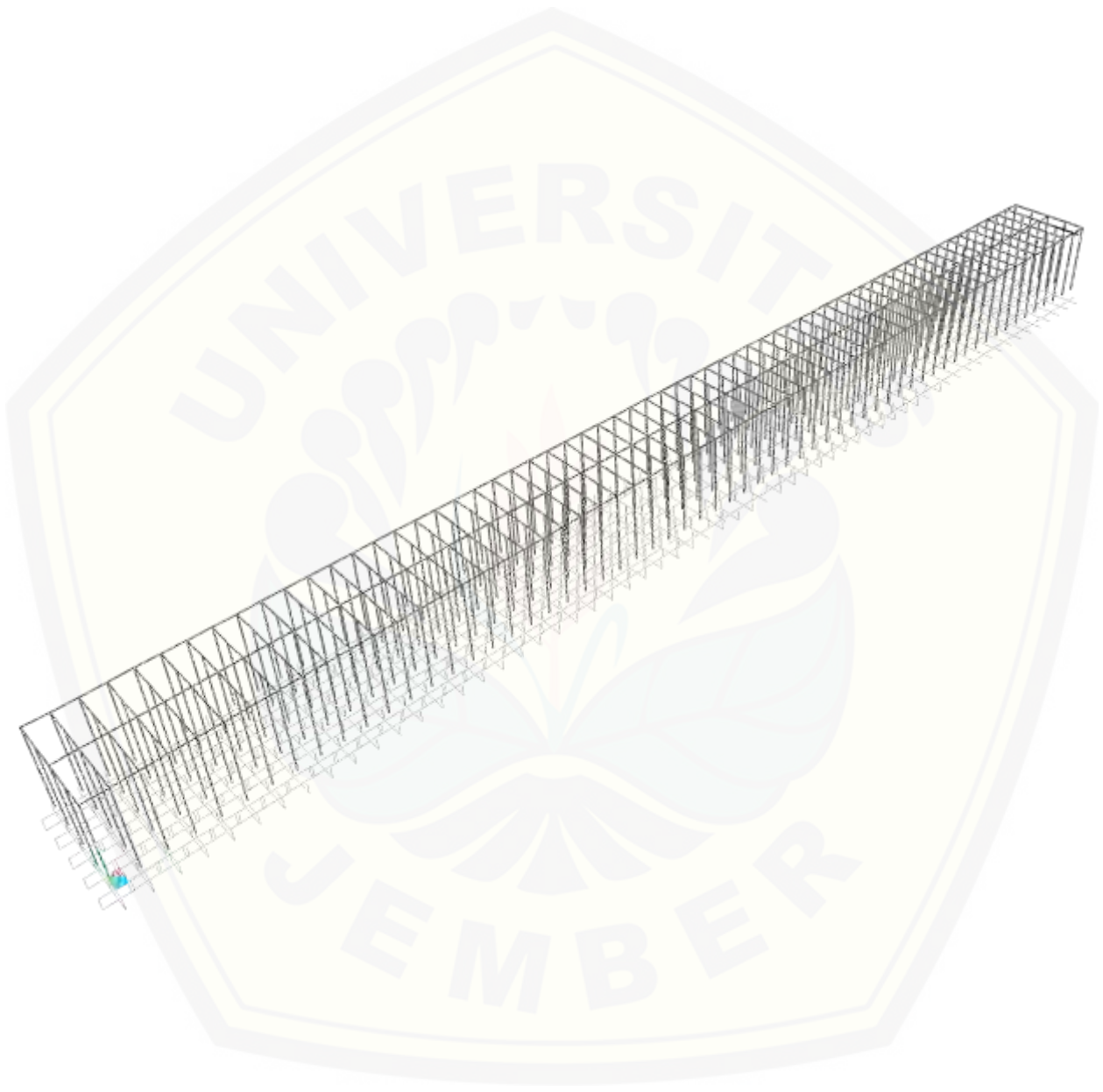


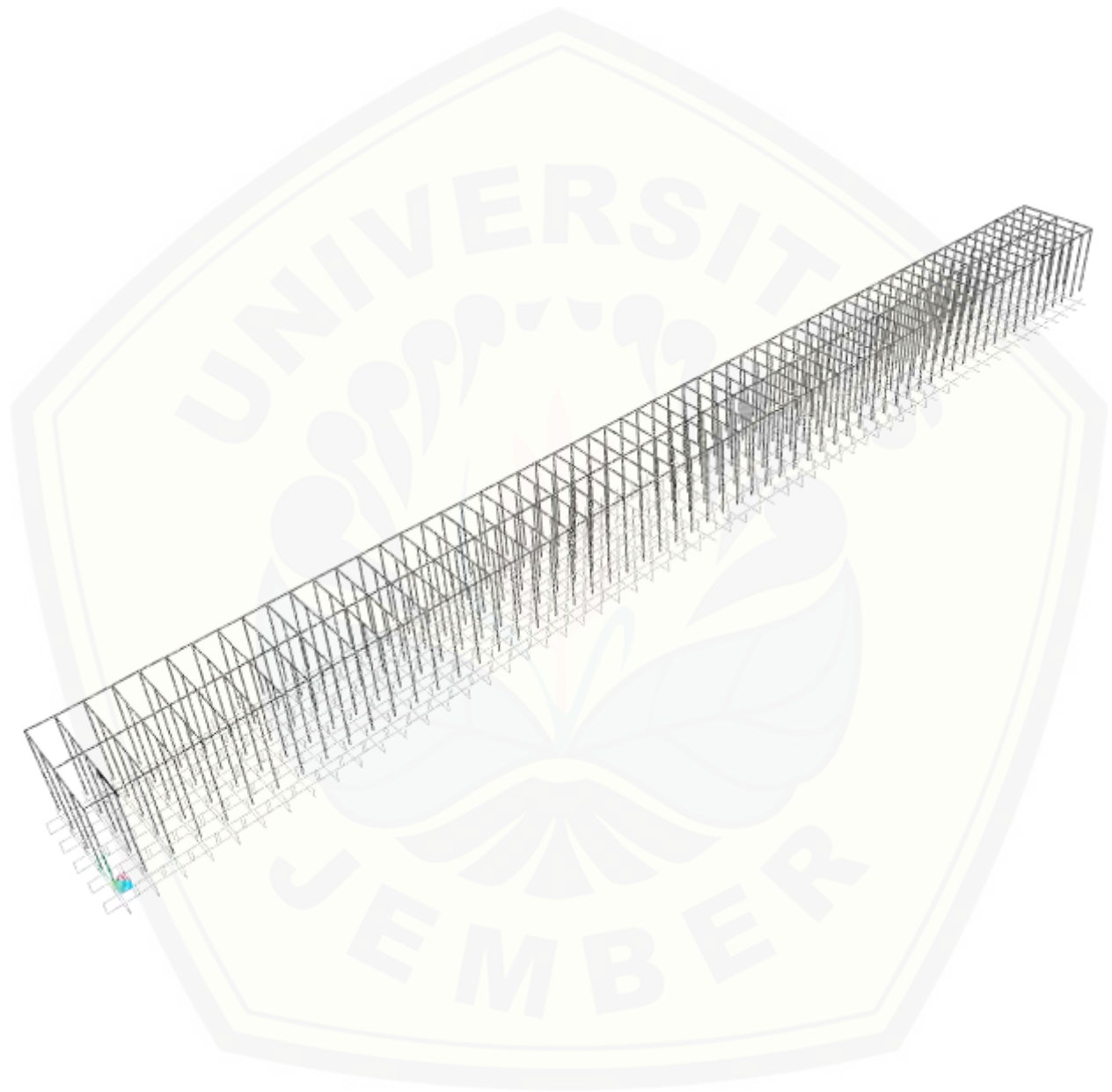


0.13 0.26 0.39 0.52 0.65 0.78 0.91 1.04 1.17 1.30 1.43 1.56 1.69 1.82 E-3

