

**ALTERNATIF PERENCANAAN SUB STRUKTUR
JEMBATAN SUNGAI KAREJO
KABUPATEN PINRANG**



TUGAS AKHIR (SKRIPSI)
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Dalam mencapai derajat Sarjana S-1

Jurusan Teknik Sipil



Diajukan Oleh :

SERLYANA. M. NUR
4599 041 013

Kepada

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS "45" MAKASSAR
2004**



UNIVERSITAS "45"

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4
Telp. 452901 - 452789
MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

LEMBARAN PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar No..
152 / SK – TA / U – 45 / V / 2004 tanggal 6 Mei 2004 Prihal Panitia Dan Tim Penguji
Tugas Akhir, maka

Pada Hari / Tanggal : Kamis 6 Mei 2004
Tugas Akhir Atas Nama : Serlyana M. Nur
Nomor Stambuk : 45 99 041 013
Judul Skripsi : " Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai
Karejo Kabupaten Pinrang "

Telah di terima dan disahkan oleh panitia ujian sarjana Fakultas Teknik Universitas
"45" Makassar, setelah dipertahankan didepan tim penguji ujian Skripsi sarjana untuk
memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana jenjang strata satu (S1)
Pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar.

PENGAWAS UMUM

Dr. H. RACHMAD BARO, SH, MH.
(Rektor Universitas "45" Makassar)

(.....)

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua
Se
Ir. N.
D. 45 00

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya. Sehingga Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka penyelesaian pendidikan di Fakultas Teknik Sipil Universitas “45” Makassar.

Tugas Akhir ini mengambil judul **“ALTERNATIF PERENCANAAN SUBSTRUKTUR JEMBATAN SUNGAI KAREJO KABUPATEN PINRANG”**.

Penyusunan tugas akhir ini terwujud tidak lepas dari bantuan-bantuan berbagai pihak, untuk itu dengan penuh kerendahan hati, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada **Bapak Ir. Abd. Rahman Dj, MT, Bapak Dr. Ir. Wihardi, M.Eng.**, selaku pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu membimbing dan mengarahkan penulis dengan penuh kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Pada kesempatan ini pula perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. **Bapak Ir. M. Natsir Abduh, MSi** Dekan Fakultas Teknik beserta seluruh staf Fakultas Teknik Sipil Universitas “45” Makassar.
2. **Bapak Ir. Amiruddin Rana, MT.**, Ketua Jurusan Sipil beserta seluruh staf dan dosen pada Fakultas Teknik Sipil Universitas “45” Makassar.
3. **Bapak pimpinan beserta seluruh staf proyek peningkatan jalan dan jembatan Sulawesi Selatan**, yang telah membantu penulis dalam memperoleh data-data.

4. Civitas Akademi **Mahasiswa Sipil** Fakultas Teknik Universitas “45” Makassar.
5. Ibunda **Dianawati** dan Ibu **Maria Biri** tercinta yang telah memberikan doa dan materi dalam menyusun tugas akhir ini.
6. Tercinta **Wenses Laus Bintang, ST** atas dukungan dan doanya yang tak henti-henti kepada penulis.
7. Seblon, **ST, Rini, Vivi, Bobby, Hatta, Ronal, Kambuna, Warga Computer Kita** dan semua rekan-rekan **Angkatan 99** yang tidak sempat penulis cantumkan namanya dalam skripsi ini, yang selalu membantu dan memberi dorongan.

Menyadari akan segala kekurangan dan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa, maka penulis dengan tangan terbuka menerima segala saran dan kritikan yang membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya di masa yang akan datang semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Tuhan Yang Maha Esa.

Amin.

Makassar, Desember 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	I-1
1.2. Alasan Memilih Judul	I-2
1.3. Maksud dan Tujuan Penulis	I-2
1.4. Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah	I-3
1.5. Metode dan Sistematika Penulisan	I-4
BAB II GAMBARAN UMUM DAN DATA PERENCANAAN	
2.1. Letak dan Gambaran Umum Lokasi	II-1
2.2. Data-data Perencanaan	II-2
2.2.1. Survai Topografi	II-2
2.2.2. Data-data Banjir Sungai	II-2
2.2.3. Data-data Tanah	II-3
2.2.4. Data-data Lalu Lintas	II-4

BAB III KAJIAN PUSTAKA

3.1. Teori dan Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Bangunan Bawah	III-1
3.2. Teori dan Dasar Perencanaan Jembatan	III-2
3.2.1. Teori dan Pemilihan Tipe Abutment	III-2
3.2.2. Prinsip Perencanaan Abutment	III-11
3.2.3. Teori dan Pemilihan Tipe Pondasi	III-14
3.2.4. Pengolongan Pondasi Tiang	III-15
3.3. Daya Dukung Kelompok Tiang	III-21
3.4. Daya Dukung Tiang Terhadap Gaya Vertikal	III-26
3.5. Daya Dukung Tiang Terhadap Gaya Horizontal	III-28

BAB IV PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN BANGUNAN

BAWAH (SUB STRUKTUR) JEMBATAN SUNGAI

KAREJO

4.1. Perencanaan Abutment	IV-1
4.2. Penulangan Abutment	IV-20
4.3. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Baja	IV-42
4.3.1. Daya Dukung Tiang	IV-43
4.3.2. Kontrol Tegangan Yang Terjadi	IV-54
4.4. Pembahasan Hasil Alternatif	IV-62

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran-saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
III.1	Jumlah Jalur Kendaraan Terhadap Lebar Lantai Kendaraan	III-6
III.2	Koefisien Gempa Bumi	III-9
III.3	Koefisien Gesek Pada Tumpuan	III-9
III.4	Kombinasi Pembebanan	III-10
III.5	Faktor N	III-29
IV.1	Perhitungan Berat Sendiri Abutmen	IV-7
IV.2	Perhitungan Berat Sayap Pada Abutmen	IV-7
IV.3	Perhitungan Berat Tanah Timbunan	IV-8
IV.4	Pembebanan Pada Abutmen	IV-14
IV.5	Kombinasi Muatan I 100 % : $M+H+K+TA+TU$	IV-15
IV.6	Kombinasi Muatan II 125 % : $M+Ta+Ah+Gg+A+SR+Tm$	IV-15
IV.7	Kombinasi Muatan III 140 % : $Komb. I+Rm+Gg+A+SR+Tm$	IV-16
IV.8	Kombinasi Muatan IV 150 % : $M + Gh + Gg$	IV-16
IV.9	Perhitungan Berat Abutmen Pada Dinding Abutmen	IV-31
IV.10	Perhitungan Berat Sayap Pada Dinding Abutmen	IV-32
IV.11	Kombinasi Muatan I 100 % : $M+H+Ta+Ah$	IV-34
IV.12	Kombinasi Muatan II 125 % : $M+Ta+Ah+Gg+A+SR$	IV-34
IV.13	Kombinasi Muatan III 140 % : $Komb. I+Rm+Gg$	IV-35
IV.14	Kombinasi Muatan IV 150 % : $M + Gh + Gg$	IV-35

DAFTAR NOTASI

A_{tiang}	=	Luas tiang
A_s	=	Luas tulangan
D	=	Diameter tiang
e	=	Exsentrisitas
e_f	=	Faktor efisiensi
F_{ftiang}	=	Efisiensi kelompok tiang
EI	=	Kekakuan lentur
E_g	=	Modulus deformasi tanah pondasi
E	=	Koefisien gempa
f_c	=	Mutu beton
f_y	=	Mutu baja
H	=	Tinggi tekanan tanah
$\sum H$	=	Jumlah beban horizontal
I	=	Momen Inersia
K	=	Gaya gempa
K_a	=	Koefisien tanah aktif
M_u	=	Momen yang terjadi
M	=	Beban mati
N	=	Beban yang diterima setiap tiang

n	=	Jumlah tiang
ΣN	=	Resultante gaya tiang
P	=	Beban garis
P_a	=	Tekanan tanah aktif
P_{max}	=	Beban maximum yang diterima oleh tiang
P_{tiang}	=	Kekuatan izin tiang
Q_{tiang}	=	Daya dukung tiang
q_l	=	Beban jalur
q_c	=	Nilai sondir
R_m	=	Gaya rem
S_R	=	Gaya akibat susut dan rangka
T_a	=	Tekanan tanah aktif
T_{ag}	=	Tekanan tanah saat gempa
T_m	=	Gaya akibat perubahan suhu
ΣV	=	Jumlah beban horizontal
W_p	=	Berat tiang pipa baja
X_{max}	=	Absis terjauh tiang terhadap titik berat
Y_{max}	=	Ordinat terjauh tiang terhadap titik berat kelompok tiang
δ_a	=	Besarnya pergeseran
γ	=	Berat jenis tanah
σ	=	Besarnya tegangan geser yang terjadi

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
III.1	Bentuk-bentuk Umum Abutmen	III-3
III.2	Beban D Per Jalur	III-6
III.3	Spasi Tiang	III-21
III.4	Denah Spasi Tiang	III-22
III.5	Kelompok Tiang Dengan Beban Normal Sentris	III-24
III.6	Kelompok Tiang Dengan Beban Normal Eksentris	III-24
III.7	Kelompok Tiang Dengan Beban Normal Sentris dan Momen	III-25
III.8	Pondasi Tiang Miring	III-30
IV.1	Dimensi Abutmen	IV-1
IV.2	Rencana Penampang Melintang Super Struktur	IV-2
IV.3	Ukuran Penampang Abutmen	IV-6
IV.4	Berat Tanah Timbunan	IV-8
IV.5	Tekanan Tanah Pada Abutmen	IV-10
IV.6	Potongan Penulangan Abutmen	IV-20
IV.7	Diagram Gaya Back Wall	IV-21
IV.8	Tekanan Tanah Pada Sayap	IV-25
IV.9	Ukuran Plat Injak	IV-29
IV.10	Dinding Abutmen	IV-31
IV.11	Ukuran Footing	IV-38

IV.12	Lapisar Tanah Pondasi	IV-42
IV.13	Formasi Tiang	IV-45
IV.14	Daya Dukung Kelompok Tiang	IV-48
IV.15	Gaya Yang Bekerja Pada Dasar Tumpuan	IV-54



*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

TUGAS AKHIR



BAB I

PENDAHULUAN

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan pembangunan di Sulawesi Selatan secara umum, dewasa ini sangat pesat, khususnya Kabupaten Pinrang. Tujuan utama dari pembangunan ini adalah untuk mensejahterakan taraf hidup masyarakat yang adili dan makmur. Untuk memenuhi tujuan tersebut di atas maka semua aktifitas masyarakat harus ditunjang oleh sistem transportasi yang memadai.

Oleh karena itu, Pemerintah Kabupaten Pinrang telah merencanakan jembatan dengan bangunan atas menggunakan balok pratekan atau beton bertulang, sedangkan bangunan bawahnya menggunakan beton bertulang dengan pondasi tiang pancang.

Sehubungan dengan itu penulis mencoba mengkaji metode rencana tersebut dan mengemukakan suatu Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo dengan menggunakan survei topografi, data penyelidikan tanah dan data hidrologi yang sama.

Adapun pertimbangan penulis mengemukakan alasan alternatif perencanaan ini adalah bangunan bawah sebelumnya menggunakan beton bertulang dengan pondasi tiang pancang, yang salah satu resiko yang dapat terjadi di lapangan yaitu terkadang tiang pancang tidak mampu menembus masuk kedalam tanah (lapisan lensa pasir + krikil) sedangkan daya dukung yang direncanakan belum terpenuhi. Pada akhirnya akan mengakibatkan kehancuran/keretakan pada tiang.

Sehingga penulis mencoba menggunakan pondasi tiang pancang baja. Tiang ini memiliki beberapa kelebihan yaitu cocok untuk konstruksi yang permanen yang memiliki beban yang besar, dapat digunakan pada tanah yang berlapis, dan tiang pancang baja ini dapat terhindar dari keretakan/kehancuran akibat pemancangan.

1.2. Alasan Memilih Judul

Dari judul ini kami mencoba menghubungkan parameter-parameter dari karakteristik tanah dan beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan bawah dalam hubungannya dengan perencanaan pondasi tiang pancang pipa baja sehingga diperoleh hasil yang efisien.

1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud penulisan tugas akhir ini adalah ingin mengetahui mengenai prinsip dasar dan langkah-langkah perencanaan bangunan bawah (Sub Struktur) jembatan dengan menggunakan pondasi tiang pancang baja sebagai salah satu alternatif.

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah memberikan alternatif bagaimana mendesain suatu jembatan dengan pondasi tiang pancang agar dihasilkan suatu konstruksi yang kokoh, sanggup menerima beban-beban atau pengaruh dari luar tanpa mengalami perubahan yang berarti.

Perencanaan ini ditulis untuk menuangkan sampai dimana pengetahuan penulis untuk merencanakan bangunan bawah (Sub Struktur) suatu jembatan, bukan menjadi perbandingan perencanaan jembatan-jembatan lainnya di Indonesia apalagi dengan jembatan aslinya.

1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

- Pokok Bahasan

Tulisan ini menampilkan perencanaan alternatif Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo sebagai pokok bahasan

Perencanaan alternatif tersebut hanya meliputi perencanaan pondasi tiang pancang pipa baja berdasarkan data-data yang ada.

- Batasan Masalah

Agar penulisan lebih terarah maka perlu diberikan batasan-batasan permasalahan sebagai berikut:

- Sistem pembebanan yang dipakai adalah pendoman perencanaan pembebanan jalan raya SKBI 1.3.28 tahun 1988.
- Perencanaan Sub Struktur menggunakan pondasi tiang pancang pipa baja berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03.
- Tidak dilakukan pengambilan data primer

1.5. Metode dan Sistematika Penulisan

Metode Penulisan

Bentuk penulisan tugas akhir ini adalah perencanaan alternatif yang disusun berdasarkan teori dan data-data yang diperoleh melalui :

- Studi literatur yaitu dengan membaca beberapa literatur yang ada kaitan dengan masalah yang dibahas, berupa literatur asing (terjemahan), bahan kuliah, thesis, dan lain-lain.
- Data sekunder hasil penyelidikan tanah di lapangan yang diperoleh dari Bagian Proyek Perencanaan Peningkatan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Sulawesi Selatan.

Sistematika Penulisan

Penulisan karya tulis ini disusun secara sistematika sebagai kerangka masalah yang terdiri dari beberapa bab dengan maksud agar permasalahan yang akan dibahas menjadi jelas dan mudah diikuti.

Secara garis besarnya, tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang pengujiannya sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN yang terdiri dari latar belakang masalah, alasan memilih judul, maksud dan tujuan penulisan, pokok bahasan dan batasan masalah, metode dan sistematika penulisan.

BAB II : GAMBARAN UMUM DAN DATA PERENCANAAN isinya merupakan penjelasan umum mengenai data-data hasil penyelidikan lapangan serta cara-cara mendapatkan data tersebut.

Bab ini mencakup : survai topografi, data banjir sungai, data tanah dan data lalu lintas.

BAB III : KAJIAN PUSTAKA isinya berupa teori dan dasar-dasar perencanaan, daya dukung kelompok tiang, daya dukung tiang terhadap gaya vertikal, dan daya dukung tiang terhadap gaya horizontal.

BAB IV : PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH (SUB STRUKTUR) JEMBATAN SUNGAI KAREJO, yang isinya berupa perencanaan abutmen, penulangan abutmen serta perencanaan pondasi tiang pancang baja.

BAB V : PENUTUP, isinya meliputi kesimpulan dan saran-saran yang dikemukakan sesuai dengan isi tulisan.

*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

TUGAS AKHIR



BAB II GAMBARAN UMUM DAN DATA PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003

BAB II

GAMBARAN UMUM DAN DATA PERENCANAAN

2.1. Letak dan Gambaran Umum Lokasi

Untuk mendapatkan data-data letak dan gambaran umum lokasi dalam perencanaan diperlukan survai pendahuluan.

! lokasi belum jelas.

= lokasi tidak berpengaruh

Adapun data yang kami maksud dari hasil survai pendahuluan antara lain :

- Peta situasi
- Data mengenai kondisi jembatan lama
- Data-data lain yang dianggap perlu, berupa usulan dari semua pihak, yang dapat membantu kelancaran perencanaan.

Pada survai pendahuluan ini diwajibkan untuk mengecek semua data hasil penyelidikan di lapangan, untuk memberi koreksi seperlunya serta langkah yang harus di tempuh dalam perencanaan.

Pada perencanaan ini kami memilih objek Jembatan Sungai Karejo yang telah didesain oleh Proyek Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Sulawesi Selatan.

Jembatan Sungai Karejo terletak di ruas jalan Pinrang-Polewali yaitu pada ruas jalan No. 049. Jembatan Sungai Karejo berada di Desa Karejo Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang yang berjarak 222 + 050 dari Makassar yang dibangun pada tahun 1984.

(Handwritten signature and scribbles)

2.2. Data-data Perencanaan

Didalam mendesain suatu jembatan, maka diperlukan suatu data-data yang akurat mengenai jembatan tersebut. berdasarkan data-data dari Bagian Proyek Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Sulawesi Selatan diperoleh data-data sekunder hasil pengukuran lapangan.

2.2.1. Survei Topografi

Salah satu faktor yang sangat menunjang dalam perencanaan suatu jembatan adalah topografi dari daerah dimana akan direncanakan jembatan tersebut. Survei topografi bertujuan untuk mengetahui ketinggian permukaan tanah, lokasi jembatan, profil sungai, jalan sekitar lokasi jembatan tersebut. Data topografi merupakan data sekunder dan petaknya seperti yang terlampir pada lampiran I.

2.2.2. Data-data Banjir Sungai

Kondisi aliran sungai dan data curah hujan di maksudkan untuk mengetahui lebih awal tinggi muka air banjir maksimum. Hal ini sangat penting untuk mendapatkan elevasi lantai jembatan agar tidak terkena oleh banjir yang dapat membahayakan konstruksi tersebut.

Adapun data sekunder yang kami peroleh dari Bagian Proyek perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Sulawesi Selatan, sebagai berikut :

- Luas daerah aliran sungai (A)
- Panjang aliran sungai (L)

$$= 8.1500 \text{ km}^2$$

$$= 7.5 \text{ km}$$

Keenan / Fika .
- satuan desimal

Sumber Data ? → di lamp. 13

- Hujan harian rencana (Rt) = 439.0538 mm
- Debit banjir sungai (Q) = 377.076 m³/det
- Kecepatan aliran (V) = 3.7920 m/det
- Kemiringan aliran sungai (S) = 0.0074
- Tinggi muka air normal (M.A.N) = +1,625 m (dari dasar sungai)
- Tinggi muka air banjir (M.A.B) = +3,225 m (dari dasar sungai)
- Lebar sungai (B) = 20.00 m

2.2.3. Data-data Tanah

Setiap perencanaan dari suatu konstruksi jembatan khususnya perencanaan bangunan bawah (Sub Struktur) tanah mempunyai prasarana penting dalam menentukan bentuk serta dimensi suatu bangunan dan juga sangat berperan didalam setiap pekerjaan Teknik Sipil. Untuk menunjang perencanaan tersebut diperlukan suatu data-data hasil penyelidikan tanah sekitar lokasi jembatan. Untuk mengetahui sifat fisis dan kekuatan tanah tersebut sebagai lapisan pendukung pondasi jembatan.

Dalam penyelidikan tanah, penulis tidak secara langsung melaksanakan ke lapangan, melainkan hanya menggunakan data-data sekunder dalam perencanaan ini. Ada pun penyelidikan tanah yang dimaksud adalah :

- Penyondiran
- Pengeboran
- SPT

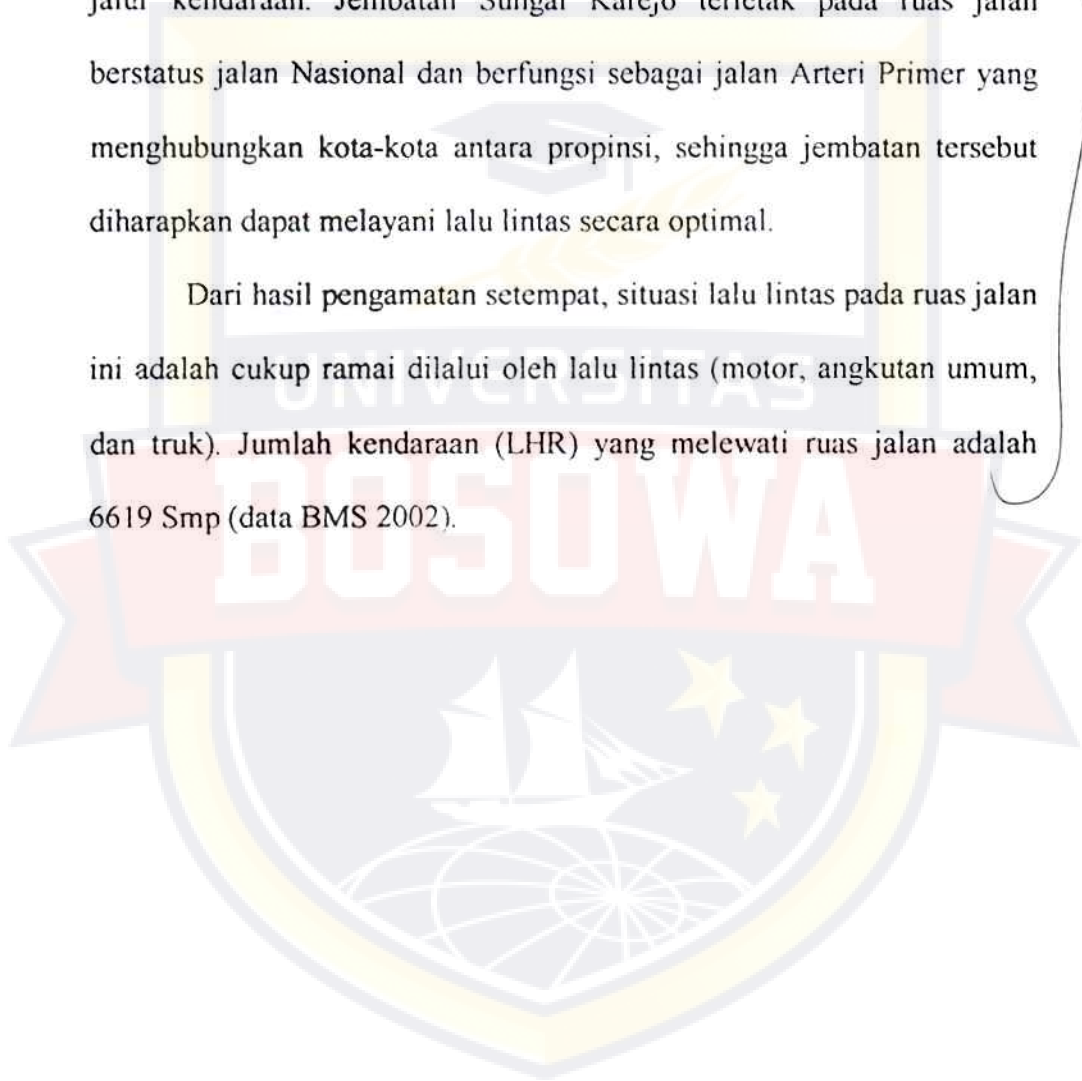


2.2.4. Data-data Lalu Lintas

Data-data Lalu Lintas Rata-rata (LHR) dalam suatu kendaraan/hari/2 jalur dipergunakan sehubungan dengan penentuan lebar jalur kendaraan. Jembatan Sungai Karejo terletak pada ruas jalan berstatus jalan Nasional dan berfungsi sebagai jalan Arteri Primer yang menghubungkan kota-kota antara propinsi, sehingga jembatan tersebut diharapkan dapat melayani lalu lintas secara optimal.