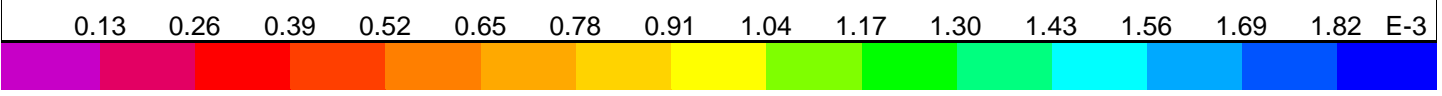
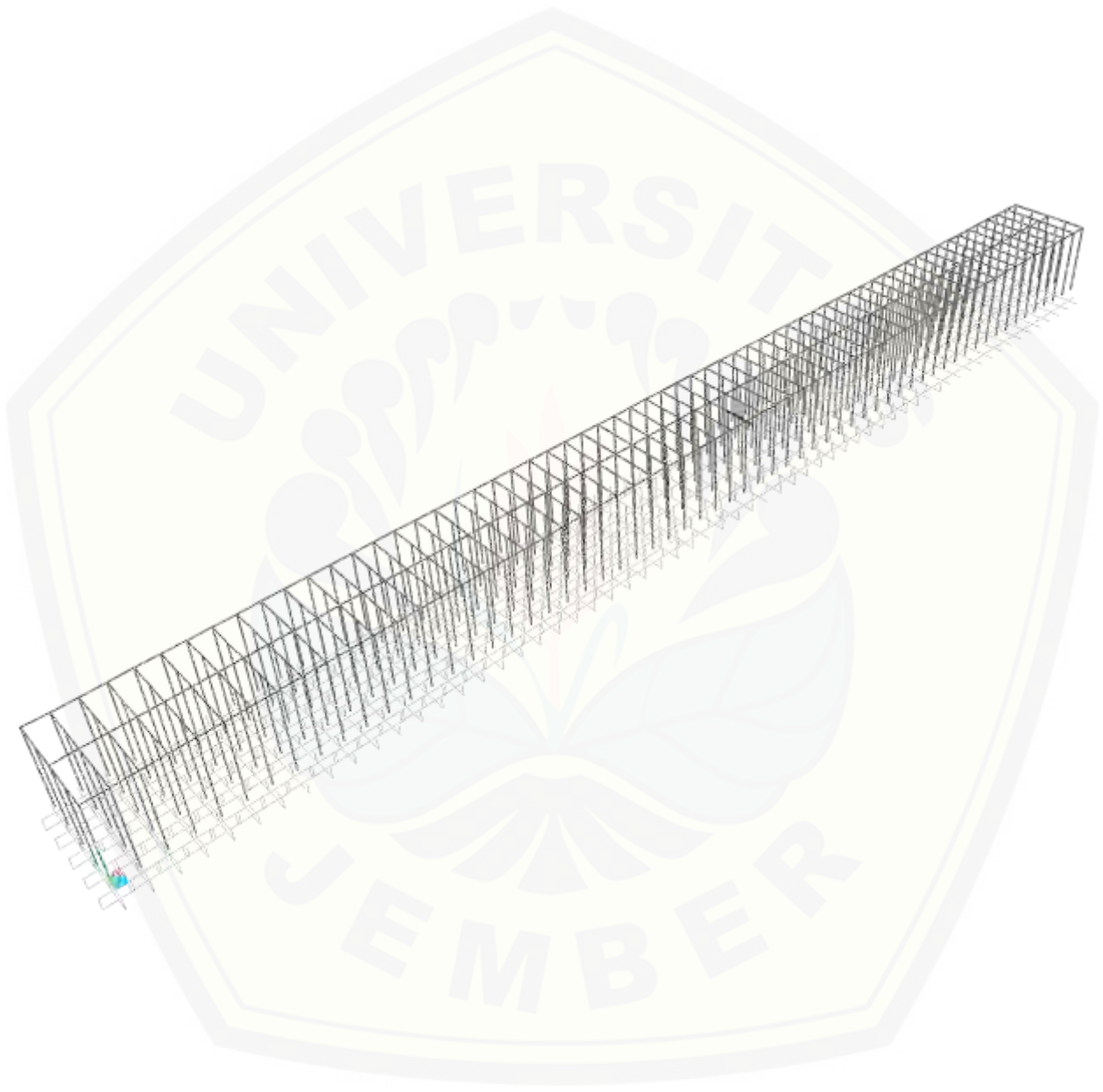


0.13 0.26 0.39 0.52 0.65 0.78 0.91 1.04 1.17 1.30 1.43 1.56 1.69 1.82 E-3