Dari hasil pengamatan setempat, situasi lalu lintas pada ruas jalan ini adalah cukup ramai dilalui oleh lalu lintas (motor, angkutan umum, dan truk). Jumlah kendaraan (LHR) yang melewati ruas jalan adalah 6619 Smp (data BMS 2002).

*fd diper
Lu/kan*



*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

TUGAS AKHIR



BAB III

KAJIAN PUSTAKA

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Teori dan Dasar Perencanaan Jembatan

Jembatan di jalan raya merupakan salah satu bentuk konstruksi yang berfungsi menghubungkan jalan melalui suatu rintangan yang tinggi permukaannya tidak sama, sehingga lalu lintas terputus.

Dalam perencanaan struktur jembatan jalan raya kita kenal ada 2 bagian penting, dimana kedua bagian tersebut merupakan satu kesatuan yang utuh. Dua bagian yang dimaksud yaitu bangunan atas (superstruktur) dan bangunan bawah (substruktur).

Pemilihan bentuk jembatan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari lokasi jembatan tersebut, sedangkan menentukan lokasi jembatan tergantung dari medan suatu daerah dan disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat pada daerah itu.

Adapun bentuk dari suatu jembatan dapat dibedakan sesuai dengan :

a. Material yang digunakan

- Jembatan kayu, digunakan khusus lalu lintas biasa dan mempunyai bentang relatif pendek, sering disebut sebagai jembatan nonpermanen.
- Jembatan baja, digunakan untuk lalu lintas biasa dan lalu lintas kereta api, baik untuk bentang panjang maupun pendek.
- Jembatan beton, sama seperti jembatan baja dimana jembatan ini menggunakan gelagar dari beton.

b. Menurut jenis konstruksinya

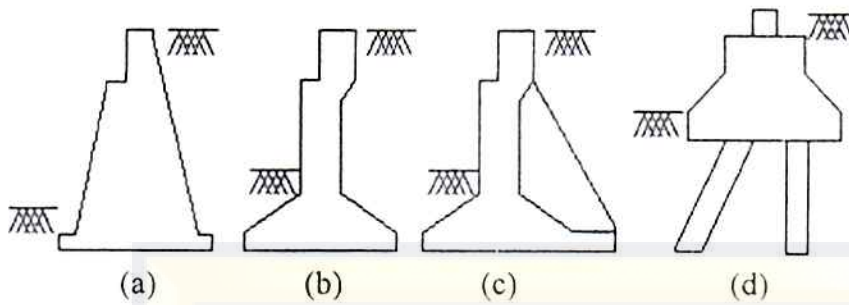
- Jembatan gelagar, jembatan ini terbuat dari beton bertulang maupun beton prategang, untuk jembatan bentang yang panjang.
- Jembatan pelengkung, jembatan ini terbuat dari beton tumbuk untuk bentang pendek dan beton bertulang untuk bentang panjang.
- Jembatan rangkap, jembatan ini terbuat dari baja dan biasanya digunakan untuk jembatan dengan bentang panjang
- Jembatan gantung, dapat digunakan untuk bentang panjang maupun pendek, namun memerlukan kabel-kabel yang bertegangan tinggi.

Dari beberapa bentuk jembatan yang dikemukakan diatas, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan konstruksi jembatan disesuaikan dengan kebutuhan.

3.2 Teori dan Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Bawah**3.2.1 Teori dan Pemilihan Tipe Abutment**

Abutment atau kepala jembatan adalah bagian bangunan yang berfungsi meneruskan beban (beban mati dan beban hidup) dari bangunan atas dan tekanan tanah ke bagian yang terletak di bawahnya yaitu pondasi atas dan selanjutnya ke tanah dasar.

Sesuai dengan salah satu fungsinya menahan tekanan tanah maka abutment sering dilengkapi sayap yang berfungsi menahan tekanan tanah dalam arah tegak lurus as abutment.



Gambar III.1 Bentuk-bentuk umum abutment

Ada beberapa bentuk dan struktur abutment yang umum digunakan seperti terlihat pada gambar diatas :5) hal. 303

- a. Abutment tipe gravitasi biasanya terbuat dari pasangan batu dan hanya digunakan sampai ketinggian 5 m.
- b. Abutment tipe T terbalik biasanya dari beton bertulang dan digunakan dari ketinggian 4 – 12 m.
- c. Abutment tipe T terbalik dengan penopang merupakan konstruksi dari beton bertulang dan digunakan dari ketinggian 8 - 12 m.
- d. Abutment tipe pile – cap, merupakan konstruksi beton bertulang yang digunakan bilamana ketinggian tanah dasar terletak cukup tinggi. Konstruksi ini sangat menguntungkan karena dapat mengurangi tekanan dan berat tanah di belakang abutment.

Dalam pwerencanaan ini penulis memilih tipe (b) yakni kepala jembatan tipe T terbalik dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Tinggi pemakaian tipe T terbalik yang berkisar 4 – 12 m cocok dengan kondisi kedalaman dari proyek jembatan sungai Karejo dimana kedalamannya kurang dari 5 m.
- Bentuk konstruksi yang kecil sehingga dapat menghemat biaya proyek.
- Pada tipe ini dipakai plat injak untuk menahan beban lalu lintas dibelakang abutment sehingga tanah timbunan pada oprik tidak mudah turun.

1. Bagian-bagian abutment tipe T terbalik :

a. Dinding belakang (back wall)

Merupakan dinding penahan yang direncanakan terbuat dari beton bertulang dan merupakan tempat kedudukan gelagar utama.

b. Tembok sayap (wing wall)

Merupakan dinding penahan terbuat dari beton bertulang dan berada pada sisi kiri dan kanan abutment. Fungsinya sebagai dinding penahan pada abutment agar kestabilan tanah tidak terganggu.

c. Plat injak

Adalah plat lantai yang terletak di atas tulangan back wall yang berfungsi untuk jalan penghubung dengan lantai jembatan, terbuat dari beton bertulang yang tebalnya sama dengan lebar jembatan.

d. Balok landasan

Sebagai telapak dari abutment yang memikul beban dari bangunan atas yang kemudian dilanjutkan ke pondasi.

2. Beban-beban yang bekerja pada abutment.

Adapun beban-beban yang dapat mempengaruhi pada perencanaan abutment antara lain :

a. Beban mati

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengan konstruksi itu.

b. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban dan pengaruh khusus kecuali beban angin dan gempa yang diharapkan dapat membebani bangunan atau unsur bangunan.

Untuk menghitung kekuatan gelagar-gelagar digunakan beban jalur, (beban “ D ”). Beban “ D ” ini berlaku untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar dari 5,50 m. beban “ D ” sepenuhnya (100 %) dibebankan pada lebar jalur 5,5 m sedang lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban “ D ” (50 %).

Peninjauan beban “ D ” didasarkan :

- Sebagai beban terbagi rata (q) ditentukan sebagai berikut :

$$q = 2,20 \text{ t/m}^{\prime} \quad \text{untuk } L < 30 \text{ m}$$

$$q = 2,20 - \frac{1,10}{60} (L-30) \text{ t/m}^{\prime} \quad \text{untuk } 30 < L < 60 \text{ m}$$

$$q = 1,10 (1 + 30/L) \text{ t/m}^{\prime} \quad \text{untuk } L < 60 \text{ m}$$

- Sebagai beban gari (P)

Besar beban garis per lajur selebar 5,50 m adalah 12 t.

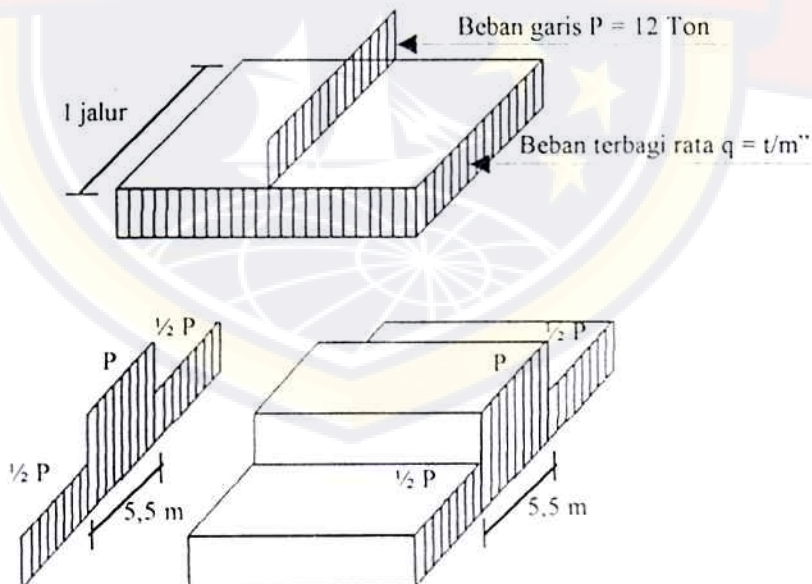
Adapun jumlah jalur kendaraan terhadap lantai kendaraan dapat dilihat pada tabel berikut : 6) hal. 5

Tabel III.1. Jumlah jalur kendaraan terhadap lebar lantai kendaraan

Lebar lantai (m)	Jalur kendaraan
5,50 – 8,25	2
8,25 – 11,25	3
11,25 – 15,00	4
15,00 – 18,75	5
18,75 – 22,50	6

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jaya Raya SKBI

Persyaratan diatas hanya digunakan dalam menentukan jumlah jalur pada jembatan



Gambar III.2 Beban D Per Jalur

c. Tekanan tanah aktif

Tekanan tanah aktif bekerjasetinggi abutment berbentuk beban segitiga ditambah beban lalu lintas setinggi 0,60 m yang disamakan dengan beban tanah berbentuk segi empat setinggi abument.

Besarnya tekanan tanah aktif akibat tanah dibelakang abutment dihitung berdasarkan teori coulomb, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_a = \frac{\gamma H^2}{2} \cdot K_a \dots\dots\dots 4) \text{ hal. 7}$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \alpha \cos(\alpha + \beta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha + \beta) \cos(\alpha + \delta)}} \right\}^2} \dots\dots(3.1)$$

- Dimana, P_a = Tekanan tanah aktif.
- γ = Berat jenis tanah (t/m^3)
- H = Tinggi tekanan tanah aktif.
- K_a = Koefisien tanah aktif
- $= \tan^2 \left(45 \frac{\varphi}{2} \right)$
- β = Sudut antara permukaan tanah dengan garis horizontal.
- α = Sudut antara kemiringan dinding abutment dengan bidang vertikal.
- δ = Sudut geser antara abutment dengan tanah.
- φ = Sudut geser dalam tanah.

d. Beban angin

Pengaruh beban angin sebesar 150 Kg/m^2 pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Jumlah luas bidang vertikal bangunan atas jembatan yang dianggap tertekan oleh angin ditetapkan sebesar suatu prosentase tertentu terhadap luas bagian-bagian sisi jembatan dan luas vertikal beban hidup.

e. Gaya rem / traksi

Pengaruh gaya ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban "D" tanpa koefisien kejut yang bekerja horisontal dalam arah sumbu memanjang jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,8 m dari lantai kendaraan : 6) hal. 15

$$R_m = 0,05 \times H \dots\dots\dots(3.2)$$

f. Gaya gempa

Pengaruh-pengaruh gempa pada jembatan diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya horizontal yang bekerja pada titik berat konstruksi (bagian konstruksi yang ditinjau dalam arah yang paling berbahaya).

Gaya horizontal yang dimaksud ditentukan dengan rumus : 6) hal. 15

$$K = E \cdot G \dots\dots\dots(3.3)$$

Di sini, K = gaya horizontal

G = muatan mati dari konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau.

E = Koefisien gempa bumi, yang ditentukan menurut data dibawah ini :

Tabel III. 2 Koefisien gempa bumi

Keadaan tanah / pondasi	Daerah		
	I	II	III
a. Untuk jembatan yang didirikan diatas pondasi langsung dengan tekanan tanah sebesar 5 Kg/cm ² atau lebih.	0,12	0,06	0,03
b. Untuk jembatan yang didirikan diatas pondasi langsung dengan tekanan tanah sebesar 5 kg/cm ²	0,20	0,10	0,05
c. Untuk jembatan yang didirikan diatas selain pondasi langsung.	0,28	0,14	0,07

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jaya Raya SKBI

g. Gaya akibat gesekan

Pada perencanaan jembatan harus ditinjau terhadap gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu atau akibat-akibat lain. Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau akibat beban mati saja sedangkan besarnya ditentukan berdasarkan koefisien gesek pada tumpuan yang bersangkutan dengan nilai sebagai berikut : 6) hal. 15

Tabel III.3 Koefisien gesek pada tumpuan

Tumpuan	Koefisien gesek
- Tumpuan rol baja :	
a. Dengan 1 atau 2 rol	0,01
b. Dengan 3 atau lebih rol	0,05
- Tumpuan gesekan :	
a. Antara baja dengan campuran tembaga keras atau baja.	0,15
b. Antara baja dengan baja atau besi tiang.	0,25
c. Antara karet dengan baja atau beton.	0,15 – 0,18

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jaya Raya SKBI

3. Kombinasi beban

Bangunan jembatan serta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi beban atau gaya yang mungkin bekerja. Sesuai dengan sifat serta kemungkinan-kemungkinan beban atau gaya-gaya setiap kombinasi, tegangan yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan-kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikkan terhadap tegangan yang di ijin.

Kombinasi beban yang diperhitungkan dalam perencanaan abutment dan bagian-bagiannya ditinjau terhadap 4 kombinasi pembebanan diberikan pada tabel berikut :6) hal. 21

Tabel III.4. Kombinasi pembebanan

Kombinasi Beban	Angka Prosen Tegangan ijin
I. $M + (H + K) + Ta + Tu$	100%
II. $M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm$	125%
III. Kombinasi I + $Rm + Gg + A + SR + Tm$	140%
IV. $M + Gh + Tag + AHg + Gg + Tu$	150%

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jaya Raya SKBI

- Di sini, A = Beban angin
- Ah = Gaya akibat aliran dan hanyutan
- AHg = Gaya akibat aliran dan hanyutan pada waktu gempa
- Gg = Gaya gesek pada tumpuan bergerak
- Gh = Gaya horizontal ekuivalen akibat gempa
- H + K = Beban hidup + beban kejut
- M = Beban mati
- Rm = Gaya rem/traksi

SR	=	Gaya akibat susut dan rangkai
Ta	=	Tekanan tanah normal tekan
Tag	=	Tekanan tanah saat gempa
Tm	=	Gaya akibat perubahan suhu
Tu	=	Gaya angkat

3.2.2 Prinsip Perencanaan Abutment

a. Dimensi abutment

- Dinsing abutment

Tinggi back wall adalah jarak dari lantai kendaraan sampai dasar perletakan sedang tebalnya ditaksir sesuai dengan beban yang dipikul, yaitu tekanan tanah dan tekanan akibat beban lalu lintas. Panjang back wall sama dengan lebar badan jalan, sedangkan konstruksinya dari beton bertulang.

- Plat injak

Beban yang dipikul oleh plat injak adalah beban horizontal ditambah dengan beban vertikal.

- Wing wall

Wing wall terletak pada sisi jembatan yang prinsip perhitungan sama dengan back wall dan gaya yang bekerja adalah tekanan tanah aktif saja.

b. Perhitungan beban yang bekerja pada abutment.

- Beban mati (berat super struktur)

- Berat sendiri abutment, plat injak dan tanah timbunan.

c. Kombinasi muatan

Beban yang bekerja pada abutment dikombinasikan agar jumlah gaya-gaya (vertikal dan horizontal) dan jumlah momen dapat diperoleh baik dalam arah melintang jembatan. Dalam kombinasi inilah yang digunakan untuk mencari tegangan-tegangan pada abutment.

d. Penulangan pada bagian-bagian abutment

- Back wall

Beban yang berpengaruh adalah tekanan tanah aktif dan beban roda sebesar 10 ton. Beban ini digunakan untuk mendapatkan momen dan gaya normal guna penulangan.

- Plat injak

Muatan yang berpengaruh adalah gaya horizontal yang bersifat sementara yaitu gaya rem dan traksi serta gaya gempa bumi yang sejajar dengan sumbu memanjang jembatan. Beban ini dikombinasikan sehingga diperoleh suatu beban yang dapat digunakan untuk mendimensi tulangan pada plat injak. Dan hasil dari kombinasi muatan ini harus lebih kecil dari daya dukung friction slab.

- Wing wall

Beban yang bekerja pada wing wall adalah tekanan tanah aktif yang digunakan untuk mendapatkan momen guna penulangan. Semua bagian-bagian abutment yang dihitung tulangnya kemudian dikontrol terhadap tegangan yang terjadi.

e. Perletakan

Perletakan adalah suatu jenis konstruksi yang merupakan bahagian dari pada jembatan yang berfungsi untuk meneruskan seluruh beban-beban yang bekerja pada bangunan atas sehingga beban-beban tersebut dapat disalurkan ke bangunan bawah (pondasi). Jenis-jenis perletakan jembatan yang kita ketahui terdiri atas 2 jenis antara lain :

- Perletakan sendi

Mengenai perletakan sendi ini dapat diasumsikan untuk menerima gaya vertikal dan horizontal, yang berfungsi untuk mencegah tergesernya diatas balok penopang, maka plat penopang biasanya disisi bawahnya.

- Perletakan roll

Perletakan roll ini diasumsikan untuk menerima gaya vertikal saja, yang mencegah terjadinya pergeseran kesamping dari gelinding.

3.2.3 Teori dan Pemilihan Tipe Pondasi

Untuk memilih pondasi yang sesuai perlu diperhatikan apakah pondasi itu cocok untuk berbagai keadaan dilapangan dan apakah pondasi itu memungkinkan untuk dilaksanakan sesuai dengan pertimbangan ekonomi dan jadwal pelaksanaannya.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan macam pondasi adalah sebagai berikut :

a. Keadaan tanah pondasi

Keadaan tanah pondasi merupakan hal sangat penting dalam memilih bentuk pondasi, oleh sebab itu sebelumnya haruslah diadakan penyelidikan survei secara lengkap.

b. Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya (super struktur). Batasan-batasan akibat bangunan atas penting sekali diamati seperti kondisi beban (besar, penyebaran arah, dan lain-lain), sifat dinamis bangunan atas (statis tertentu atau statis tak tertentu, kekakuan dan sebagainya), kegunaan dan kepentingan bangunan atas, kesulitan pemeliharaan dan bahan-bahan untuk bangunan.

c. Batasan-batasan dari sekelilingnya.

Masalah ini perlu dipertimbangkan khususnya bila pekerjaan-pekerjaan konstruksi dalam kota kadang-kadang dilarang dengan metode tertentu ditinjau dari segi gangguan umum.

Dari pertimbangan-pertimbangan di atas, jelas bahwa keadaan tanah pondasi sangat penting peranannya untuk memperoleh konstruksi pondasi yang dapat terhindar bahaya yang mengganggu kestabilannya.

Adapun jenis-jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pondasi adalah sebagai berikut :5) hal. 75

- a. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah, atau 2 - 3 m di bawah permukaan tanah, maka digunakan pondasi telapak (spread foundation).
- b. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 m di bawah permukaan tanah maka digunakan pondasi tiang atau pondasi tiang apung (floating pile foundation).
- c. Bila tanah pendukung pondasi terletak sekitar 20 m di bawah permukaan tanah, maka hal ini tergantung pada penurunan yang diinginkan. Apabila tidak diperbolehkan terjadi penurunan, biasanya digunakan pondasi tiang pancang (pile driven foundation). Tetapi bila terdapat batu besar (cobble stones) pada lapisan antara maka pemakaian kaisan lebih menguntungkan.
- d. Bila tanah pendukung pondasi terletak sekitar 30 m di bawah permukaan tanah, biasanya digunakan kaisan terbuka, tiang baja atau tiang dicor ditempat. Apabila tekanan atmosfer yang bekerja ternyata $< 3 \text{ kg/cm}^3$ maka digunakan kaisan tekanan.
- e. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 40 m di bawah permukaan tanah, dalam hal ini yang paling baik adalah tiang baja atau tiang beton di cor ditempat.

3.2.4 Penggolongan Pondasi Tiang

Tiang pancang digunakan untuk suatu pondasi apabila tanah di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (bearing capacity) yang cukup

untuk memikul beban di atasnya, atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup, letaknya sangat dalam.

Pondasi tiang pada jembatan mempunyai beberapa kegunaan diantaranya :

- Meneruskan beban melalui lapisan tanah lembek ke lapisan keras (bed rock) sebagai end bearing pile.
- Meneruskan beban pada tanah lembek dengan gesekan dinding sepanjang tiang sebagai friction pile.
- Memadatkan tanah berbutir guna menaikkan daya dukung.
- Penjangkaran struktur-struktur yang mengalami gaya up lift akibat pengaruh tekanan hidrostatik.
- Memperdalam pondasi di bawah bidang scouring.
- Menahan gaya-gaya horizontal yang besar sebagai tiang miring.

Jenis-jenis pondasi tiang pancang

a. Dilihat dari bahan materialnya pondasi tiang pancang dibedakan atas 3 jenis antara lain :

- Pondasi tiang pancang kayu

Pondasi ini sudah digunakan beberapa abad yang lalu dan paling ekonomis, namun mempunyai beberapa kelemahan diantaranya panjangnya terbatas, mudah rusak karena diserang serangga atau pada saat pemancangan. Penggunaan pondasi ini sudah kurang umum dan hanya digunakan untuk konstruksi-konstruksi semi permanen sementara.

- Tiang pancang baja

Tiang pancang baja pada umumnya mempunyai bentuk seperti pipa atau profil

H. Tiang pipa baja dapat diisi beton setelah dipancangan sehingga dapat

meningkatkan daya dukung tanah. Pada tanah dengan lensa-lensa tipis, tiang pancang profil H dapat digunakan untuk menembus lapisan kers. Kedua jenis tiang pancang ini mempunyai kapitalis dukung yang tinggi jika dibandingkan dengan tiang-tiang lainnya. Namun salah-satu kerugian tiang pancang baja adalah mudah korosi jika digunakan didaerah laut.

Tiang pancang ini merupakan suatu tiang pancang dari pipa baja yang dipilih oleh penulis sebagai alternatif perencanaan. Tipe ini sesuai dengan pemilihan tipe pondasi berdasarkan hasil penyelidikan lapangan (geological boring log) yang telah dilakukan untuk membantu tim perencana review design dalam mengambil keputusan tentang pemilihan jenis pondasi dan kedalaman pondasi yang optimal.

Jadi pemakaian tiang pancang ini akan sangat berfaedah apabila kita memerlukan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar. Kekurangan tiang pancang baja ini adalah terhadap karat (korosi). Pondasi tiang pancang baja dipakai dalam hal-hal sebagai berikut :

- a. Jika pada lokasi bangunan terdapat lapisan pasir yang tebal atau pada kedalaman tertentu terdapat lapisan pasir dan kerikil, yang diperkirakan bahwa untuk tiang beton tidak dapat ditembus.
- b. Jika diinginkan daya dukung yang tinggi.

Pondasi tiang ini mudah disambung sehingga cocok untuk tanah yang bervariasi dalamnya atau membutuhkan tiang pancang yang panjang.



- Tiang pancang beton

Tiang panjang beton dapat berupa tiang beton pracetak atau dicor ditempat. Tiang panjang beton pracetak dapat dipabrikasi dengan bentuk bulat, persegi, segitiga, normal, atau ortogonal. Tiang panjang beton pracetak dapat diberi tulang prategang. Salah satu kerugian tiang pancang beton pracetak adalah masalah pabrikan dan transportasi kelokasi pekerjaan. Tiang pancang beton pracetak memerlukan waktu perawatan setengah dipabrikasi sampai pada pemancangannya dan dalam transportasinya memerlukan peralatan berat. Tiang beton cor di tempat dapat dibuat dengan tipe cased atau tipe uncased. Tipe konstruksi cased dapat dibuat dengan memasukkan suatu shell (casing) kemudian beton dicor dan casing tersebut dibiarkan tertanam dengan bertonnya, sedang tipe konstruksi uncased sama seperti tipe konstruksi cased namun beberapa saat setelah beton dicor, saringannya saja ditarik keluar. Pada tipe konstruksi uncased boleh juga tiang pancang beton dicor di luar, setelah kering baru dipancang. Tiang beton dicor di tempat dapat disesuaikan dengan panjang tiang yang dibutuhkan, berbeda dengan tiang pancang beton pracetak yang sudah ditentukan dalam pabrikasinya.

b. Macam pondasi tiang pancang berdasarkan daya dukung tanah9) hal. 2

- Tiang pancang tahanan ujung (end bearing pile).

Kekuatan tiang pancang tahanan ujung didasarkan pada daya dukung tanah yang terletak pada ujung tiang. Tiang pancang ini dipancang sampai pada lapisan tanah keras (lempung keras sampai batu-batuan tetap yang keras) yang mana lapisan tersebut dianggap mampu memikul beban yang dilimpahkan ke tiang pancang itu.

- Tiang pancang gesekan (friction pile)

Kekuatan tiang pancang didasarkan pada perlawanan geser yang bekerja di sekeliling tiang. Tiang ini digunakan bila lapisan tanah keras terletak sangat dalam. Jika pembuatan dan pemancangan tiang agak sukar untuk mencapai lapisan tanah keras maka dapat digunakan tiang pancang yang daya dukungnya berdasarkan pelekatan antara dinding tiang dan tanah.

- Tiang pancang tahanan ujung dan tiang pancang gesekan (end bearing and friction pile).

Cara ini adalah kombinasi dari kedua cara di atas, digunakan bila tiang pancang sampai ke lapisan tanah keras. Daya dukung tiang terhadap ujung dan gesekan dinding tiang dengan tanah perlu sekali diperhitungkan pada cara kombinasi ini.

Gerusan (Scouring)

Pada suatu perencanaan jembatan yang membentang di atas sungai perlu diperhatikan perubahan dasar sungai akibat pengerusan. Persoalan mengenai pengerusan pada abutment dan pier jembatan sudah lama dipelajari, tetapi belum ada penaksiran secara tepat yang memuaskan walaupun penafsiran dalamnya pengerusan telah dapat diperoleh.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Andru, didapat cara penaksiran dalamnya pengerusan dengan rumus :5) hal. 307

$$d_s = 0,8h \dots \dots \dots (3.4)$$

Di sini, d_s = Dalamnya pengerusan

h = Kedalaman air banjir rencana

Cara ini sering digunakan dan hanya menimbulkan sedikit kesulitan untuk mendapatkan angka pendekatan tersebut karena penelitiannya dilakukan pada sungai yang berpasir. Walaupun persamaan di atas tidak ada hubungannya dengan faktor-faktor seperti material dasar sungai, kecepatan aliran dan bentuk pasir pier, tetapi nilai yang diperoleh dengan rumus tersebut ternyata sesuai dengan hasil dari berbagai percobaan dan penelitian.

pier, tetapi nilai yang diperoleh dengan rumus tersebut ternyata sesuai dengan hasil dari berbagai percobaan dan penelitian.

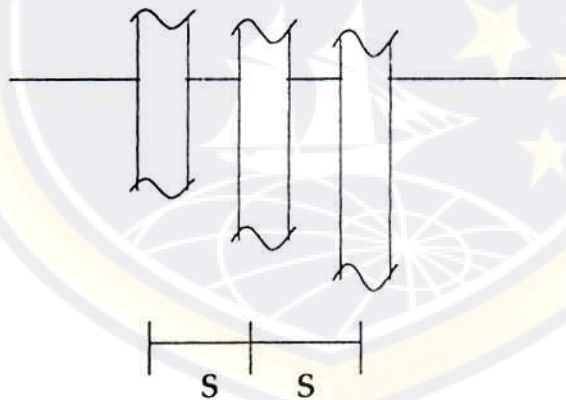
Salah satu usaha penanggulangan terhadap bahaya pengerusakan pada daerah sekitar abutment dan pier jembatan yaitu dengan cara konsolidasi di sekitar tumpuan tersebut. hal ini dilaksanakan dengan memasang material seperti batu-batu besar, bronjong/riprap atau balok beton yang mampu menahan gaya tarikan, yang mana material ini akan melesak secara alamiah dan dapat menyesuaikan diri dengan dasar sungai, walaupun daerah disekitar material tergerus. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor dianggap bahwa daerah yang dilindungi berkisar 1,5 kali dalamnya air banjir.

3.3 Daya dukung kelompok tiang

Pada dasarnya pondasi tiang jarang dijumpai berdiri sendiri (Single Pile) tetapi hampir dalam setiap kondisi dijumpai tiang bekerja berkelompok (Pile Group) untuk meneruskan beban kedalam tanah pendukung, namun demikian perlu diperhatikan jangan sampai terjadi tegangan over lapping dari masing-masing tiang akibat terlalu rapat.

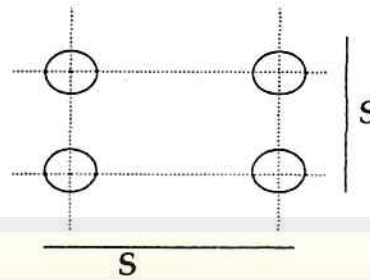
Pengaturan jarak tiang menurut Dirjen Bina Marga Departemen PUTL, diisyaratkan9) hal. 51

- a. Untuk menghindari kelompok tiang yang telah dipancang terlebih dahulu terangkat akibat desakan tiang yang dipancang terlalu berdekatan, maka diambil : $S \geq 2,5$ diameter tiang



Gambar III. 3 Spasi Tiang

- b. Dari segi ekonomis dalam perencanaan footing (tumpuan konstruksi poer) sebaiknya jarak tiang diambil : $S = 3$. Diameter tiang



Gambar III. 4 Denah Spasi Tiang

c. Jarak antara dua tiang yang saling berdekatan dapat diambil :

- Maksimum = 2 . d meter
- Minimum = 0,60 . d meter

Sebagai pertimbangan efisiensi dari kelompok tiang.

Telah ditetapkan jarak masing-masing tiang, maka beban yang bekerja pada kelompok tiang akan menerima tekanan dalam dua keadaan yaitu :

a) Kelompok tiang menerima beban sentris atau beban terpusat, yang dihitung sebesar : 9) hal. 53

$$N = \frac{\Sigma V}{n} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana : N = Beban yang diterima oleh setiap tiang pancang

ΣV = Resultante gaya normal

n = Jumlah tiang

Sumber : Sarjono HS, Ir. Pondasi Tiang Pancang

- b) Kelompok tiang menerima beban eksentris yaitu beban sentris ditambah akibat beban Momen karena konstruksi footing (tumpuan kaki), yang besarnya dihitung sebesar :9) hal. 53

$$P_{\max} = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{M.X_{\max}}{n_y \cdot x^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

P_{\max} = Beban maximum yang diterima oleh tiang pancang

$$P_{\max} = \frac{Mx'}{\Sigma x^2} + \frac{Mx'}{2 \cdot \Sigma x^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

ΣV = Jumlah total beban vertikal (beban normal)

X_{\max} = Absis max, yaitu jarak terjauh tiang ke titik berat kelompok tiang

n_y = Jumlah tiang pada sumbu y, tegak lurus bidang momen.

Σx^2 = Jumlah kwadrat untuk jarak tiang-tiang ke pusat berat kelompok tiang.

Sumber : sarjono HS, Ir. Pondasi Tiang Pancang

- c) Kelompok tiang yang menerima beban normal sentris dan momen yang bekerja pada dua arah, sebesar :9) hal. 55

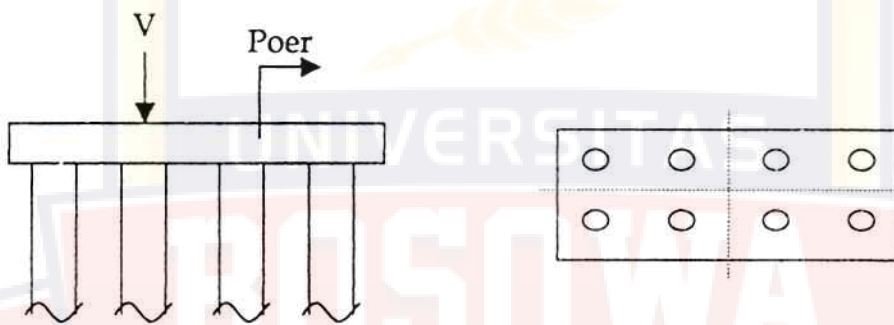
$$P_{\max} = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{M.X_{\max}}{n_y \cdot \Sigma x^2} \pm \frac{M.X_{\max}}{n_y \cdot \Sigma y^2} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana $n_y =$ Jumlah tiang pada arah x

$Y^2 = x^2 =$ Jumlah kwadrat absis dan ordinat-ordinat tiang pancang.

Sumber : Sarjono HS, Ir. Pondasi Tiang Pancang

Dari rumus-rumus di atas dapat dijelaskan dengan gambar-gambar berikut.

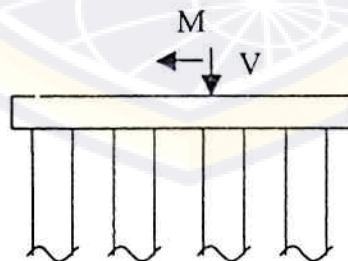


Gambar : III. 5 Kelompok Tiang dengan Beban Normal Sentris

- Kelompok tiang pancang yang menerima beban normal eksentris

1. Akibat beban normal sentris9) hal. 53

$$P_v = \frac{V}{n} \dots\dots\dots(3.9)$$



Gambar III. 6 Kelompok Tiang dengan Beban Normal Eksentris .

2. Akibat beban momen. Karena poer dianggap kaku sempurna maka momen dibagikan ketiang-tiang pancang yang terjauh dari titik berat kelompok tiang akan menerima beban yang maksimum dan minimum6) hal. 54

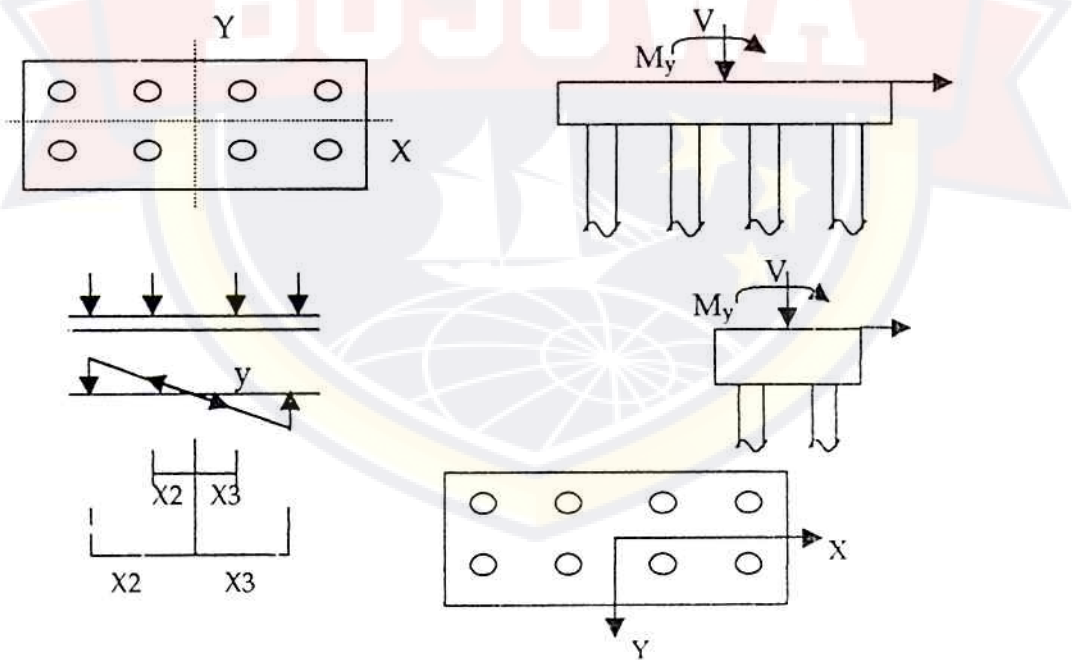
$$P_2 : P_1 = X_2 : X_1 \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

$$P_2 = \frac{X_2}{X_1} P_1; P_3 = \frac{X_3}{X_2} P_1 \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

$$P_4 = \frac{X_2}{X_1} P_1 \quad \dots\dots\dots(3.12)$$

$$M = P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2 + P_3 \cdot X_3 + P_4 \cdot X_4$$

$$= P_1 \cdot X_1 + \frac{P_1 \cdot X_2^2}{X_1} + \frac{P_1 \cdot X_3^2}{X_1} + \frac{P_1 \cdot X_4^2}{X_1} \quad \dots\dots\dots(3.13)$$



Gambar III.7 Kelompok Tiang dengan Beban Normal Sentris dan Momen

- Kelompok tiang pancang yang menerima beban normal sentris dan momen yang bekerja pada dua arah.6) hal. 57

$$P_{\max} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{\max}}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{\max}}{n_x \cdot \sum Y^2} \dots\dots\dots(3.14)$$

Sumber : Sarjono HS, Ir. Pondasi Tiang Pancang

3.4 Daya Dukung Tiang Terhadap Gaya Vertikal

Perlawanan tiang dihitung berdasarkan pada sifat tanah dasar pondasi, dan dapat dihitung menggunakan metode statis maupun dinamis. Dalam hal ini pada perhitungan *tiang* khususnya konstruksi Jembatan Sungai Karejo disesuaikan dengan hasil penyelidikan tanah yakni dari data sekunder Sondir dihitung sebagai berikut :

- a. Berdasarkan kekuatan bahan tiang9) hal. 32

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}} \dots\dots\dots(3.15)$$

Di mana :

P_{tiang} = Kekuatan izin tiang (kg)

σ_{bahan} = Tegangan izin bahan (kg/cm²)

Sumber : Sarjono HS, Ir. Pondasi Tiang Pancang

- b. Berdasarkan daya dukung tanah atau kekuatan tanah

Sesuai hasil penyelidikan tanah yaitu dari data sekunder Sondir yang dilakukan maka dapat dihitung dengan rumus :9) hal. 33

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \times q_c}{3} \dots\dots\dots(3.16)$$

Dimana :

Q_{tiang} = Daya dukung tiang (Ton)

q_c = Nilai sondir (Kg/Cm²)

A = Luas penampang tiang (cm²)

Faktor koreksi kelompok tiang

- Metode Uniform Building Code dari AASTHO :9) hal. 67

$$Eff_{\text{Tiang}} = 1 - \frac{\theta}{90^\circ} \cdot \left(\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right) \dots\dots\dots(3.17)$$

- Metode Los Angeles Group / Action Formula

$$Eff_{\text{Tiang}} = 1 - \frac{d}{s \cdot m \cdot n} \cdot [m(n-1) + n(m-1) \sqrt{2(m-1)(n-1)}] \dots\dots\dots(3.18)$$

Dimana :

Eff. Tiang = Effisiensi kelompok tiang

θ = Arc. Tg d/s (dalam derajat)

n = Jumlah tiang dalam 1 baris

m = Jumlah baris

d = Diameter tiang (meter)

s = Jarak antara tiang (meter)

Sumber : Sarjono HS, Ir. Pondasi Tiang Pancang

Nomor : B. 09/P/Unibos/VII/2023
 Lampiran : 1 Rangkap
 Perihal : Permohonan mengikuti Konferensi Perpustakaan Digital Indonesia

Kepada Yth.
Rektor Universitas Bosowa
 Di - Tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka ikut mendorong percepatan layanan berbasis digital di lingkup Universitas Bosowa, Perpustakaan Nasional RI bekerjasama dengan Forum Perpustakaan Digital Indonesia dan Universitas Brayjaya Malang mengundang Perwakilan Perpustakaan Universitas Bosowa untuk mengikuti kegiatan "Konferensi Perpustakaan Digital Indonesia ke-14" yang akan dilaksanakan pada tanggal 9-11 Agustus 2023 bertempat di Hotel Atria Malang, Jawa Timur. Sehubungan dengan hal tersebut, kami memohon kepada Bapak Rektor kiranya dapat memfasilitasi agar kami dapat mengikuti kegiatan tersebut.

Adapun rincian biaya sebagai berikut:

		Jumlah
1	Biaya Registrasi	1 orang
2	Tiket Pesawat PP (Mks-Surabaya)	1 Orang
3	Uang Saku	1 Orang
4	Transportasi	1 Orang
		Rp. 3.750.000
		Rp. 2.500.000
		Rp. 1.000.000
		Rp. 1.000.000
		Rp. 9.600.000

Untuk biaya registrasi dapat ditransfer ke Rek. Bank Mandiri 1440023747170 a.n Panitia **KPDI 14 Tahun 2023**. Bersama ini pula kami lampirkan surat undangan dan brosur acara. Demikian permohonan kami, atas bantuan dan kebijaksanaan Bapak dapat diucapkan banyak terima kasih.

Makassar, 15 Juli 2022
 Kepala Perpustakaan Pusat

Nanang Hermawan, S.IP., M.IP



SEKOLAH MANAJEMEN EKONOMI DAN TEKNOLOGI
STIKES DATU KAMANNRI
 JALAN MITRA BANGSA NO. 100
 KEMBARAN
 S.1. Kepala Perpustakaan & Kearsifan

Di-

Tempat

Rektor Universitas Bosowa Makassar

3.5 Daya Dukung Tiang Terhadap Gaya Horizontal

Perlawanan tiang terhadap gaya horizontal yang bekerja pada abutment jembatan harus mempunyai daya dukung mendatar yang ditentukan berdasarkan pergeseran normal.

Daya dukung mendatar yang diizinkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :5) hal. 106

a. Pada tiang menonjol di atas tanah

$$H_a = \frac{4 \cdot EI \cdot D^3}{1 + \beta \cdot h} \cdot \delta a \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

b. Pada tiang-tiang yang terbenam di dalam tanah

$$H_a = \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta a \quad \dots\dots\dots(3.20)$$

Dimana :

El = Kekakuan lentur (kg/cm⁻¹)

Eo = Modulus deformasi tanah pondasi

h. = Panjang tiang yang menonjol ke atas tanah (cm)

D = Diameter tiang (cm)

K = Koefisien reaksi lapisan tanah di bawah permukaan dalam arah.

$\beta = 4\sqrt{(k \cdot D) / 4EI}$ (cm⁻¹)

δ = Besarnya pergeseran normal (cm)

= 1,0 (untuk keadaan normal)

= 1,5 (untuk keadaan ada gempa)

Sumber : Kazuto Nakasawa, Dr. Ir. Suyono Sasrodarsono. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi.



Sedangkan perkiraan koefisien k dari reaksi tanah dalam arah mendatar menurut standard teknik di Jepang, dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$k = k_0 \cdot y^{1/2} \dots\dots\dots (3.22)$$

$$k_0 = \{0,2 \cdot E_0 \cdot D^{-3/4}\} \cdot Y^{-1/2} \dots\dots\dots (3.23)$$

$$= \{0,2 (28 N) D^{-3/4}\} \cdot Y^{-1/2} \dots\dots\dots (3.24)$$

Dimana :

- k_0 = Merupakan harga k, jika pergeseran dibuat sebesar 1 cm (kg/cm^3)
- y = Besarnya pergeseran yang akan dicari (cm)
- N = Modulus horizontal, dapat ditentukan berdasarkan tabel III.5

Sumber : Kazuto Nakasawa, Dr. Ir. Suyono Sasrodarsono. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi.

Tabel III.5 Faktor N

Schmertmann suggests the following values for N .	
Silts, sandy silts, and slightly cohesive silty sands:	$N \approx 2$
Clean fine to medium sands, slightly silty sands:	$N \approx 3.5$
Coarse sands and sands with a little gravel:	$N \approx 5$
Sandy gravel and gravels:	$N \approx 6.$

Sumber : Tomlison MJ C Eng.Fico, Engineering Struktur

Daya Dukung Tiang Miring

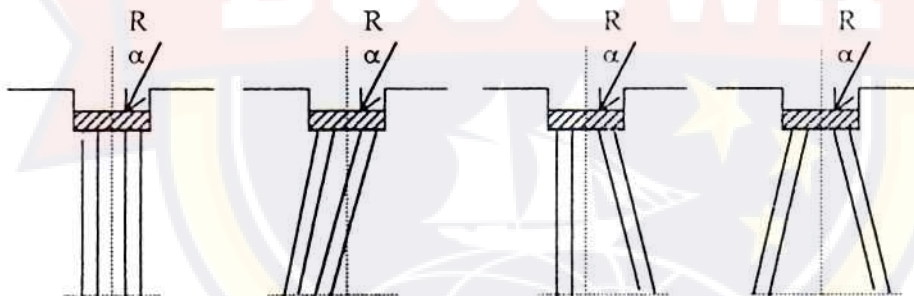
Tiang merupakan konstruksi yang ramping sehingga tidak akan mampu menerima gaya-gaya yang cukup besar, yang bekerja tegak lurus terhadap sumbernya. Oleh karena itu tidak ekonomis bila menggunakan tiang-tiang vertikal saja untuk menahan gaya-gaya horizontal, sehingga dalam hal ini perlukan tiang miring.

Beresantsew (1961) memberikan rekomendasi syarat untuk tiang miring sebagai berikut : 9) hal. 25

Jika $\alpha \leq 5^\circ$ digunakan tiang vertikal

Jika $5^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$ digunakan tiang miring satu arah (Butter Pile)

Jika $\alpha > 15^\circ$ digunakan tiang miring dua arah (Dead Men).