0.13 0.26 0.39 0.52 0.65 0.78 0.91 1.04 1.17 1.30 1.43 1.56 1.69 1.82 E-3





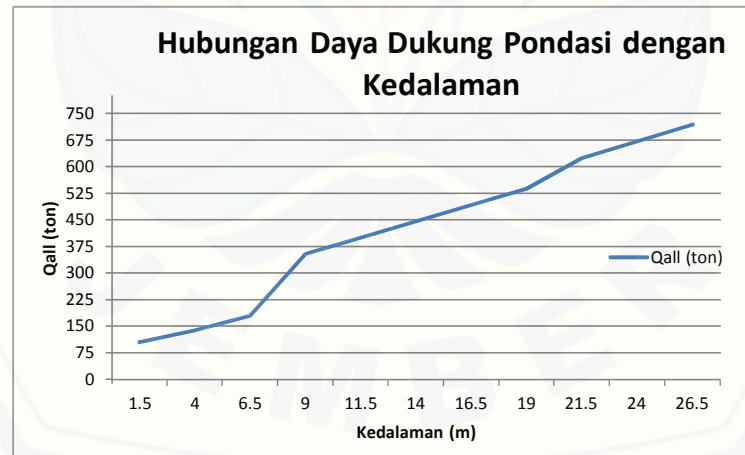
0.13 0.26 0.39 0.52 0.65 0.78 0.91 1.04 1.17 1.30 1.43 1.56 1.69 1.82 E-3