Gambar III.8 Pondasi Tiang Miring

*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

TUGAS AKHIR



BAB IV

PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN BANGUNAN
BAWAH (SUB STRUKTUR JEMBATAN SUNGAI KAREJO)

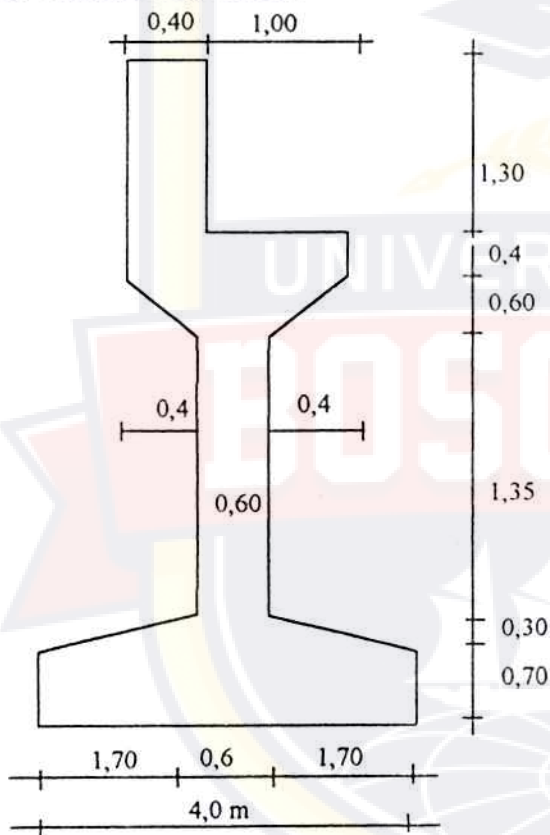
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003

BAB IV

PERHITUNGAN DAN PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH SUBSTRUKTUR JEMBATAN SUNGAI KAREJO

4.1. Perencanaan Abutment

A. Dimensi Abutment

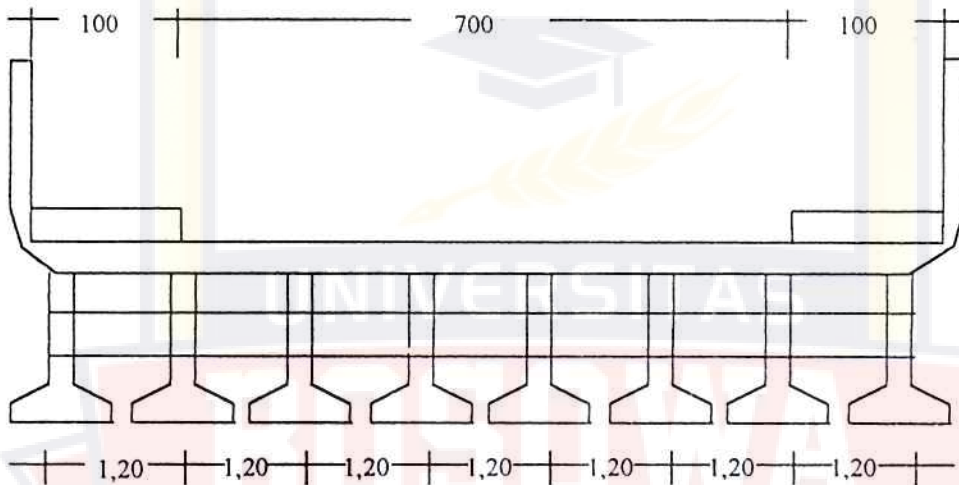


Gambar IV.1. Dimensi Abutment

Data-data perencanaan :

- Elevasi muka air banjir = 13,225 m
- Elevasi muka air normal = 11,050 m
- Tinggi perletakan = 0,20 m

- Elevasi tanah pada pinggir abutmen = 13,723 m
- Panjang abutmen = 10,0 m
- Tebal sayap abutmen = 0,30 m
- Data bangunan atas (super struktur)



Gambar IV.2. Rencana penampang melintang super struktur

Perencanaan super struktur diperoleh data-data sebagai berikut :

- Tipe jembatan = Beton bertulang biasa
- Benteng = 16,0 m
- Jalan kelas = I
- Lebar lantai kendaraan = 7,0 m
- Lebar trotoar = 1,0 m x 2 (kiri – kanan)
- Jarak gelagar utama = 1,20 m
- Jumlah gelagar utama = 8 buah
- Jarak antara balok diafragma = 5 m



B. Beban yang Bekerja Pada Abutmen

1. Bangunan atas

a. Beban Mati

Akibat lantai kendaraan

- Berat sendiri lantai kendaraan (20 cm)

$$\frac{16,0}{2} (0,20 \times 7,0 \times 2,5) = 28 \text{ ton}$$

- Berat aspal (5 cm)

$$\frac{16,0}{2} (0,050 \times 7,0 \times 2,0) = 5,6 \text{ ton}$$

- Berat air hujan (5 cm)

$$\frac{16,0}{2} (0,050 \times 7,0 \times 1,0) = 2,8 \text{ ton}$$

Akibat lantai trotoar

- Berat sendiri lantai (20 cm)

$$2 \cdot \frac{16}{2} (0,20 \times 1,0 \times 2,5) = 8,0 \text{ ton}$$

- Berat beton pengisi (20 cm)

$$2 \cdot \frac{16}{2} (0,20 \times 1,0 \times 2,2) = 7,04 \text{ ton}$$

- Berat pipa sandaran

Digunakan pipa sandaran dari baja Ø2" dengan tebal 4 mm dan jarak antara tiang sandaran = 2 m

$$2 \cdot \frac{16,0}{2} (2 \times 0,004616) = 0,1477 \text{ ton}$$

- Berat tiang sandaran (8 buah tiang sandaran)

$$2 \cdot \frac{8}{2} (0,10 \times 0,15 \times 2,5) = 0,30 \text{ ton}$$

Akibat berat gelagar utama :

- Berat sendiri gelagar (balok beton bertulang)

$$\frac{14,00}{2} \times 8 = 56 \text{ ton}$$

- Berat balok diafragma

$$= (0,5 \times 0,3 \times 0,9 \times 2,5) \times 7 \times 5 = 11,8125 \text{ ton}$$

Jadi total beban mati untuk satu abutmen yaitu = 119,7002 ton

b. Beban hidup

Sesuai dengan peraturan muatan jembatan jalan raya No 12/1978 digunakan 100% muatan "D" berlaku untuk lebar jalan = 5,5 m selebihnya 50%. Muatan "D".

Koefisien kejut

$$K = 1 - \frac{20}{50 - L}$$
$$= 1 - \frac{20}{50 - 16} = 0,4117 \text{ ton}$$

1) Beban jalur

$$q_{ll} = 2,2 \text{ ton/m/jalur}$$

$$q_{ll} = 2,2 \times \frac{\text{Jarak gelagar}}{\text{Lebar satu jalur}} \times \alpha$$

$$= 2,2 \times \frac{1,20}{2,75} \times 1,0 = 0,96 \text{ ton}$$

$$= 960 \text{ kg.m}$$

$$Q = \frac{16}{2} \times 960 \times 7$$

$$= 53760 \text{ kg} = 53,76 \text{ ton}$$

2) Beban garis

$$P = 12 \text{ ton/jalur}$$

$$P' = 12 \times \frac{\text{Jarak gelagar}}{\text{Lebar satu jalur}} \times \alpha \times K$$

$$= 12 \times \frac{1,20}{2,75} \times 1,0 \times 0,4117$$

$$= 2,1558 \text{ ton}$$

$$= 2155,810 \text{ kg}$$

$$Q = \frac{1}{2} \times 2155,8109 = 1077,9054 \text{ kg}$$

$$= 1,0779 \text{ ton}$$

3) Beban hidup pada trotoar $q_2 = 500 \text{ kg/m}^2$

$$Q_3 = \frac{16}{2} (2 \times 500 \times 1,0)$$

$$= 13750 \text{ kg}$$

$$= 13,75 \text{ ton}$$

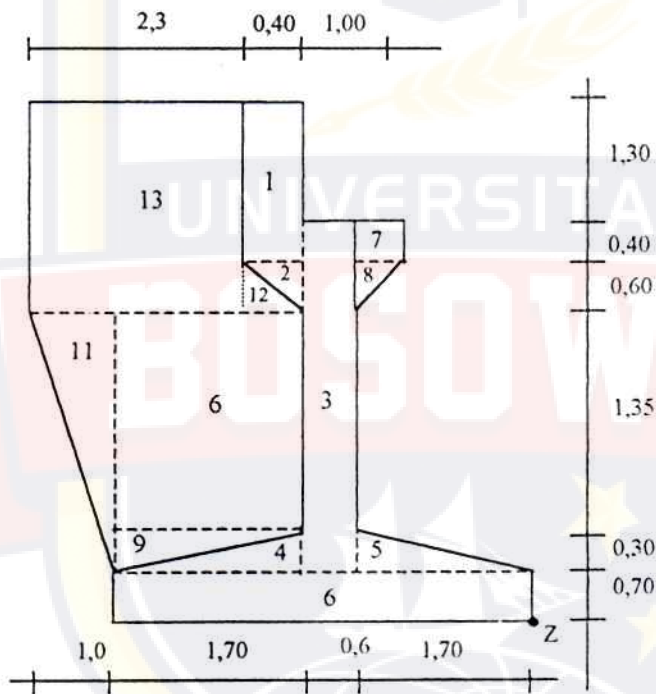
Total beban hidup untuk abutmen yaitu = 68,5879 ton.

Jadi total beban yang bekerja pada tiap pangkal abutmen (P) yaitu :

= Total beban mati + total beban hidup

= 19,7002 + 68,5879 = 188,288 ton

2. Bangunan bawah



Gambar IV.3. Ukuran Penampang Abutmen

a. Perhitungan berat sendiri abutmen

Tabel IV.1 Berat sendiri abutmen

No.	Berat Abutmen	Jarak Titik Z		Momen terhadap titik Z	
		X (M)	Y (M)	MG _X (t.M)	MG _Y (t.M)
1.	0,40 x 1,70 x 10,0 x 2,5 = 17,0	2,5	3,8	42,5	64,6
2.	½ x 0,40 x X 0,60 x 10 x 2,5 = 3,0	2,433	2,75	7,299	8,25
3.	0,60 x 2,65 x 10 x 2,5 = 39,75	2,0	2,025	79,5	80,494
4.	½ x 1,70 x 0,30 x 10 x 2,5 = 6,375	3,433	0,8	21,885	5,1
5.	½ x 1,70 x 0,30 x 10 x 2,5 = 6,375	1,133	0,8	7,223	5,1
6.	4,0 x 0,70 x 10 x 2,5 = 70,0	2,0	0,35	140	24,5
7.	0,40 x 0,40 x 10 x 2,5 = 4,0	3,15	1,5	12,6	6
8.	½ x 0,4 x 0,6 x 10 x 2,5 = 3,0	1,433	2,75	4,299	8,25
ΣG = 149,5				ΣMG _X = 315,306	ΣMG _Y = 202,294

Sumber : Hasil perhitungan

Jarak titik berat terhadap titik Z

$$X_G = \frac{\sum MG_X}{\sum G} = \frac{315,306}{149,5} = 2,10907 \text{ m}$$

$$Y_G = \frac{\sum MG_Y}{\sum G} = \frac{202,294}{149,5} = 1,35314 \text{ m}$$

b. Perhitungan berat sayap pada Abutmen

Tabel IV.2 Berat sayap pada abutmen

No.	Berat Sayap (S ton)	Jarak Titik Z		Momen terhadap titik Z	
		X (M)	Y (M)	MS _X (t.M)	MS _Y (t.M)
9.	2 (½ x 1,70 x 0,3 x 0,3 x 2,5) = 0,3825	3,4333	0,8	1,3132	0,306
10.	2 (1,7 x 1,35 x 0,3 x 2,5) = 3,4425	3,15	1,675	10,8439	5,7662
11.	2 (½ x 1,0 x 1,65 x 0,3 x 2,5) = 1,2375	4,333	1,8	5,3621	2,2275
12.	2 (½ x 0,4 x 0,6 x 0,3 x 2,5) = 0,180	2,4333	2,75	0,43799	0,495
13.	2 (2,30 x 0,30 x 0,3 x 2,5) = 7,935	3,85	3,5	30,5497	27,7725
ΣS = 13,1775				ΣMS _X = 48,5068	ΣMS _Y = 36,5672

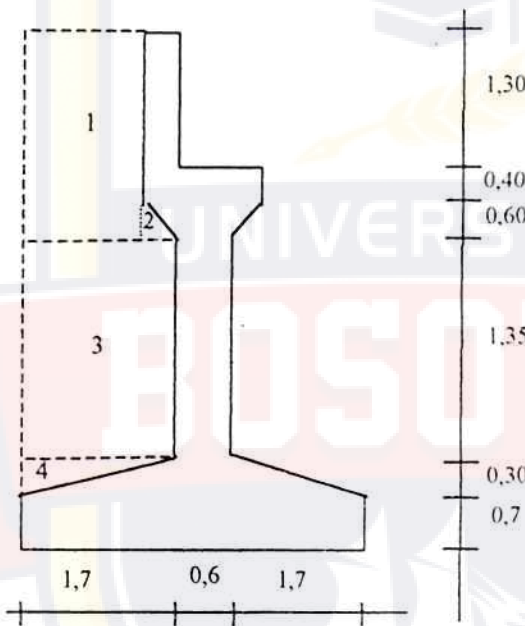
Sumber : Hasil perhitungan

Jarak titik berat terhadap titik Z

$$X_s = \frac{\sum MS_x}{\sum S} = \frac{48,5068}{13,1775} = 3,6810 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{\sum MS_y}{\sum S} = \frac{36,5672}{13,1775} = 2,7749 \text{ m}$$

c. Perhitungan berat tanah timbunan



Gambar IV.4. Berat tanah timbunan

Tabel IV.3 Berat tanah timbunan

No.	Berat tanah timbunan	Jarak Titik Z		Momen terhadap titik Z	
		X (M)	Y (M)	MW _x (t.M)	MW _y (t.M)
1.	1,3 x 2,3 x 9,4 x 1,80 = 50,5908	3,35	3,5	169,4792	177,0678
2.	½ x (0,4 x 0,6 x 9,4) x 1,8) = 2,0304	2,566	2,55	5,2100	5,1775
3.	2,3 x 3,70 x 9,4 x 1,80 = 143,9892	3,15	1,675	122,3189	65,0426
4.	½ (2,3 x 0,3 x 9,4 x 1,80) = 5,8374	3,433	0,800	14,8120	3,4517
ΣW = 95,7672				Σ MW _x = 311,8201	Σ MW _y = 250,7396

Sumber : Hasil perhitungan

$$X_w = \frac{\sum MW_x}{\sum W} = \frac{311,8201}{95,7672} = 3,2560 \text{ m}$$

$$Y_w = \frac{\sum MW_y}{\sum W} = \frac{250,7396}{95,7672} = 2,6182 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan berat dan titik berat a, b dan c maka diperoleh :

$$\begin{aligned}\sum W_{\text{total}} &= 149,5 + 13,1775 + 95,7672 \\ &= 258,4447 \text{ ton}\end{aligned}$$

Jarak titik berat total :

$$\sum X = \frac{149,5 \times 2,10907 + 13,1775 \times 3,6810 + 95,7672 \times 3,2560}{258,4447}$$

$$= \frac{315,306 \times 48,5068 + 311,8201}{258,4447}$$

$$= 2,6142 \text{ m}$$

$$\sum Y = \frac{149,5 \times 1,3531 + 13,1775 \times 2,7749 + 95,7672 \times 2,6182}{258,4447}$$

$$= \frac{202,294 \times 36,5672 + 250,7369}{258,4447}$$

$$= 1,8944 \text{ m}$$

3. Akibat gaya rem dan traksi

Pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban hidup pada ketinggian 2,00 m diatas permukaan lantai kendaraan.

$$R_m = 5\% (P + q)$$

$$= 5\% (1,0779 + 53,76)$$

$$= 2,7419 \text{ ton}$$

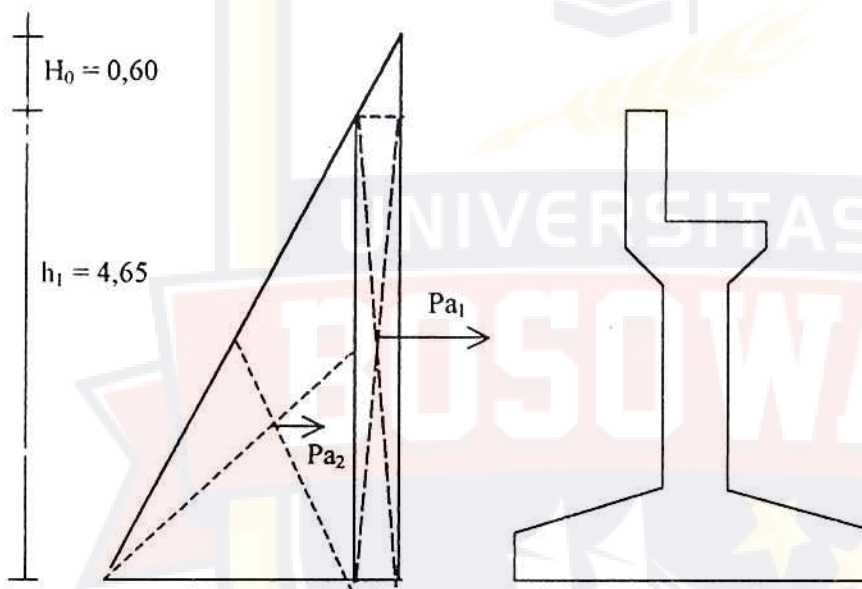
4. Akibat gaya gesek

Diambil 1% dari beban mati

$$Gq = 0,01 \cdot 119,7002$$

$$= 1,197002 \text{ ton}$$

5. Akibat tekanan tanah



Gambar IV.5. Tekanan tanah pada abutmen

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \beta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\alpha + \beta) \cdot \cos(\alpha + \delta)}} \right\}}$$

Untuk pasir urugan dengan kepadatan sedang diambil.

$$\varnothing = 30^\circ \quad ; \quad \delta = 0^\circ \quad ; \quad \beta = 0^\circ$$

$$\theta = 0 \quad ; \quad \alpha = 0^\circ \quad ; \quad \sigma_1 = 1,8 \text{ t/m}^3$$

Sehingga diperoleh :

$$K_a = \frac{\cos^2(30^\circ - 0)}{\cos \cdot 0 \cdot \cos(0 + 0) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(30 + 0) \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos(0 + 0) \cdot \cos + (0 + 0)}} \right\}}$$
$$= \frac{0,7500}{1 \cdot (1 + \sqrt{0,25})^2} = 0,333$$

atau

$$K_a = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ}$$
$$= \frac{1 - 0,50}{1 + 0,50} = 0,333$$

Besarnya tekanan tanah pada abutmen adalah :

$$Pa_1 = h_0 \cdot h_1 \cdot \sigma_t \cdot k_a \cdot B$$
$$= 0,6 \cdot 4,65 \cdot 1,80 \cdot 0,333 \cdot 10$$
$$= 16,7233 \text{ ton}$$

$$Ma_1 = Pa_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot h_1$$
$$= 16,7233 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,65$$
$$= 38,8817 \text{ ton.m}$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} (h_1)^2 \cdot \sigma_t \cdot k_a \cdot B$$
$$= \frac{1}{2} (4,65)^2 \cdot 1,80 \cdot 0,333 \cdot 10,0$$
$$= 64,8026 \text{ ton}$$

$$Ma_2 = Pa_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot h_1$$
$$= 64,8026 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,65$$
$$= 150,6660 \text{ ton.m}$$

6. Akibat beban angin

Beban angin bekerja secara horizontal dan tegak lurus terhadap sumbu memanjang (q) = $150 \text{ kg/m}^2 = 0,15 \text{ t/m}^2$

a. Pada bangunan atas = $1,5 \cdot 100\% \cdot q \cdot T \cdot \frac{1}{2} \cdot L$

$$= 1,5 \cdot 100\% \cdot 0,15 (1,10 + 0,2) \cdot \frac{16}{2}$$
$$= 2,34 \text{ ton}$$

b. Pada beban hidup = $100\% \cdot q \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot L$

$$= 100\% \cdot 0,15 \cdot 2 \cdot \frac{16}{2}$$
$$= 2,4 \text{ ton}$$

Total beban angin = $0,34 + 2,4 = 4,74 \text{ ton}$

7. Gaya akibat beban gempa (G_h)

Pengaruh gempa bumi pada jembatan dianggap bekerja pada dua arah yaitu :

- Searah sumbu memanjang jembatan
- Tegak lurus sumbu memanjang jembatan

Gaya gempa bumi dihitung berdasarkan rumus :

$$K = E \cdot G$$

Dimana :

E = Koefisien gempa bumi berdasarkan jenis pondasi dan arah gempa lokasi jembatan yaitu = 0.12

G = Berat beban mati yang ditinjau

K = Gaya gempa

Sehingga besarnya gaya gempa bumi adalah :

- Searah sumbu memanjang jembatan

$$H//Gb_1 \text{ (bangunan atas)} = 0,12 \cdot 119,7002 = 14,3640 \text{ ton}$$

$$H//Gb_2 \text{ (abutmen)} = 0,12 \cdot 1490 = 17,88 \text{ ton}$$

$$H//Gb_3 \text{ (tanah timbunan)} = 0,12 \cdot 95,7672 = 11,4921 \text{ ton}$$

$$H//G = 43,7361 \text{ ton}$$

- Searah lurus sumbu memanjang jembatan

$$H\perp Gb_1 \text{ (bangunan atas)} = 0,12 \cdot 119,7002 = 14,3640 \text{ ton}$$

$$H\perp Gb_2 \text{ (abutmen)} = 0,12 \cdot 1490 = 17,88 \text{ ton}$$

$$H\perp Gb_3 \text{ (sayap)} = 0,12 \cdot 13,1775 = 1,5813 \text{ ton}$$

$$H\perp G = 33,8253 \text{ ton}$$

A. Kombinasi muatan

1. Kombinasi muatan I 100%

$$M + H + K + Ta + Tu$$

2. Kombinasi muatan II 125%

$$M + Ta + AH + Gg + A + SR + Tm$$

3. Kombinasi muatan III 140%

$$\text{Kom. I} + Rm + Gg + A + SR + T$$

4. Kombinasi muatan IV 150%

$$M + Gh + Gg$$

Selanjutnya hasil perhitungan kombinasi muatan tersebut diatas ditabelkan sebagai berikut :

Pembebanan Pada Abutmen

Tabel IV.4. Muatan Pembebanan Pada Abutmen

No.	Jenis Muatan/Beban	Berat Muatan/Beban (T)			Jarak ke Titik Z	
		V (T)	H// (T)	H ⊥ (T)	X (m)	Y (m)
1.	Beban mati (M)					
	- Bangunan atas	119,7002	-	-	2,0	-
	- Abutmen	149,00	-	-	2,10907	-
	- Sayap abutmen	13,1775	-	-	3,6810	-
	- Tanah timbunan	95,7672	-	-	3,2560	-
2.	Beban hidup (H + K)	68,5879	-	-	2,0	-
3.	Tanah jarak (Ta)					
	- Pa ₁	-	16,7233	-	-	2,325
	- Pa ₂	-	64,8026	-	-	3,10
4.	Tekanan angin					
	- Bangunan atas	-	-	2,34	-	4,0
	- Beban hidup	-	-	2,4	-	6,65
5.	Gaya rem dan traksi (Rm)	-	2,7419	-	-	6,45
6.	Gaya gesek (Gq)	-	1,197002	-	-	3,35
7.	Gaya gempa					
	- Searah sumbu memanjang					
	H//Gb ₁	-	14,3640	-	-	4,0
	H//Gb ₂	-	17,88	-	-	1,35314
	H//Gb ₃	-	11,4921	-	-	2,6182
	- Tegak lurus sumbu memanjang jembatan					
	H⊥Gb ₁	-	-	14,3640	-	4,0
	H⊥Gb ₂	-	-	17,88	-	1,35314
	H⊥Gb ₃	-	-	1,5813	-	2,7749

Sumber : Hasil Perhitungan

bel IV.5. Kombinasi Muatan I 100% : M + H + K + Ta + Tu

No.	Jenis Muatan	Berat Muatan/Beban (T)			Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z		
		V (t)	H//(t)	H \perp (T)	X (W)	Y (W)	MX (Tm)	MY// (Tm)	MY \perp (Tm)
	Beban mati								
	- Bangunan atas (M ₁)	119,7002	-	-	2,0	-	239,4004	-	-
	- Abutmen (M ₂)	149,00	-	-	2,10907	-	314,2514	-	-
	- Sayap abutmen (M ₃)	13,1775	-	-	3,6810	-	48,5064	-	-
	- Tanah timbunan (M ₄)	95,7672	-	-	3,2560	-	311,8180	-	-
	Beban hidup (H + K)	68,5879	-	-	2,0	-	137,1758	-	-
	Tekanan tanah								
	- Pa ₁	-	16,7233	-	-	2,325	-	38,8817	-
	- Pa ₂	-	64,8026	-	-	3,10	-	200,8881	-
	Total Kombinasi I	446,2328	81,5259	-	-	-	1051,152	239,7698	-

umber : Hasil Perhitungan

bel IV.6. Kombinasi Muatan II 125% : M + TA + Ah + Gg + A + SR + Tm

No.	Jenis Muatan	Berat Muatan/Beban (T)			Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z		
		V (t)	H//(t)	H \perp (T)	X (W)	Y (W)	MX (Tm)	MY// (Tm)	MY \perp (Tm)
	Beban mati								
	- Bangunan atas (M ₁)	119,7002	-	-	2,0	-	239,4004	-	-
	- Abutmen (M ₂)	149,00	-	-	2,10907	-	314,2514	-	-
	- Sayap abutmen (M ₃)	13,1775	-	-	3,6810	-	48,5064	-	-
	- Tanah timbunan (M ₄)	95,7672	-	-	3,2560	-	311,8180	-	-
	Gaya Gesek (Gg)	-	1,197002	-	-	3,35	-	4,0099	-
	Tekanan tanah								
	- Pa ₁	-	16,7233	-	-	2,325	-	38,8817	-
	- Pa ₂	-	64,8026	-	-	3,10	-	200,8881	-
	Beban angin								
	- Bangunan atas	-	-	2,34	-	4,0	-	-	9,36
	- Bangunan hidup	-	-	2,4	-	6,65	-	-	15,96
	Total Kombinasi II	377,6449	82,7229	4,74	-	-	913,9762	243,7797	25,32

umber : Hasil Perhitungan

bel IV.7. Kombinasi Muatan III 140% : Kombinasi I + Rm + Gg + A + SR + Tm

No.	Uraian Muatan	Berat Muatan/Beban (T)			Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z		
		V (t)	H//(t)	H _L (T)	X (W)	Y (W)	MX (Tm)	MY// (Tm)	MY _L (Tm)
	Kombinasi muatan I	446,2328	81,5259	-	-	-	1051,152	239,7698	-
	Gaya rem dan traksi (R _n)	-	2,7419	-	-	6,45	-	17,6826	-
	Gaya gesek	-	1,19700	-	-	3,35	-	4,0099	-
	Beban angin (A)								
	- Bangunan atas (A ₁)	-	-	2,34	-	4,0	-	-	9,36
	- Bangunan hidup (A ₂)	-	-	2,4	-	6,65	-	-	15,96
	Total Kombinasi III	446,2328	85,4648	4,74	-	-	1051,152	261,4623	25,32

umber : Hasil Perhitungan

bel IV.8. Kombinasi Muatan IV 150% : M + Gh + Gq

No.	Jenis Muatan	Berat Muatan/Beban (T)			Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z		
		V (t)	H//(t)	H _L (T)	X (W)	Y (W)	MX (Tm)	MY// (Tm)	MY _L (Tm)
	Eeban nati (M)								
	- Bangunan atas (M ₁)	119,7002	-	-	2,0	-	239,4004	-	-
	- Abutmen (M ₂)	149,0	-	-	2,10907	-	314,2514	-	-
	- Sayap abutmen (M ₃)	13,1775	-	-	3,6810	-	48,5064	-	-
	- Tanah timbunan (M ₄)	96,7672	-	-	3,2560	-	311,8180	-	-
	Gaya Gesek (Gg)	-	1,197002	-	-	3,35	-	4,0099	-
	Gaya gempa bumi								
	H//Gb ₁	-	14,3640	-	-	4,0	-	57,456	-
	H//Gb ₂	-	17,88	-	-	1,35314	-	24,1941	-
	H//Gb ₃	-	11,4921	-	-	2,6182	-	30,0886	-
	H _L Gb ₁	-	-	14,3640	-	4,0	-	-	57,456
	H _L Gb ₂	-	-	17,88	-	1,35314	-	-	24,1941
	H _L Gb ₃	-	-	1,5813	-	2,7749	-	-	4,3879
	Total Kombinasi IV	377,6449	44,93310	33,8253	-	-	913,9762	115,7486	86,038

umber : Hasil Perhitungan

B. Kontrol Kestabilan pada Abutmen

1. Terhadap guling

$$SF = \frac{\sum M_X}{\sum M_Y} > 1,50$$

- Kombinasi muatan I (100 %)

$$SF_I = \frac{1051,152}{239,7698} = 4,3840 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan II (125 %)

$$SF_{II} = \frac{913,9762}{243,7797} = 3,7492 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan III (140 %)

$$SF_{III} = \frac{1051,152}{261,4623} = 4,0202 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan IV (150 %)

$$SF_{IV} = \frac{913,9762}{115,7486} = 7,8962 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

2. Terhadap geser

$$SF = \frac{\sum V \cdot f}{\sum H} > F$$

Dimana :

F = Faktor keamanan diambil 1,5

f = Kuat geser tong $30^\circ = 0,577$

- Kombinasi muatan I (100 %)

$$SF_I = \frac{446,2328 \times 0,577}{81,5259} = 3,1582 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan II (125 %)

$$SF_{II} = \frac{377,6449 \times 0,577}{82,7229} = 2,63410 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan III (140 %)

$$SF_{III} = \frac{446,2328 \times 3,0127}{85,4648} = 3,0127 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan IV (150 %)

$$SF_{IV} = \frac{377,6449 \times 0,577}{44,93310} = 4,8495 > 1,50 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

3. Kontrol terhadap eksentrisitas

$$X = \frac{\sum M_X - \sum M_Y}{\sum V}$$

$$e = \frac{1}{2} \cdot B - X \text{ syarat } e < \bar{e}$$

$$\bar{e} = \frac{1}{6} \cdot B$$

- Kombinasi muatan I (100 %)

$$X = \frac{1051,152 - 239,7698}{446,2328} = 1,8183$$

$$e = \frac{1}{2} \cdot 4 - 1,8183 = 0,1817$$

$$\bar{e} = \frac{1}{6} \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 4 = 0,6666$$

Syarat : $e = 0,1817 < \bar{e} = 0,6666$ Aman

- Kombinasi muatan II (125 %)

$$X = \frac{913,9762 - 243,7797}{377,6449} = 0,2253$$

$$e = \frac{1}{2} \cdot 4 - 1,7747 = 0,2253$$

$$\bar{e} = 1/6 \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 4 = 0,6666$$

Syarat : $e = 0,2253 < \bar{e} = 0,6666$ Aman

- Kombinasi muatan III (140 %)

$$X = \frac{1051,152 - 261,4623}{446,2328} = 1,7697$$

$$e = \frac{1}{2} \cdot 4 - 1,7697 = 0,2303$$

$$\bar{e} = \frac{1}{6} \cdot B = \frac{1}{6} \cdot 4 = 0,6666$$

Syarat : $e = 0,2303 < \bar{e} = 0,6666$ Aman

- Kombinasi muatan IV (150 %)

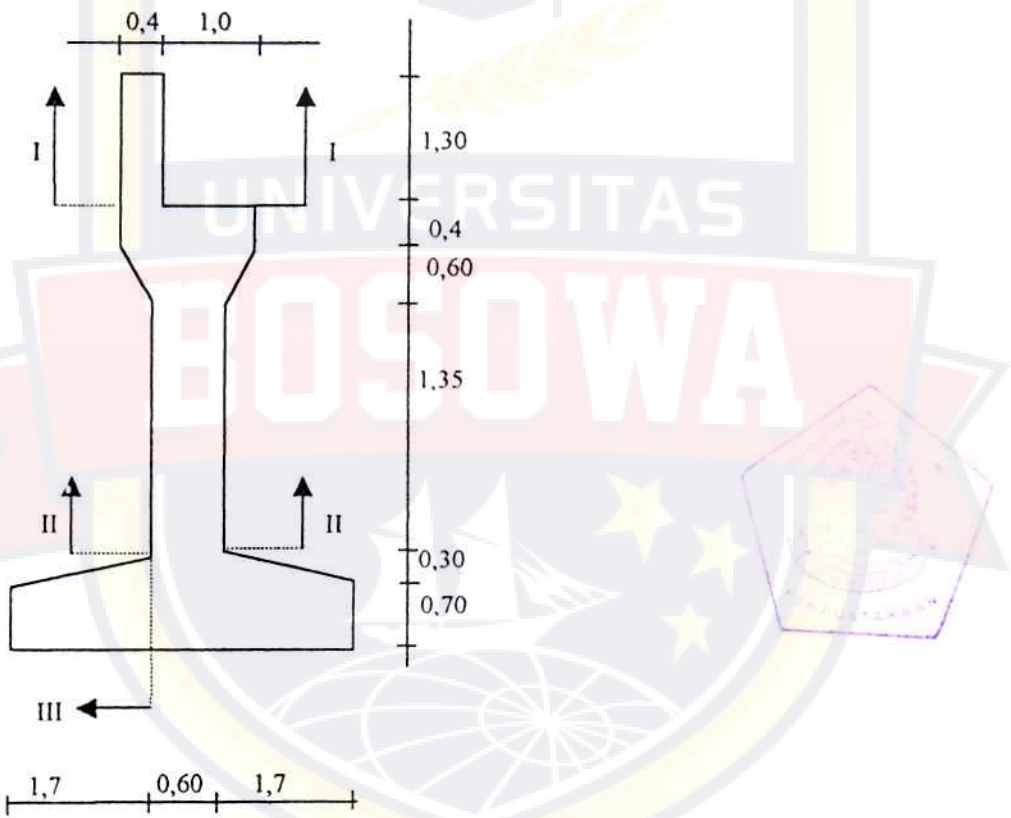
$$X = \frac{913,9762 - 115,7486}{377,6449} = 2,1137$$

$$e = \frac{1}{6} \cdot 4 - 2,1137 = -0,1137$$

$$\bar{e} = \frac{1}{6} \cdot B \cdot 4 = 0,6666$$

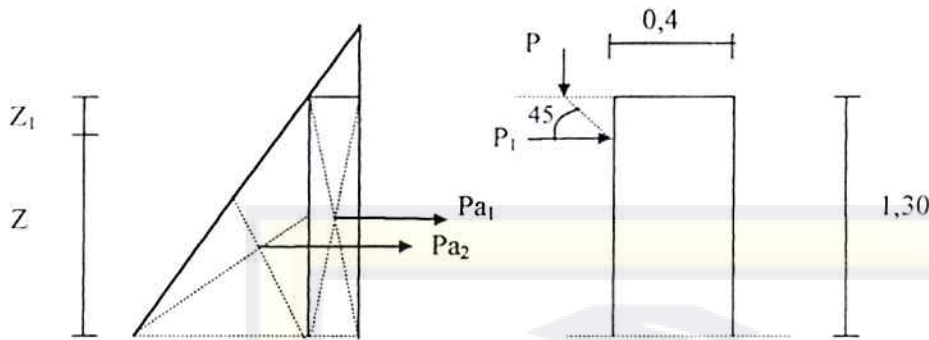
Syarat : $e = -0,1137 < \bar{e} = 0,6666$ Aman

4.2. Penulangan Abutmen



Gambar IV.6. Potongan penulangan abutmen

A. Perhitungan Back Wall (Dinding Penahan)



Gambar IV.7. Diagram Gaya Back Wall

Digunakan :

- Mutu Beton $f_c = 25 \text{ MPa}$
- Mutu Baja $f_y = 240 \text{ MPa}$

Beban yang bekerja pada back wall ditinjau per meter

1. Akibat beban sendiri = $0,40 \times 1,30 \times 1,0 \times 2,5$
= $1,30 \text{ ton} \cdot \text{m}$
= 1300 kg .

2. Akibat beban hidup $12 \text{ ton (v)} = 12000 \text{ kg}$.

3. Akibat tekanan tanah aktif

$$Pa_1 = \sigma_1 \times h_0 \times h_1 \times ka \times B$$
$$= 1,80 \times 0,60 \times 1,30 \times 0,333 \times 1,0$$
$$= 0,4675 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} Pa_2 &= \frac{1}{2} \times \sigma_1 \times (h_1)^2 \times ka \times B \\ &= \frac{1}{2} \times 1,80 \times (1,30)^2 \times 0,333 \times 1,0 \\ &= 0,5065 \text{ ton.m.} \end{aligned}$$

4. Pengaruh Beban Roda

Pengaruh beban roda P terhadap back wall menurut Terzagih terhadap tanah di belakang back wall adalah merupakan satu gaya horizontal (P_1) yang berada pada jarak Z_1 terhadap permukaan tanah.

$$P_1 = C \cdot P$$

$$Z_1 = x \cdot \text{tg} \cdot 45^\circ$$

Dimana :

P = Beban roda yang bergerak pada back wall

$$= 12 \text{ ton}$$

C = Koefisien dari jenis tanah timbunan = 0,45

P_1 = Gaya horizontal pada back wall

L = Jarak beban saat di pinggir back wall

Nilai x diperoleh dengan mengetahui bahwa lebar kontak kendaraan 20 cm dan menganggap roda berada di pinggir back wall dengan jarak L sehingga

$$\text{diperoleh } x = \frac{1}{2} \times 20 = 10 \text{ cm}$$

$$Z_1 = x \cdot \text{tg} 45^\circ$$

$$= 10 \text{ tg } 45^\circ = 10 \text{ cm}$$

$$= 0,10 \text{ m}$$

$$Z_2 = 1,30 - 0,1 = 1,20$$

$$P_1 = C \cdot P$$

$$= 0,45 \times 12 = 5,4 \text{ ton}$$

Perhitungan momen terhadap tinjau pot I – I

$$\begin{aligned} M_{1-1} &= P_{a1} \times Z_{a1} + P_{a2} \times Z_{a2} + P_1 \times 1,20 \\ &= 0,4675 \times 0,65 + 0,5065 \times 0,433 + 5,40 \times 1,20 \\ &= 6,9798 \text{ ton} \\ &= 69798000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= 1,2 \times M_{1-1} \\ &= 1,2 \times 69798000 \\ &= 83757600 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan utama = D13

Selimut beton (d) = 40 mm

Maka :

$$\begin{aligned} d &= h - d - \frac{1}{2} \cdot D13 \\ &= 253,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{83757600}{0,6} = 139596000 \text{ N.mm}$$

$$R_n = k = \frac{M_u}{b \cdot d} = \frac{139596000}{1000 \cdot 253,3^2} = 2,1723 \text{ Mpa}$$

Dengan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{11,2941} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 2,1723}{240}} \right) \\ &= 0,00956 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,40}{f_y} = \frac{1,40}{240} = 0,005833$$

$$\rho_{\max} = 75 \% \cdot p_b$$

$$p_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,053757$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot 0,053757$$

$$= 0,40318$$

$$0,0058330 < 0,00956 < 0,40318$$

$$\text{Dipakai } \rho_{\min} = 0,0058330$$

Luas tulangan :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058330 \cdot 1000 \cdot 253,5 = 1478,6655 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 12D13 = 1592,7874 mm²

Syarat : $A_s < 1592,7874 \text{ mm}^2$

$$1478,6655 \text{ mm}^2 < 1592,7879 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Tulangan bagi = 25 % . A_s

$$A_s = 0,25 \cdot 1478,6655$$

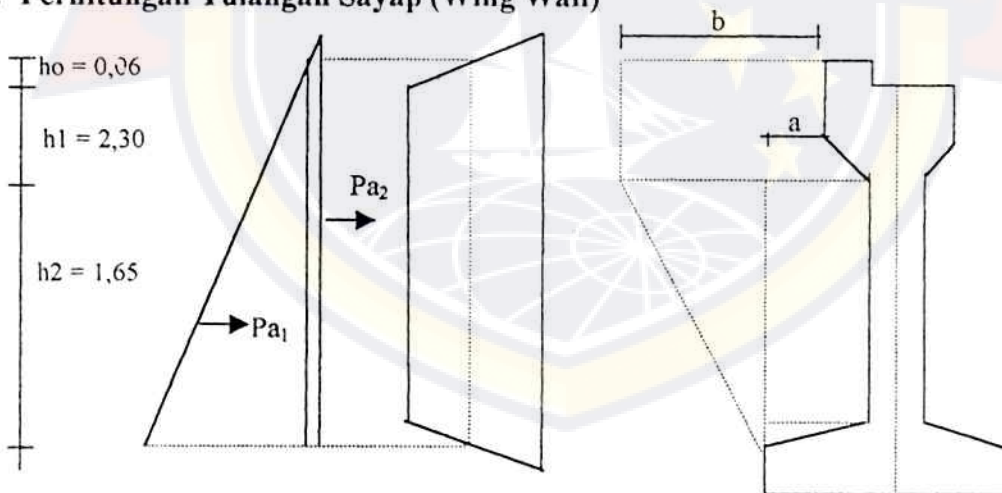
$$= 369,6663 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi D 12 – 200 = 565,4867 mm²

Syarat $A_s < 565,4867 \text{ mm}^2$

$$369,663 \text{ mm}^2 < 565,4867 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

B. Perhitungan Tulangan Sayap (Wing Wall)



Gambar IV.8. Tekanan Tanah Pada Sayap

Pada wing wall, beban yang diperhitungkan akibat tekanan tanah dan permukaan dihitung dengan anggapan bahwa gaya akibat luas segitiga sehingga h_2 ekuivalen dengan gaya diatas garis putus-putus.

- Lebar sayap $b = 2,30$ meter
- Tebal sayap $t = 0,30$ meter
- Tinggi $h_1 = 2,30$ meter
- Tinggi $h_2 = 1,65$ meter
- Tinggi ekuivalen $= h_1 + h_2 = 3,95$ meter
- Jarak titik tangkap $a = \frac{1}{2} \cdot b = \frac{1}{2} \cdot 2,30 = 1,15$ meter

Beban ditinjau per lebar 1 meter

$$\begin{aligned} Pa_1 &= 0,6 \sigma \cdot h \cdot Ka \cdot B \\ &= 0,6 \cdot 1,80 \cdot 3,95 \cdot 0,333 \cdot 1,0 \\ &= 1,4206 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_2 &= \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot h^2 \cdot Ka \cdot B \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,80 \cdot (3,95)^2 \cdot 0,333 \cdot 1,0 \\ &= 4,6761 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa \text{ total} &= Pa_1 + Pa_2 \\ &= 1,4206 + 4,67761 \\ &= 6,0967 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Momen total} &= Pa \cdot a \\ &= 6,0967 \cdot 1,30 \\ &= 7,9257 \text{ ton.m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mu} &= 1,2 \cdot 7,9257 = 9,51081 \text{ T.m} \\ &= 95108000 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\text{Selimut Beton (d)} = 40 \text{ mm}$$

Direncanakan tulangan utama = D 22

$$\begin{aligned}d &= h - d - \frac{1}{2} \cdot D 22 = 300 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 22 \\ &= 249 \text{ mm} \\ &= 0,249 \text{ m}\end{aligned}$$

$$M_n = \frac{MU}{\phi} = \frac{95108000}{0,65} = 146320000 \text{ Nmm}$$

$$R_n = K = \frac{M_n}{b \cdot d} = \frac{52442923,08}{1000 \cdot (249)^2} = 2,35996$$

Dengan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\rho = \frac{1}{11,2941} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 2,35996}{240}} \right)$$
$$= 0,010449$$

Syarat :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\min} = 0,005833$$

$$\rho_{\max} = 0,40318$$

Digunakan $\rho_{\min} = 0,00583$

Luas tulangan :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00583 \cdot 1000 \cdot 249$$

$$= 844,9487 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 22 – 300 = 1267,10 mm²

Syarat : $A_s < 844,9478 \text{ mm}^2 < 1267,10 \text{ mm}^2$ Aman

Tulangan bagi = 25 % . A_s

$$A_s = 0,25 \cdot 844,9478$$

$$= 211,2369 \text{ mm}^2$$

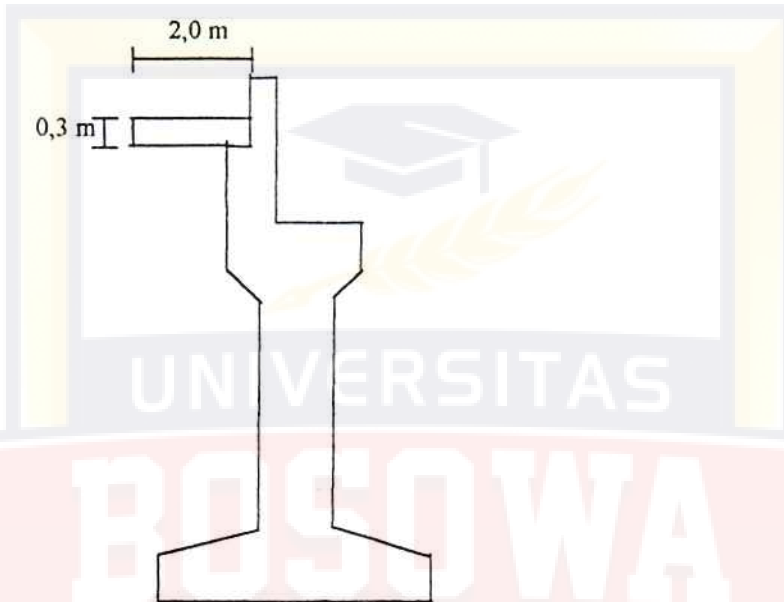
Digunakan tulangan bagi D 12 – 200 = 265,5 mm²

$211,2369 \text{ mm}^2 < 265,5 \text{ mm}^2$ Aman



C. Perhitungan Pelat Injak

Beban yang diperhitungkan dalam perencanaan pelat injak adalah akibat gaya rem dan traksi serta gaya rem bumi yang sejajar dengan sumbu memanjang jembatan.