0.13 0.26 0.39 0.52 0.65 0.78 0.91 1.04 1.17 1.30 1.43 1.56 1.69 1.82 E-3

| Depth (m) | Elevasi | N | N' | Np' | K | qp | Ap | Qp (ton) | Ns1 | Ns | qs | As | Qs (ton) | QL (ton) | Qall (ton) |
|-----------|---------|----|------|-------|----|-------|--------|----------|-------|-------|-------|---------|-----------|-----------|------------|
| 1.5 | -7.50 | 15 | 15 | 18.13 | 20 | 362.5 | 0.7983 | 289.3786 | 15.00 | 15.00 | 6.00 | 4.7897 | 28.7383 | 318.1169 | 106.0390 |
| 4 | -10.00 | 25 | 20 | 20.00 | 20 | 400 | 0.7983 | 319.3143 | 25.00 | 20.00 | 7.67 | 12.7726 | 97.9230 | 417.2373 | 139.0791 |
| 6.5 | -12.50 | 30 | 22.5 | 22.50 | 20 | 450 | 0.7983 | 359.2286 | 30.00 | 23.33 | 8.78 | 20.7554 | 182.1865 | 541.4151 | 180.4717 |
| 9 | -15.00 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 30.00 | 11.00 | 28.7383 | 316.1211 | 1064.5140 | 354.8380 |
| 11.5 | -17.50 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 34.00 | 12.33 | 36.7211 | 452.8941 | 1201.2870 | 400.4290 |
| 14 | -20.00 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 36.67 | 13.22 | 44.7040 | 591.0862 | 1339.4791 | 446.4930 |
| 16.5 | -22.50 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 38.57 | 13.86 | 52.6869 | 730.0893 | 1478.4822 | 492.8274 |
| 19 | -25.00 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 40.00 | 14.33 | 60.6697 | 869.5992 | 1617.9921 | 539.3307 |
| 21.5 | -27.50 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 46.25 | 16.42 | 68.6526 | 1127.0464 | 1875.4392 | 625.1464 |
| 24 | -30.00 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 46.67 | 16.56 | 76.6354 | 1268.7421 | 2017.1350 | 672.3783 |
| 26.5 | -32.50 | 60 | 37.5 | 23.44 | 40 | 937.5 | 0.7983 | 748.3929 | 50.00 | 47.00 | 16.67 | 84.6183 | 1410.3048 | 2158.6976 | 719.5659 |

| No | Lapisan | Kedalaman | N-SPT |
|--------|---------|-----------|-------|
| 1 | 1.5 | 1.5 | 15 |
| 2 | 2.5 | 4 | 25 |
| 3 | 2.5 | 6.5 | 30 |
| 4 | 2.5 | 9 | 60 |
| 5 | 2.5 | 11.5 | 60 |
| 6 | 2.5 | 14 | 60 |
| 7 | 2.5 | 16.5 | 60 |
| 8 | 2.5 | 19 | 60 |
| 9 | 2.5 | 21.5 | 60 |
| 10 | 2.5 | 24 | 60 |
| 11 | 2.5 | 26.5 | 60 |
| Jumlah | 26.5 | | 550 |



Data Nilai N-SPT Titik Bor 1 dan 2 di Pelabuhan Boom

Titik bor 1

| Lapisan ke i | Tebal Lapisan (di dalam meter) | Deskripsi Jenis Tanah | Nilai N-SPT |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 2 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 3 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 4 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 5 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 6 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 7 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 8 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 9 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 10 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 11 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 12 | 2.5 | Lime Stone | 60 |

Titik bor 2

| Lapisan ke i | Tebal Lapisan (di dalam meter) | Deskripsi Jenis Tanah | Nilai N-SPT |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 6 | Dibawah Seabed | - |
| 2 | 1.5 | Lempung | 15 |
| 3 | 2.5 | Lempung | 25 |
| 4 | 2.5 | Lempung | 30 |
| 5 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 6 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 7 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 8 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 9 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 10 | 2.5 | Lime Stone | 60 |
| 11 | 2.5 | Lime Stone | 60 |