Gambar IV.9. Ukuran Plat Injak

$$\begin{aligned}H // &= Rm + H // Gb_2 &= 2,7419 + 29,3721 \\ & &= 32,114 \text{ ton} \\ & &= 32114 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$F = f(N + W)$$

Dimana :

$$f = \text{Koefisien beban dan tanah} = 0,45$$

$$\begin{aligned}N &= \text{Berat plat injak} &= 2,0 \times 0,30 \times 2,5 \times 7,0 \\ & &= 10,5 \text{ ton} = 10500 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W \text{ Berat tanah timbunan} &= 95,7672 \\ &= 95767,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$F = 0,45 (10500 + 95767,2) = 1062677,2$$

$$F = 106267,2 \text{ kg} > H // = 32114 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Luas tulangan :

$$\begin{aligned} \Delta S &= \frac{H //}{f_y} \\ &= \frac{32114}{2400} \\ &= 13,3808 \text{ m}^2 \\ &= 1338,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

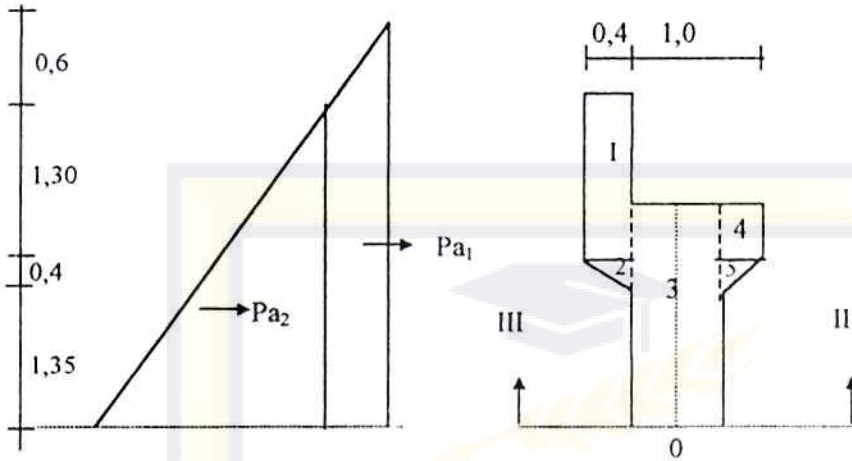
$$\text{Digunakan tulangan D 22 - 150} = 2534,2181 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tulangan bagi} &= 25 \% \times \Delta S \\ &= 0,25 \times 1338,08 \\ &= 334,52 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan : D 13 - 200} = 663,6614 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat : } 334,52 \text{ mm}^2 < 663,6614 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

D. Perhitungan Penulangan Dinding



Gambar IV.10. Dinding Abutmen

Penampang ditinjau per meter

Berat Abutmen

Tabel IV.9. Perhitungan Berat Abutmen Pada Dinding Abutmen

No.	Berat Potongan	Jarak Terhadap Pot		Momen Terhadap Potongan	
		X (M)	Y (M)	MG _x (t.M)	MG _y (t.M)
1.	0,4 x 1,70 x 2,5 x 1,0 = 1,7	0,5	2,8	0,85	4,76
2.	½ x 0,4 x 0,6 x 2,5 x 1,0 = 0,3	0,433	1,75	0,1299	0,525
3.	0,6 x 2,35 x 2,5 x 1,0 = 3,525	0	1,175	0	4,1419
4.	0,4 x 0,4 x 2,5 x 1,0 = 0,4	0,5	2,15	0,2	0,86
5.	½ x 0,4 x 0,6 x 2,5 x 1,0 = 0,3	0,433	1,75	0,1299	0,525
Σ G = 6,225				Σ MG _x = 1,3098	Σ MG _y = 10,8119

Sumber : Hasil perhitungan

Jarak titik berat

$$X = \frac{\sum MG_x}{\sum G} = \frac{1,3098}{6,225} = 0,21041 \text{ m}$$

$$Y_G = \frac{\sum MG_y}{\sum G} = \frac{10,8119}{6,225} = 1,7369 \text{ m}$$

Berat Sayap

Tabel IV.10 Perhitungan Berat Sayap Pada Dinding Abutmen

No.	Berat Potongan (t)	Jarak Terhadap Pot		Momen Terhadap Potongan	
		X (M)	Y (M)	MS _x (t.M)	MS _y (t.M)
1.	2 (1,7 x 1,35 x 0,3 x 2,5) = 3,443	1,15	2,975	3,9595	10,2429
2.	2 (½ x 1,00 x 1,35 x 0,3 x 2,5) = 1,0125	2,333	3,2	2,3622	3,24
3.	2 (½ x 0,4 x 0,6 x 0,2 x 2,5) = 0,18	0,566	0,566	0,1019	0,855
4.	2 (2,3 x 2,30 x 0,3 x 2,5) = 7,135	1,85	1,85	16,6798	19,8375
	ΣS = 12,5705			ΣMS _x = 21,1034	ΣMS _y = 34,1754

Sumber : Hasil perhitungan

Jarak titik berat terhadap titik Z

$$X_s = \frac{\sum MS_x}{\sum S} = \frac{21,1034}{12,5705} = 1,67788 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{\sum MS_y}{\sum S} = \frac{34,1754}{12,5705} = 2,7187 \text{ m}$$

Pembebanan (ditinjau permeter)

1. Akibat beban mati bangunan atas

$$W_{DLI} = \frac{119,7002}{10} = 11,97002 \text{ ton}$$

2. Akibat beban hidup bangun atas

$$W_{LL} = \frac{68,5879}{10} = 6,85879 \text{ ton}$$

3. Akibat beban sendiri

- Berat Abutmen = 6,225

- Berat sayap abutmen pot I - I = $\frac{1}{10} 12,5705$
= 1,2571

4. Akibat tekanan tanah

$$\begin{aligned} Pa_1 &= h_0 \times h \times \sigma_t \times k_a \times L \\ &= 0,6 \times 3,65 \times 1,8 \times 0,333 \times 1,0 \\ &= 1,3127 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_2 &= \frac{1}{2} (h^2 \times \sigma_t \times k_a \times L) \\ &= \frac{1}{2} (3,65^2 \times 1,8 \times 0,333 \times 1,0) \\ &= 3,9928 \text{ ton} \end{aligned}$$

5. Akibat gaya gempa (Gb)

$$Gb_1 \text{ (bangunan atas)} = 0,12 \times 11,97002 = 1,4364 \text{ ton}$$

$$Gb_2 \text{ (abutmen)} = 0,12 \times 6,225 = 0,747 \text{ ton}$$

$$Gb_3 \text{ (sayap abutmen)} = 0,12 \times 12,5705 = 1,5085 \text{ ton}$$

6. Akibat gesek pada perletakan

$$Gg = \frac{1}{10} \times 1,197002 = 0,1197 \text{ ton}$$

7. Akibat gaya rem dan traksi

$$Rm = \frac{1}{10} \times 2,7419 = 0,2742 \text{ ton}$$

Kombinasi Pembebanan

Tabel IV.11 Kombinasi Muatan I 100 % : M + H + Ta+ Ah

No.	Jenis Muatan	Berat (T)		Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z	
		V (t)	H/(t)	X (m)	Y (m)	MX (Tm)	MY (Tm)
1	Beban mati (M ₁)	11,97002	-	0	-	0	-
2	Beban hidup (HtK)	6,85879	-	0	-	0	-
3	Berat abutmen (M ₂)	6,225	-	0,2141	-	1,3098	-
4	Berat sayap	1,2571	-	1,6788	-	2,1104	-
5	Tekanan tanah	-	-	-	-	-	-
	- Pa ₁	-	1,3127	-	1,825	-	2,3957
	- Pa ₂	-	3,9928	-	2,433	-	9,7145
Total Kombinasi I		26,3109	5,3055	-	-	ΣMX = 3,4202	ΣMY = 12,1102

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel IV.12 Kombinasi Muatan II 125 % : M + Ta + Ah + + G_g + A + SR

No.	Jenis Muatan	Berat (T)		Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z	
		V (t)	H/(t)	X (m)	Y (m)	MX (Tm)	MY (Tm)
1	Beban mati (M ₁)						
	- Bangunan atas	11,97002	-	0	-	0	-
	- Bangunan abutmen	6,225	-	0,21041	-	1,3098	-
	- Berat sayap	1,2571	-	1,6788	-	2,1104	-
2	Tekanan tanah	-	-	-	-	-	-
	- Pa ₁	-	1,3127	-	1,825	-	2,3957
	- Pa ₂	-	3,9928	-	2,433	-	9,7145
3	Gaya gesek	-	0,1197	-	5,45	-	0,6524
Total Kombinasi II		19,4521	5,4252	-	-	ΣMX = 3,4202	ΣMY = 12,7626

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel IV. 13 Kombinasi Muatan III 140 % : Kombinasi I + Rm + Gg

No.	Jenis Muatan	Berat (T)		Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z	
		V (t)	H//(t)	X (m)	Y (m)	MX (Tm)	MY (Tm)
1	Kombinasi Muatan I	26,3109	5,3055	-	-	3,4202	12,1102
2	Gaya gesek Gg	-	0,1197	-	5,45	-	0,6524
3	Gaya rem dan traksi (Rm)	-	0,2742	-	5,65	-	1,5492
Total Kombinasi III		26,3109	5,6994	-	-	ΣMX = 3,4202	ΣMY = 14,3139

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel IV.14 Kombinasi Muatan IV 150 % : M + Gh + Gg

No.	Jenis Muatan	Berat (T)		Jarak Titik Z		Momen terhadap Titik Z	
		V (t)	H//(t)	X (m)	Y (m)	MX (Tm)	MY (Tm)
1	Beban mati (M ₁)						
	- Bangunan atas	11,97002	-	0,21041	-	0	-
	- Bangunan abutmen	6,225	-	1,6788	-	1,3098	-
	- Berat sayap	1,2571	-	-	-	2,1104	-
2	Gaya gesek	-	0,1197	-	5,45	-	0,6524
3	Gaya gempa bumi						
	- H // Gb ₁ (Bangunan atas)	-	1,4369	-	-	-	-
	- H // Gb ₂ (Abutmen)	-	0,747	-	1,7369	-	2,4839
	- H // Gb ₃ (Sayap)	-	1,5705	-	2,7187	-	4,2697
Total Kombinasi IV		19,4521	3,8736	1,88921	9,9056	ΣMX = 3,4202	ΣMY = 7,406

Sumber : Hasil Perhitungan

Maka :

Diambil momen yang terbesar dari kombinasi pembebanan

1. Kombinasi muatan I – 100 %

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 3,4202 + 12,1102 \\ &= 15,5304 \text{ ton} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

2. Kombinasi muatan II – 125 %

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 3,4202 + 12,7626 \\ &= 16,1828 \text{ ton} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

3. Kombinasi muatan III – 140 %

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 3,4202 + 14,3139 \\ &= 17,7341 \text{ ton} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

4. Kombinasi muatan IV – 150 %

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 3,4202 + 7,406 \\ &= 10,8262 \text{ ton} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

Dari keempat kombinasi muatan diatas dipakai momen yang terbesar 3504 kombinasi

III – 140 %

$$\begin{aligned}\Sigma M &= 17,7341 \\ &= 15,5304 \text{ ton} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

Direncanakan tulangan D 22

Selimut beton (d) = 40 mm

$$\begin{aligned}\text{Tinggi efektif} &= h - d - \frac{1}{2} D 22 \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 22 \\ &= 651 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1773410}{0,65} = 2728323,08$$

$$R_n = k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{2728323,08}{1000 \cdot 651^2}$$
$$= 0,006437$$

Dengan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$f_c = 240 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 25 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\rho = \frac{1}{11,2941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,006437}{240}} \right)$$
$$= 0,0002682$$

$$\text{Syarat : } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\min} = 0,00583$$

$$\rho_{\max} = 0,041038$$

$$\text{Digunakan } \rho = \rho_{\min} = 0,00583$$

Luas tulangan :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00583 \cdot 1000 \cdot 651 = 3795,3300 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan D 22 – 100} = 3801,33 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat : } A_s < 3801,33 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{ Aman}$$

Tulangan bagi = 25 % . As

$$= 025 . 3795,3300 = 948,8355 \text{ mm}^2$$

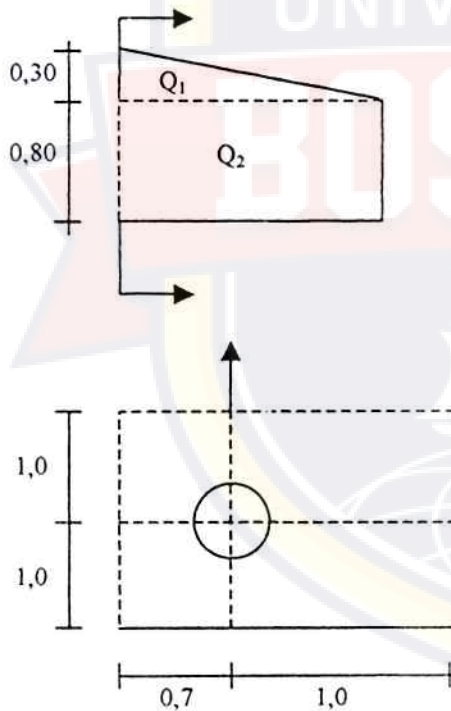
Gunakan tulangan D 13 – 100 = 1327,300 mm²

Syarat As < 1327,300 mm²

948,8325 mm² < 1327,300 mm² Aman

E. Penulangan Footing

Ditinjau terhadap poer yang paling pinggir



Gambar IV.11. Ukuran Footing

Berat sendiri potongan permeter

$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,30 \cdot 1,7 \cdot 2,50 \cdot 1,0 = 0,6375 \text{ ton}$$

$$Q_2 = 0,7 \cdot 1,7 \cdot 2,50 \cdot 1,0 = 2,975 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 50,453 \text{ diambil yang terbesar yaitu kombinasi III 140 \%}$$

Momen yang terjadi

$$\begin{aligned} M &= 0,70 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,7 \cdot Q_1 - \frac{1}{2} \cdot Q_2 \\ &= 0,70 \cdot 50,453 - \frac{1}{3} \cdot 1,7 \cdot 0,6375 - \frac{1}{2} \cdot 1,7 \cdot 2,975 \\ &= 32,4271 \text{ t.m} = 32427,1 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

Momen terfaktor

$$\begin{aligned} M_u &= 1,2 \cdot M \\ &= 1,2 \cdot 32427,1 = 38912,52 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan D 25

$$\text{Selimut beton (d)} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi potongan (h)} = 1,10 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif} &= h - d' - \frac{1}{2} D 25 \\ &= 1100 - 50 - \frac{1}{2} D 25 \\ &= 1037,50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_n &= \frac{M_n}{\phi} \\ &= \frac{10511754}{0,80} = 13139692,5 \text{ N mm.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_u &= k = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{10511754}{1000.1037,50^2} \\ &= 0,009765 \text{ Mpa.}\end{aligned}$$

Menentukan . ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_u}{f_y}} \right)$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{11,2941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,009765}{240}} \right) \\ &= 0,000044270\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,40}{f_y} = \frac{1,40}{240} = 0,00583$$

$$\rho_{\max} = 75 \% \cdot \rho \cdot d$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 f'_c b l}{240} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \cdot \frac{600}{600 + 240} = 0,053757\end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,04031$$

$$\text{Syarat : } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,00583 < 0,000044270 < 0,053757$$

$$\text{Digunakan : } \rho = \rho_{\min} = 0,00583$$

Luas tulangan :

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00583 \cdot 1000 \cdot 1037,50$$

$$= 6048,625 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan D 25 - 50} = 6157,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat : } A_s < 6157,5 \text{ mm}^2$$

$$6048,625 \text{ mm}^2 < 6157,5 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$\text{Tulangan bagi} = 25 \% \cdot A_s$$

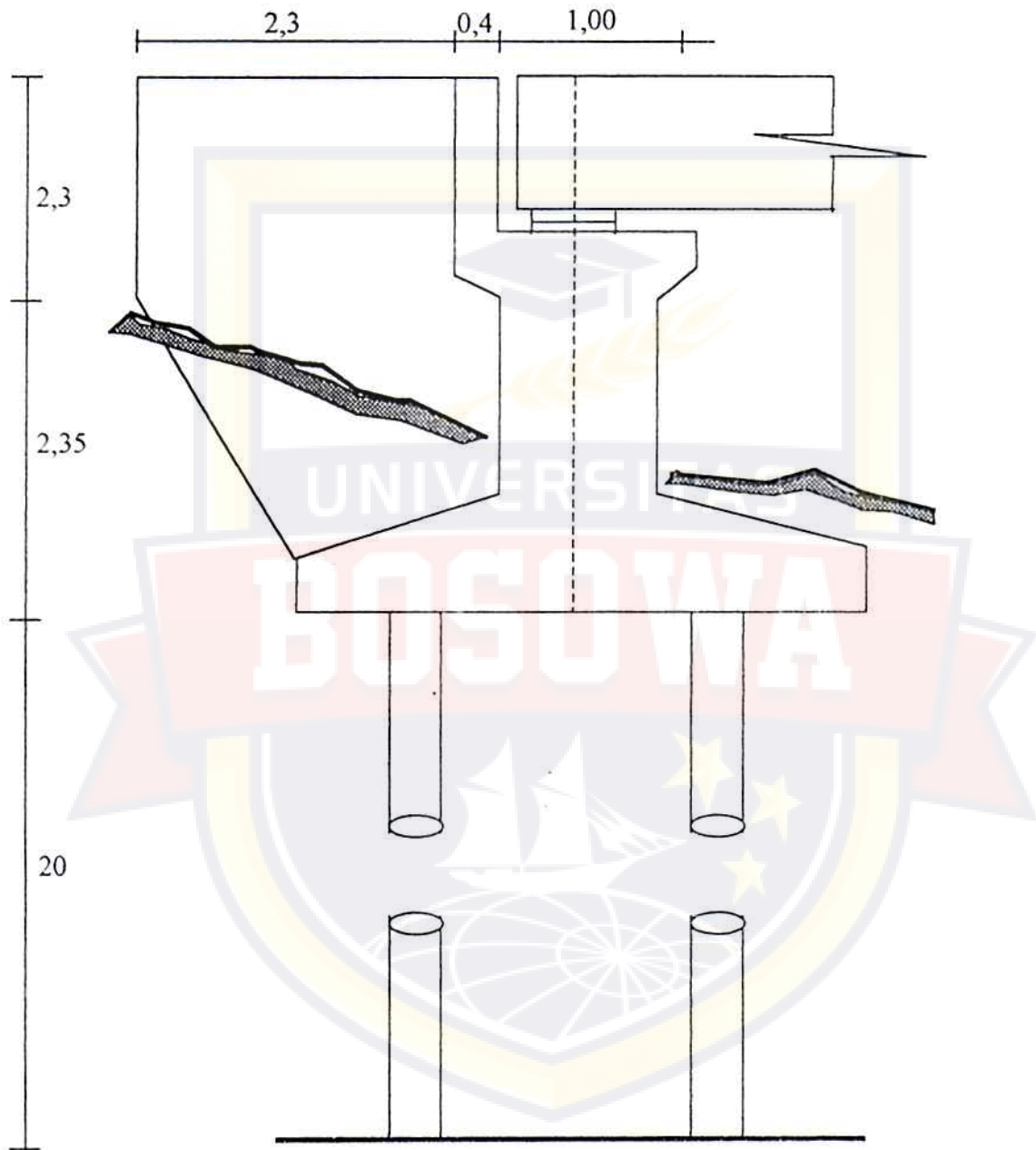
$$= 0,25 \cdot 6048,625 = 1512,1562 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digambar tulang D 14 - 100} = 1539,40 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat } A_s < 1539,40 \text{ mm}^2$$

$$1512,1562 \text{ mm}^2 < 1539,40 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

4.3. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Baja



Gambar IV. 12. Lapisan Tanah Pondasi

Dimensi Pondasi

Untuk menentukan panjang tiang dapat ditentukan berdasar data yang ada :

- Elevasi tanah dasar pada abutment = 13,723 m
- Elevasi rencana perletakan dasar abutment = 12,250 m
- Kedalaman tanah berdasarkan penyelidikan tanah = 20,80 m
- Sehingga panjang tiang adalah = $20,80 - (13,723 - 12,250) = 20$ m

Direncanakan tiang pancang baja dan spesifikasi

- Tipe = JIS G3444
- Tiang pipa baja (D) = 50 cm = 0,5 m
- Momen inersia

$$= \frac{1}{64} \cdot \pi \cdot (D)^4$$

$$= \frac{1}{64} \cdot \pi \cdot (50)^4$$

$$= 306640,625 \text{ cm}^4$$

4.3.1. Perhitungan Daya Dukung Tiang

- a. Berdasarkan kekuatan bahan

$$\bar{P} \text{ tiang} = \sigma \text{ bahan} \times A \text{ tiang}$$

Dimana :

$$\sigma \text{ bahan (Tiang baja)} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \cdot \pi (D)^2$$
$$= \frac{1}{4} \cdot \pi (50)^2$$

$$= 1962,5 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{tiang}} = 0,35 \times 2400 \times 1962,5$$
$$= 1648500 \text{ kg} = 1648,500 \text{ ton}$$

b. Berdasarkan daya dukung tanah

Karena ujung tiang yang direncanakan sampai pada lapisan tanah keras, maka daya lekat (Priction) dari tanah terhadap tiang diabaikan sehingga daya dukung tanah diambil berdasarkan daya dukung ujung tiang (point bearing pile).

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \times q_c}{3}$$

Dimana :

$$A_{\text{tiang}} = 1962,5 \text{ cm}^2$$

$$q_c \text{ (Nilai konis)} = 150 \text{ kg / cm}^2$$

$$3 = \text{Faktor keamanan}$$

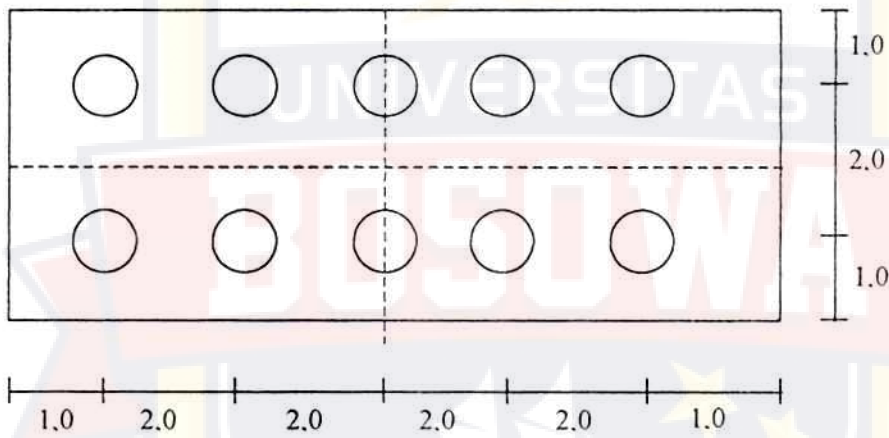
$$Q_{\text{tiang}} = \frac{1962,5 \times 150}{3}$$
$$= 98125 \text{ kg}$$
$$= 98,125 \text{ ton}$$

Tata Letak Tiang

Jumlah tiang yang diperlukan untuk mendukung abutmen, harus dapat menahan beban vertikal dan beban horizontal akibat dari masing-masing kombinasi muatan yang harus diterima oleh tiang.

Sehingga untuk menentukan jumlah tiang dapat dihitung dengan cara trial and error.

Direncanakan jumlah tiang 10 buah



Gambar IV.13. Formasi Tiang

Syarat jarak antara tiang dalam kelompok

$$S_{\min} = 2 \cdot d \text{ (jarak minimum)}$$

$$S_{\max} = 6 \cdot d \text{ (jarak maksimum)}$$

S = jarak as ke as

$$\text{Diambil } S = 2 \cdot d = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ meter}$$

Kontrol jarak as ke as

Dimana :

$$S \leq \frac{1,57 \cdot d \cdot m \cdot n}{m+n-2}$$

Dimana + d = diameter tiang = 0,5

m = banyaknya baris

n = banyaknya spasi per baris

$$S \leq \frac{1,57 \cdot d \cdot m \cdot n}{m+n-2}$$

$$1,0 \leq \frac{1,57 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot 2}{5+2-2}$$

$$1,0 \leq 1,57 \text{ meter} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Pembagian Beban Pada Pondasi

Pembagian beban pada tiang akibat beban vertikal dan momen digunakan persamaan :

$$P_{\max} = \frac{\sum V}{n} + \frac{M_y X_{\max}}{n y \cdot \sum x^2} + \frac{M_x Y_{\max}}{n x \cdot \sum y^2}$$

Dimana :

P_{\max} = Beban max yang diterima oleh tiang

$\sum V$ = Jumlah total beban vertikal

M_x = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x

M_y = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y

n = Banyaknya tiang dalam kelompok tiang = 10

X_{max} = Absis terjauh tiang terhadap titik berat kelompok tiang = 4,0 meter

Y_{max} = Ordinat terjauh tiang terhadap titik berat kelompok tiang = 1,0 m

n_y = Banyaknya tiang baja dalam satu baris dalam arah sumbu y
= 2 buah

n_x = Banyaknya tiang baja dalam satu baris dalam arah sumbu x
= 5 buah

Σx^2 = Jumlah kuadrat absis-absis tiang
= $2 \cdot 2 \cdot 4,0^2 + 2 \cdot 2 \cdot 2^2 + 2 \cdot 2 = 84,00$

Σy^2 = Jumlah kuadrat ordinat-ordinat tiang
= $5 \cdot 2 \cdot 1^2 = 10$

- Kontrol muatan 100 %

$$P_{max} = \frac{446,2328}{10} + \frac{239,7698}{5 \cdot 10}$$
$$= 49,419 \text{ ton} < Q_a = 98,125 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kontrol muatan II %

$$P_{max} = \frac{377,6499}{10} + \frac{25,32 \times 4,0}{2,84} + \frac{243,7797 \cdot 1,0}{5 \cdot 10}$$
$$= 43,243 \text{ ton} < Q_a = 98,125 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan III %

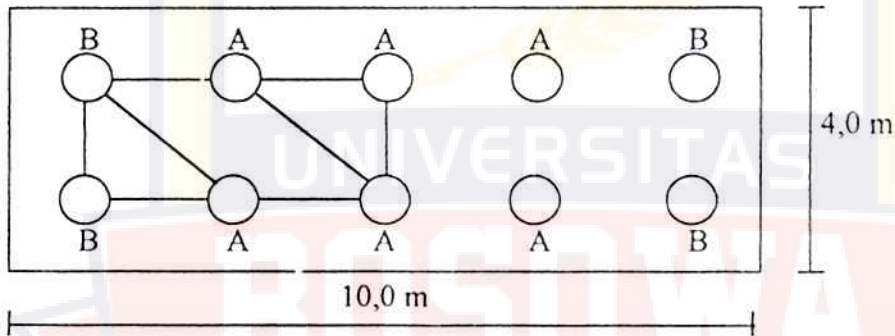
$$= \frac{446,2328}{10} + \frac{25,32 \times 4,0}{2,84} + \frac{261,4623 \cdot 1,0}{5 \cdot 10}$$
$$= 50,453 \text{ ton} < Q_a = 98,125 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan IV 150 %

$$= \frac{377,6449}{10} + \frac{86,038 \times 4,0}{2,84} + \frac{243,7797 \cdot 1,0}{5,10}$$

$$= 44,689 \text{ ton} < Q_a = 98,125 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang



Gambar IV.14 Daya Dukung Kelompok Tiang

- Metode fild

Disini kelompok tiang pancang terdiri dari 10 buah dengan sistem seperti digambar dimuka.

Tiang A, dipengaruhi lima tiang yang berada disekeliling efisiensi tiang A.

$$\begin{aligned} \text{Eff. Tiang A} &= 1 - \frac{5}{10} \\ &= \frac{5}{10} \text{ Tiang} \end{aligned}$$

Tiang B, dipengaruhi tiga tiang yang berada disekeliling efisiensi tiang B.

$$\begin{aligned} \text{Eff. Tiang B} &= 1 - \frac{3}{10} \\ &= \frac{7}{10} \text{ Tiang} \end{aligned}$$

Efisiensi dari kelompok tiang (Pile Group)

$$6 \text{ buah tiang A} = 6 \cdot \frac{5}{10} = \frac{30}{10} \text{ Tiang}$$

$$4 \text{ buah tiang B} = 4 \cdot \frac{7}{10} = \frac{28}{10} \text{ Tiang}$$

$$\text{Total Eff} = \frac{58}{10} = 5,80$$

Jadi efisiensi dari kelompok tiang yang terdiri dari sepuluh buah tiang pancang dengan susunan seperti pada gambar dimuka adalah = 5,80

$$\text{Efisiensi satu tiang N} = \frac{5,80}{10} = 0,58$$

Daya dukung tiang dalam kelompok tiang adalah :

$$= N \cdot Q \text{ tiang (daya dukung tiang tunggal)}$$

$$= 0,58 \cdot 98,125$$

$$= 56,9125 \text{ t}$$

- Metode uniform building code dari AASATO

$$\text{Eff}_n = 1 - \frac{Q}{90^\circ} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{(m.n)} \right)$$

Dimana :

n = Jumlah baris = 2

m = Banyaknya tiang perbaris = 5

$$Q = \text{Arc. tang } \frac{D}{S}$$

$$= \text{Arc. tang } \frac{50}{100} = 26^\circ 33' 54,18''$$

$$\text{Eff}_n = 1 - \frac{26^\circ 33' 54,18''}{90^\circ} \left(\frac{(2-1)5 + (5-1)2}{(5.2)} \right)$$

$$= 0,91628$$

Daya dukung dalam kelompok tiang

$$\text{Eff}_n \cdot Q \text{ tiang (daya dukung tiang tunggal)}$$

$$= 0,91628 \cdot 98,125$$

$$= 89,9099 \text{ ton}$$

- Metode Los Angeles Group Action Formula

$$\text{Eff}_n = 1 - \frac{d}{S.m.n} \left(m(n-1) + n(m-1) + \sqrt{2(m-1)(n-1)} \right)$$

$$= 1 - \frac{50}{100.5.2} \left(5(2-1) + 2(5-1) + \sqrt{2(5-1)(2-1)} \right)$$

$$= 0,208579$$

Daya dukung tiap tiang

Effn . Q tiang (daya dukung tiang tunggal)

$$= 0,208579 \cdot 98,125$$

$$= 20,46681 \text{ ton}$$

Perbandingan : Daya dukung satu tiang (single pile)

$$= 98,125 \text{ ton}$$

Daya dukung kelompok tiang (cross pile)

$$= 56,9125 \text{ ton} ; 89,9099 \text{ ton} ; 20,46681 \text{ ton}$$

Perencanaan Tiang Miring

Perencanaan tiang miring direncanakan apabila perlu

Syarat : Jika $\alpha \leq 15^\circ$; Direncanakan tiang tegak

Jika $\alpha \geq 15^\circ$; Direncanakan tiang miring

Perhitungan tiang miring (kombinasi muatan III 140 %)

$$\text{Arc tg } \alpha = \frac{\sum V}{\sum H} = \frac{446,2328}{85,4648} = 5,2212$$

$$\alpha = 10,84^\circ$$

Dalam perhitungan tiang tegak dapat menahan gaya horizontal sehingga tidak perlu direncanakan tiang miring.

Perlawanan Pondasi Tiang Terhadap Gaya Horizontal

Daya dukung mendatar yang diizinkan akibat pergeseran normal dan akibat gaya gempa dihitung untuk mengetahui kemampuan tiang menahan gaya horizontal diperoleh dengan rumus :

$$H_a = \frac{K \cdot D}{\beta} \cdot \delta a$$

Dimana : H_a = Daya dukung mendatar yang diizinkan (kg)

K = Koefisien tanah dibawah permukaan dalam arah vertikal (kg/m)

D = Diameter lentur dari tiang (kg/cm²)

δa = Besarnya pergeseran (cm)

δa = 1,0 cm : untuk keadaan normal dan $y = 1$ cm

δa = 1,5 cm : untuk keadaan gempa dan $y = 1$ cm

β = Karakteristik dari tiang pancang (cm⁻¹)

a. Menentukan kofisien lapisan tanah dan nilai karakteristik tiang

$$\begin{aligned} K &= k_o \cdot y^{-1/2} \\ &= \{0,2 \cdot E_o \cdot D^{-3/4}\} \cdot y^{-1/2} \\ &= \{0,2 \cdot (28 \cdot N) \cdot D^{-3/4}\} \cdot y^{-1/2} \end{aligned}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}}$$

Dimana :

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 306640,625 \text{ cm}^4$$

- Pada keadaan normal ($y = 1,0$ cm)

$$\begin{aligned} K &= \{0,2 \cdot (28 \cdot 3,5) \cdot 50^{-3/4}\} \cdot 1,0^{-1/2} \\ &= 1,0424 \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{1,0424 \cdot 50}{4,2 \cdot 10^6 \cdot 306640,625}}$$
$$= 0,002121 \text{ cm}^{-1}$$

- Pada keadaan gempa ($y = 1,5 \text{ cm}$)

$$K = \{0,2 \cdot (28 \cdot 3,5) \cdot 50^{-3/4}\} \cdot 1,5^{-1/2}$$
$$= 0,8511 \text{ kg/cm}^3$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{0,8511 \cdot 50}{4,2 \cdot 10^6 \cdot 306640,625}}$$
$$= 0,002016 \text{ cm}^{-1}$$

b. Menentukan daya dukung tiang terhadap gaya horizontal

- Pada keadaan normal ($\delta a = 1,0 \text{ cm}$)

$$H_n = 10 \cdot 20,064$$
$$= 200,64 \text{ t}$$

- Pada keadaan gempa ($\delta a = 1,5 \text{ cm}$)

$$H_n = 10 \cdot 31,663$$
$$= 316,629 \text{ t}$$

Kontrol perlawanan tiang terhadap gaya horizontal dalam arah sejajar sumbu memanjang jerabatan dan arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan.

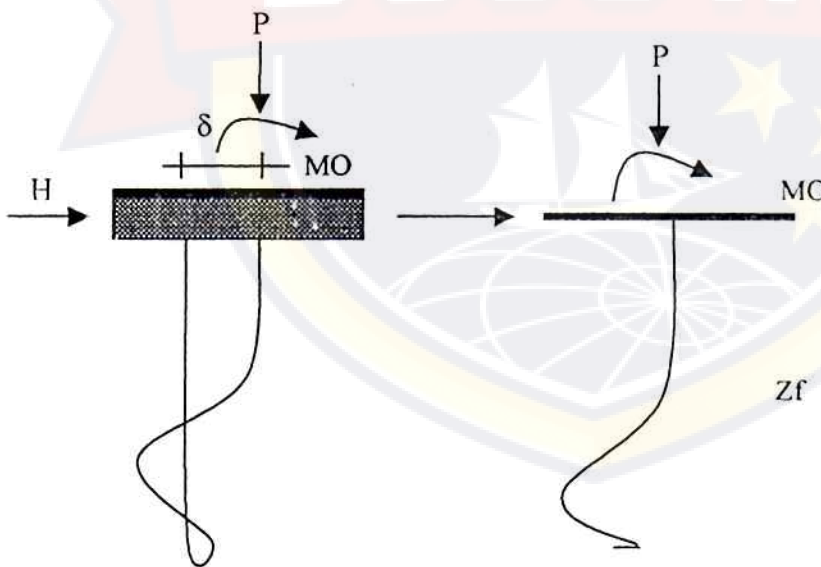
- Kombinasi muatan I (100 %)

$$H_{//} = 81,5259 \text{ t} < H_n = 200,64 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$H_{\perp} = 0$$

- Kombinasi muatan II (125 %)
 $H// = 82,7229 \text{ t} < H_n = 200,64 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$
 $H// = 4,74 \text{ t} < H_n = 316,629 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$
- Kombinasi muatan III (145 %)
 $H// = 85,4648 \text{ t} < H_n = 200,64 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$
 $H// = 4,74 \text{ t} < H_n = 316,629 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$
- Kombinasi muatan IV(150 %)
 $H// = 44,93310 \text{ t} < H_n = 200,64 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$
 $H// = 33,8253 \text{ t} < H_n = 316,629 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{Aman}$

4.3.2. Kontrol Tegangan Yang Terjadi



Gambar IV.15 Gaya yang bekerja pada dasar tumpuan

$$Z_f = 1,4 R$$

$$R = \sqrt[4]{\frac{EI}{K.D}}$$

$$K = \frac{K}{1,5}$$

- Tegangan untuk pipa baja

$$\sigma = \frac{P \max}{A} + \frac{M_o \times r}{i} \dots\dots\dots 5) \text{ hal. 120}$$

Besarnya pergeseran pada tiang

$$\sigma = \frac{H //}{4.EI.\beta^3.n} \dots\dots\dots 5) \text{ hal. 118}$$

Momen pada kepala tiang

$$M_o = \frac{H //}{2.\beta.n} \dots\dots\dots 5) \text{ hal. 118}$$

Dari hasil perhitungan di muka diperoleh

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg / cm}^2$$

$$I = 306640,625 \text{ cm}^4$$

$$\beta = 0,002121 \text{ cm}^{-1}$$

$$\beta = 0,002016 \text{ cm}^{-1}$$

$$K = 1,0424 \text{ kg/cm}^3$$

$$K = 0,8511 \text{ kg/cm}^3$$

- Untuk keadaan normal

$$K = \frac{K}{1,5} = \frac{1,0424}{1,5} = 0,6949$$

$$R = \sqrt[4]{\frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 306640,625}{0,6949 \cdot 50}} = 3,68968 \text{ m}$$

$$Z_f = 1,4 \cdot 3,68968 = 5,16555 \text{ m}$$

- Untuk keadaan gempa

$$K = \frac{K}{1,5} = \frac{0,8511}{1,5} = 0,5674$$

$$R = \sqrt[4]{\frac{EI}{K \cdot D}} = \sqrt[4]{\frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 306640,625}{0,5674 \cdot 50}} = 3,88148 \text{ m}$$

$$Z_f = 1,4 \cdot 3,88148 = 5,43407 \text{ m}$$

A. Tegangan yang Terjadi Akibat Beban

1. Tegangan yang terjadi untuk masing-masing kombinasi dalam alam sejajar sumbu memanjang jembatan.

- Kombinasi muatan I (100 %)

$$H// = 81,5259 \text{ t} = 81525,9 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 49,419 \text{ t} = 49419 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{H//}{n \cdot 4EI\beta^3} = \frac{81525,9}{10 \cdot 4 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 306640,625 \cdot (0,002121)^3}$$

$$= 0,33171 \text{ cm} < \delta = 1,00 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$M_o = \frac{H//}{2.n.\beta} = \frac{81525,9}{2.10.0,002121}$$
$$= 1921874,116 \text{ kg.cm}$$

$$\sigma_{ytd} = \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \times r}{I}$$
$$= \frac{49419}{1962,5} + \frac{1921874,116 \times 25}{306640,625}$$
$$= 181,8694 \text{ kg/cm}^2 < 100\% \sigma_a = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan II (125 %)

$$H// = 82,7229 \text{ t} = 82722,9 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 43,243 \text{ t} = 43243 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{H//}{n.4EI.\beta^3} = \frac{82722,9}{10.4.2,1 \times 10^6 . 306640,625 . (0,002121)^3}$$
$$= 0,33658 \text{ cm} < \delta = 1,00 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Aman}$$

$$M_o = \frac{H//}{2.n.\beta} = \frac{82722,9}{2.10.0,002121}$$
$$= 1950091,938 \text{ kg.cm}$$

$$\sigma_{ytd} = \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \times r}{I}$$
$$= \frac{43243}{1962,5} + \frac{1950091,938 \times 25}{306640,625}$$
$$= 181,023 \text{ kg/cm}^2 < 125\% \sigma_a = 1750 \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan III (140 %)

$$H// = 85,4648 \text{ t} = 85464,8 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 50,453 \text{ t} = 50453 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{H//}{n \cdot 4EI\beta^3} = \frac{85464,8}{10 \cdot 4 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 306640,625 \cdot (0,002121)^3}$$

$$= 0,34774 \text{ cm} < \delta = 1,00 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$M_o = \frac{H//}{2 \cdot n \cdot \beta} = \frac{85464,8}{2 \cdot 10 \cdot 0,002121}$$

$$= 2014728,901 \text{ kg.cm}$$

$$\sigma_{ytd} = \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \cdot x_r}{I}$$

$$= \frac{50453}{1962,5} + \frac{2014728,901 \times 25}{306640,625}$$

$$= 189,966 \text{ kg/cm}^2 < 140\% \sigma_a = 1960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan IV (150 %)

$$H// = 44,93310 \text{ t} = 44933,10 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 44,689 \text{ t} = 44689 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{H//}{n \cdot 4EI\beta^3} = \frac{44933,10}{10 \cdot 4 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 306640,625 \cdot (0,002121)^3}$$

$$= 0,1828 \text{ cm} < \delta = 1,00 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$M_o = \frac{H//}{2 \cdot n \cdot \beta} = \frac{44933,10}{2 \cdot 10 \cdot 0,002121}$$

$$= 1059243,281 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ytd} &= \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \times r}{I} \\ &= \frac{49419}{1962,5} + \frac{1059243,281 \times 25}{306640,625} \\ &= 111,5403 \text{ kg/cm}^2 < 150\% \sigma_a = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{Aman} \end{aligned}$$

2. Tegangan yang terjadi untuk masing-masing kombinasi dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan

- Kombinasi muatan II (125 %)

$$H_L = 4,74 \text{ t} = 4740 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 43,243 \text{ t} = 43243 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{H //}{n \cdot 4EI \cdot \beta^3} = \frac{4740}{10 \cdot 4 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 306640,625 \cdot (0,002016)^3} \\ &= 0,0224 \text{ cm} < \delta = 1,50 \text{ cm} \dots \text{Aman} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_o &= \frac{H //}{2 \cdot n \cdot \beta} = \frac{4740}{2 \cdot 10 \cdot 0,002016} \\ &= 117559,524 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ytd} &= \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \times r}{I} \\ &= \frac{43243}{1962,5} + \frac{1117559,524 \times 25}{306640,625} \\ &= 31,6191 \text{ kg/cm}^2 < 125\% \sigma_a = 1750 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{Aman} \end{aligned}$$

- Kombinasi muatan III (140 %)

$$H_{\perp} = 4,74 \text{ t} = 4740 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 50,453 \text{ t} = 50453 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{H_{\perp}}{n \cdot 4EI\beta^3} = \frac{4740}{10 \cdot 4 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 306640,625 \cdot (0,002016)^3}$$
$$= 0,0224 \text{ cm} < \delta = 1,50 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$M_o = \frac{H_{\perp}}{2 \cdot n \cdot \beta} = \frac{4740}{2 \cdot 10 \cdot 0,002016}$$
$$= 117559,524 \text{ kg.cm}$$

$$\sigma_{ytd} = \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \times r}{I}$$
$$= \frac{50453}{1962,5} + \frac{117559,524 \times 25}{306640,625}$$
$$= 31,6191 \text{ kg/cm}^2 < 140\% \sigma_a = 1960 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{Aman}$$

- Kombinasi muatan IV (150 %)

$$H_{\perp} = 33,8253 \text{ t} = 33825,3 \text{ kg}$$

$$P_{\max} = 44,689 \text{ t} = 44689 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{H_{\perp}}{n \cdot 4EI\beta^3} = \frac{33825,3}{10 \cdot 4 \cdot 2,1 \times 10^6 \cdot 306640,625 \cdot (0,002016)^3}$$
$$= 0,16027 \text{ cm} < \delta = 1,50 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$M_o = \frac{H_{\perp}}{2 \cdot n \cdot \beta} = \frac{33825,3}{2 \cdot 10 \cdot 0,002016}$$
$$= 838921,131 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{ytd} &= \frac{P_{\max}}{A} + \frac{M_o \times r}{I} \\ &= \frac{44689}{1962,5} + \frac{838921,131 \times 25}{306640,625}\end{aligned}$$

$$= 91,1675 \text{ kg/cm}^2 < 150\% \sigma_a = 2100 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{Aman}$$

B. Tegangan yang Terjadi Akibat Pemancangan

Rumus :

$$\sigma_{\max} = \frac{R_u}{A_s} \left(\frac{2}{\sqrt{e_f}} - 1 \right)$$

dimana :

R_u = Daya dukung ultimate

$$= 1648500 \text{ kg}$$

e_f = Faktor efisiensi, yang besarnya dihitung dengan rumus, berikut :

dimana :

W_p = Berat tiang pipa baja

$$= G \cdot L$$

$$= 144 \cdot 20 = 2880 \text{ kg}$$

W_r = Berat hamer = 4000 kg

e_r = Koefisien restitusi dari tipe hamer 6) hal. 327

$$= 0,40$$

Mata untuk :

$$cf = \frac{4000 + 0,40^2 \cdot 2880}{4000 + 2880}$$
$$= 0,6484$$

Sehingga tegangan akibat pemancangan

$$\sigma_{\max} = \frac{Ru}{As} \left(\frac{2}{\sqrt{cf}} - 1 \right)$$
$$= \frac{1648500}{1962,5} \left(\frac{2}{\sqrt{0,6484}} - 1 \right)$$
$$= 1246,353 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} < \sigma_a = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$1246,353 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

4.4. Pembahasan Hasil Alternatif

Berdasarkan perhitungan yang telah di dapat dalam penulisan tugas akhir ini mengenai alternatif perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo di Kabupaten Pinrang. Dalam perencanaan ini dipilih abutment tipe T terbalik, menggunakan mutu beton 25 Mpa dan mutu baja 240 Mpa, dengan panjang abutment 10 m, tinggi abutment 4,65 m diletakkan pada kedalaman 1,5 meter dan tanah. Pada alternatif perencanaan sub struktur menggunakan pondasi tiang pancang baja, panjang tiang yang digunakan 20 m, dengan jumlah 10 buah.

*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

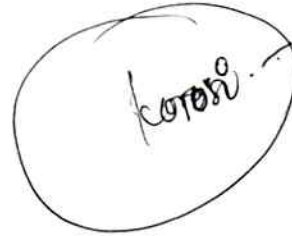
TUGAS AKHIR



BAB V
PENUTUP

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003

BAB V PENUTUP

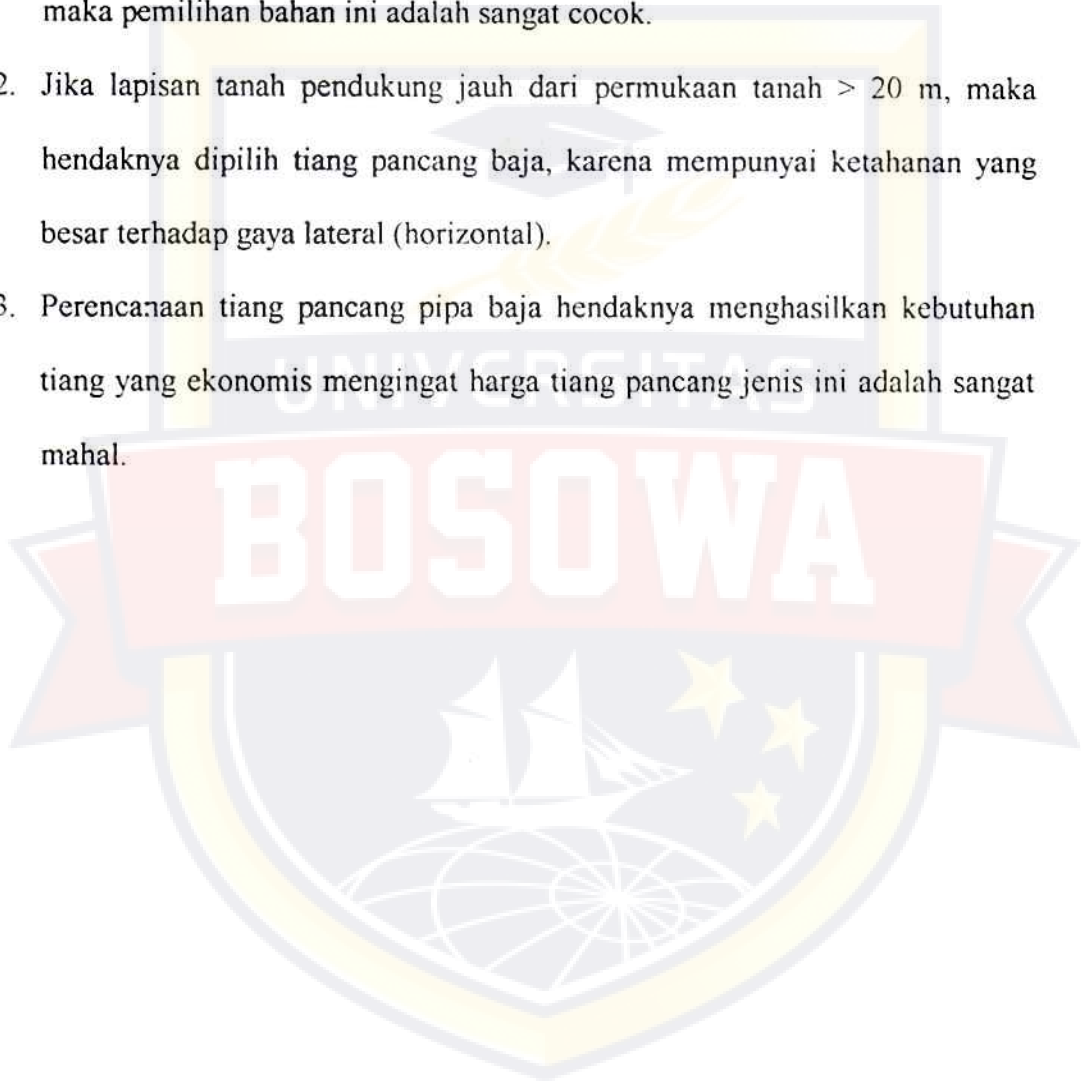


5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil alternatif perencanaan pada Jembatan Sungai Kanejo Kabupaten Pinrang yang telah direncanakan yaitu bangunan bawahnya menggunakan pondasi tiang pancang pipa baja. Dengan kedalaman 20 m, digunakan jumlah tiang sebanyak 10 buah dengan ukuran pondasi berdiameter 50 cm.
2. Tiang pancang pipa baja mempunyai daya dukung yang besar. Tiang ini juga cocok digunakan pada lokasi bangunan yang terdapat lapisan pasir yang tebal dimana tiang pancang pipa baja bertindak sebagai end bearing pile (tahanan ujung) yang memiliki gaya gesek tiang sangat kecil dan kekuatan tiang pancangnya sendiri yang lebih menentukan dalam memikul beban-beban.

5.2. Saran – saran

1. Pemakaian tiang pancang pipa baja harus dianalisa dengan cermat terhadap beban-beban yang dipikulnya. Jika beban yang harus dipikul adalah besar maka pemilihan bahan ini adalah sangat cocok.
2. Jika lapisan tanah pendukung jauh dari permukaan tanah > 20 m, maka hendaknya dipilih tiang pancang baja, karena mempunyai ketahanan yang besar terhadap gaya lateral (horizontal).
3. Perencanaan tiang pancang pipa baja hendaknya menghasilkan kebutuhan tiang yang ekonomis mengingat harga tiang pancang jenis ini adalah sangat mahal.



*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

TUGAS AKHIR



DAFTAR PUSTAKA

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003**

DAFTAR PUSTAKA

1. Bakri Pipe Industries. *Presentasi Teknik Mengenai Pemanfaatan Pipa Baja Pada Konstruksi Jembatan dan Bangunan Lainnya*. 1996.
2. Chellis, Robert. D.B.S,CE. *Pile Foundation*, MC Graw Hill Book Company. Second Edition, New York, 1961.
3. Darwis Panguriseng, Ir. *Studi Pengaruh Formasi Kelompok Tiang Geser Terhadap Daya Dukung dan Penurunan*. Thesis, 1990.
4. Joseph E. Bowles. *Analisa dan Desain Pondasi*. Erlangga Edisi Keempat (Jilid I). Jakarta. 1993.
5. Kazuto Nakawa, Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Terjemahan Ir. L. Taulu. Pradnya Pramita. Jakarta. 1994.
6. *Pedoman Perencanaan Pembetanan Jembatan Jaya Raya SKBI – 1.3.28 – 18,1987*. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta. 1987.
7. *Pedoman Perencanaan Teknik Jembatan Bagian 3 (tiga) Analisa dan Perencanaan Bangunan Bawah dan Pondasi*. DPU Direktorat Jenderal Bina Marga dan Direktorat Bina Marga Program Jalan, Dokumen No. BMS – M3, 13 Pebruari 1992.
8. Risal. *Tugas Akhir Alternatif Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Pipa Baja Pada Struktur Jembatan Sungai Bottoe*,. Universitas 45, Makassar, 2000.
9. Sarjono HS, Ir. *Pondasi Tiang Pancang*. Sinar Wijaya Edisi Revisi (Jilid I) dan (Jilid II). Surabaya. 1996, 1991.
10. Sunggono Kh, Ir. *Buku Teknik Sipil*. Nova. Bandung. 1995.
11. Sunggono Kh, Ir. *Mekanika Tanah*. Nova. Bandung. Januari. 1995.
12. Wahyudi, L dan Syaril A. Rahim. *Standar Baru SNI T – 15 – 1991 – 03. Struktur Beton Bertulang*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 1997.
13. Wesley LD, Dr. *Mekanika Tanah*. Departemen Pekerjaan Umum. 1997.

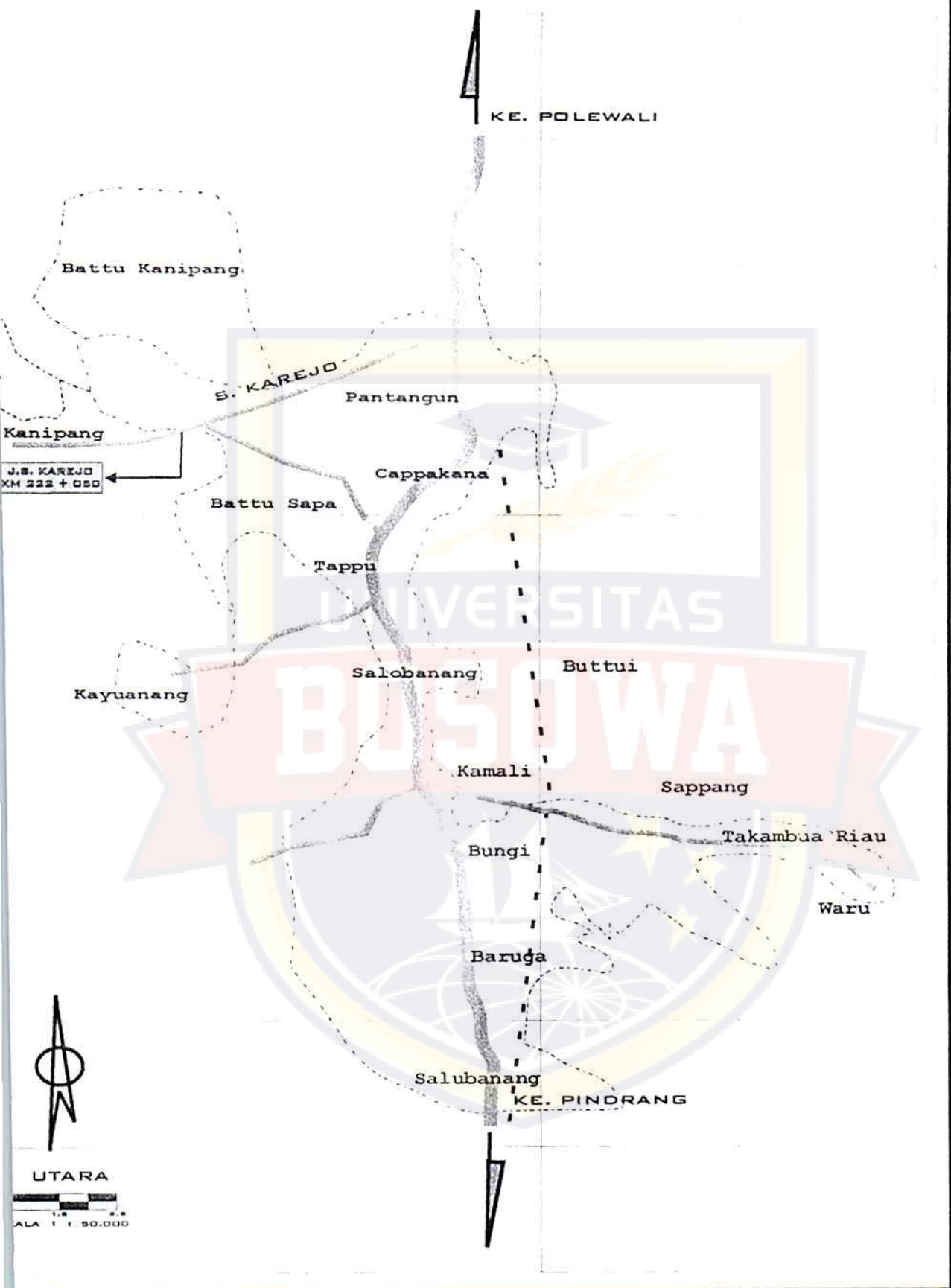
*Alternatif Perencanaan Sub Struktur Jembatan Sungai Karejo
Kabupaten Pinrang*

TUGAS AKHIR



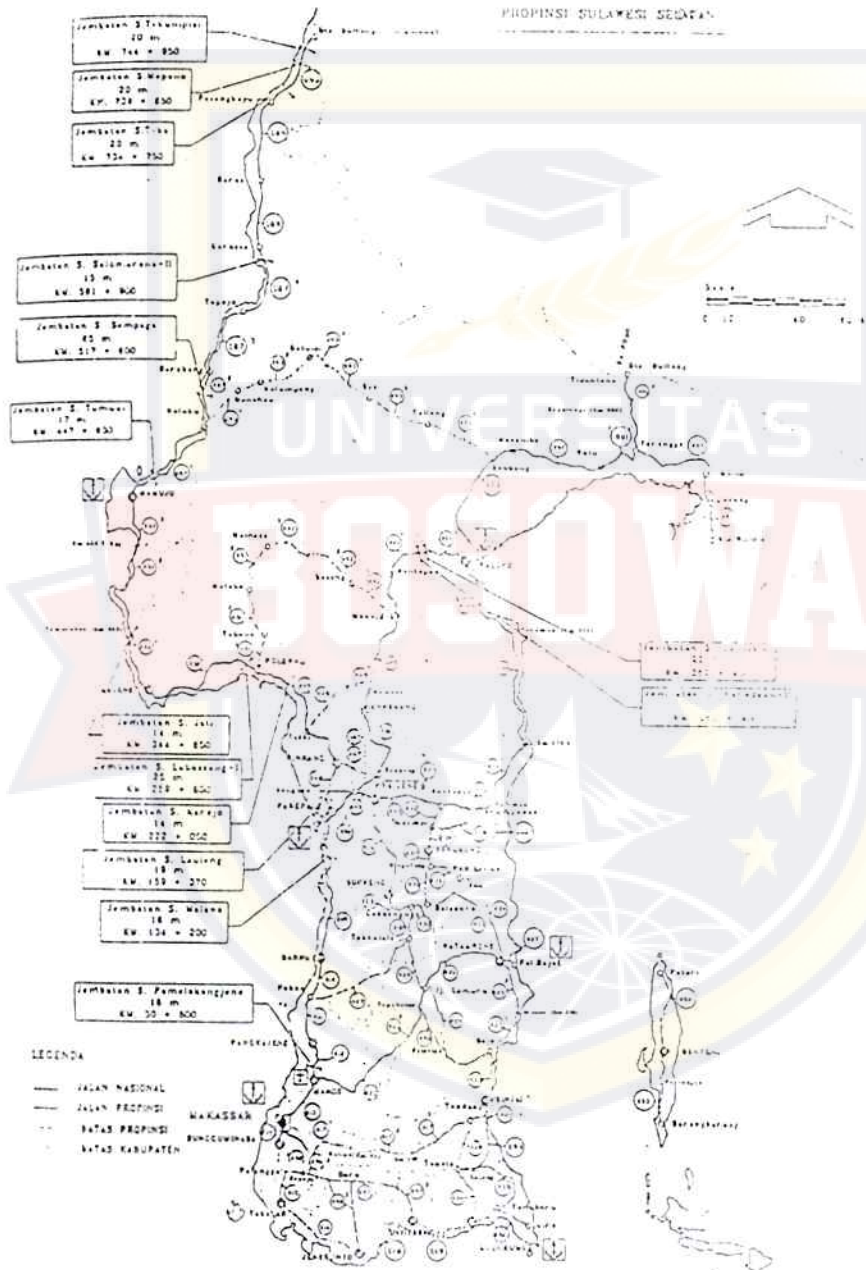
LAMPIRAN

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS "45"
MAKASSAR
2003**



LOKASI JEMBATAN

PETA LOKASI PROYEK



GAMBAR SKETSA SITUASI

PENGEBARAN

JEMBATAN SUNGAI

KAREJO

KM : 222 + 050 MAKASSAR

RUAS JALAN :

PINRANG - POLEWALI

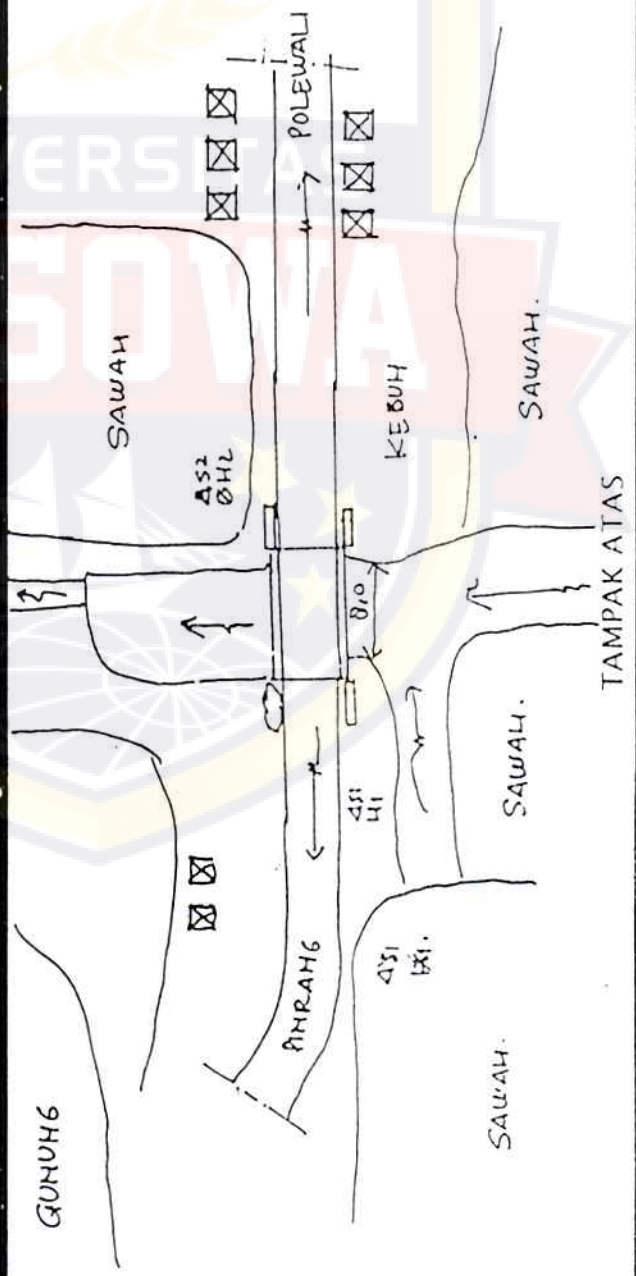
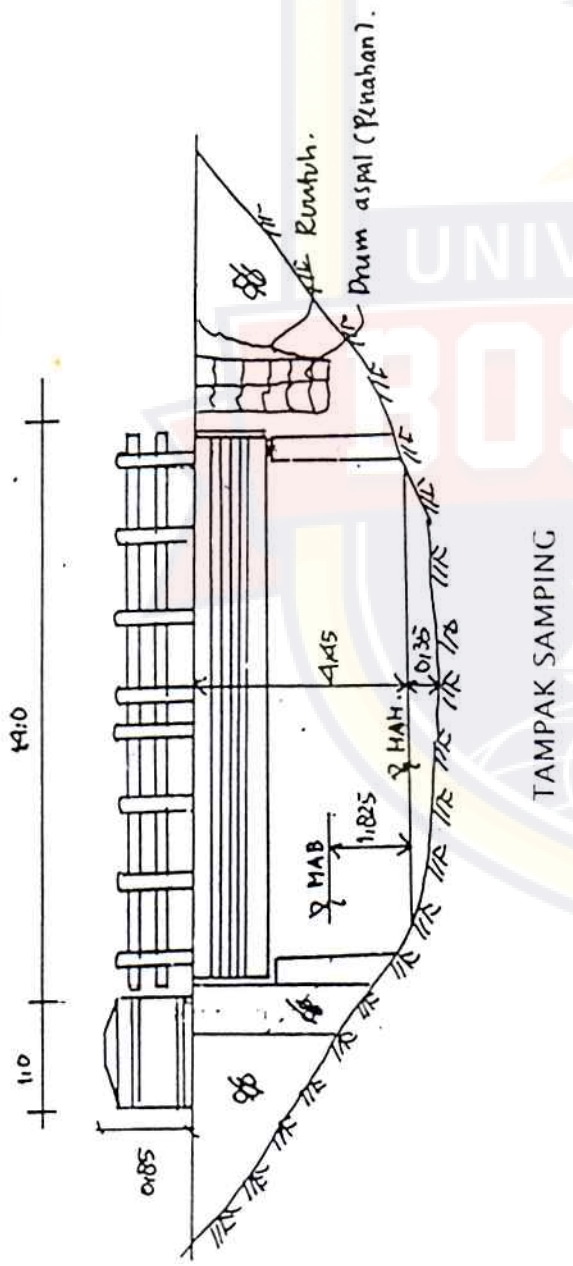
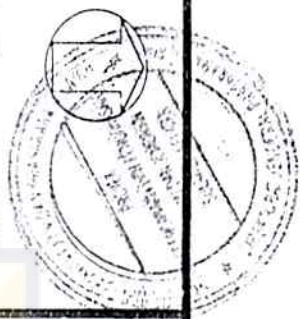
KETERANGAN :

- Δ SONDIR (S)
- ⊕ BOR (H)
- TETS PIT (TP)

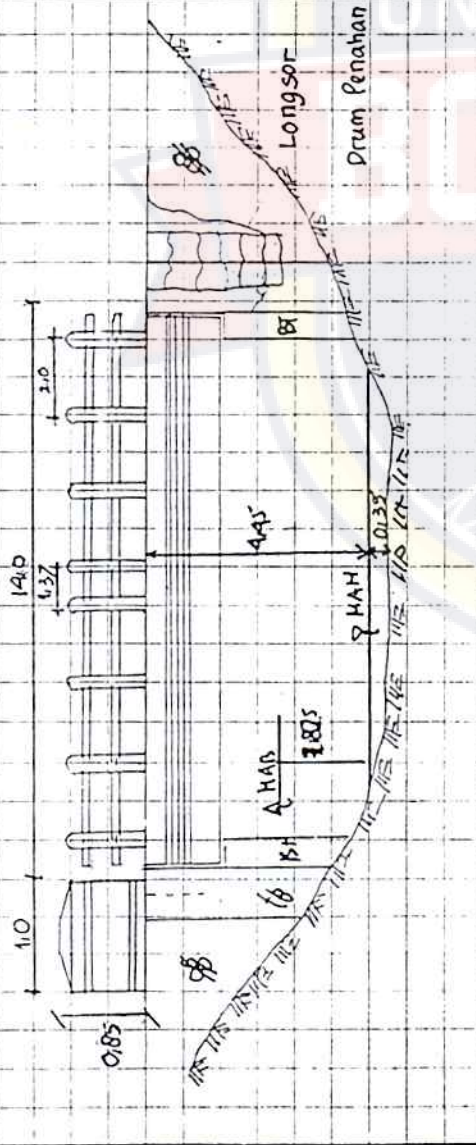
ELEVASI :

- PEIL 0.00 ADALAH :
- LANTAI JEMBATAN : (LJ)
- LANTAI JALAN : (MJ)

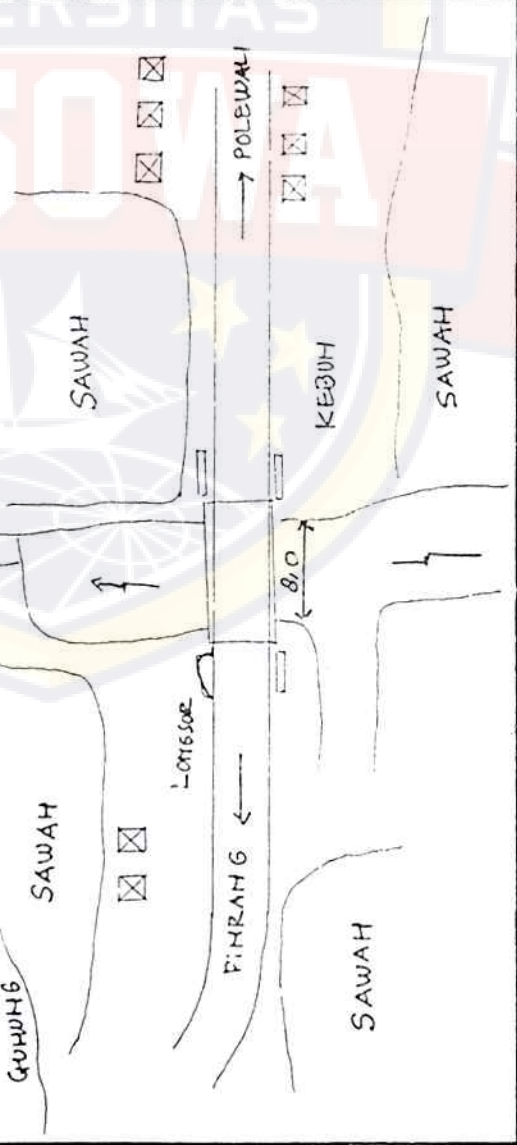
- S1/H1 TPI : M.L./M.J
- M.A.T : M.L./M.J
- S2/H2 TP2 : M.L./M.J
- M.A.T : M.L./M.J
- S3/H3 TP3 : M.L./M.J
- M.A.T : M.L./M.J



SKEMA PENAWIPANG MEMANJANG

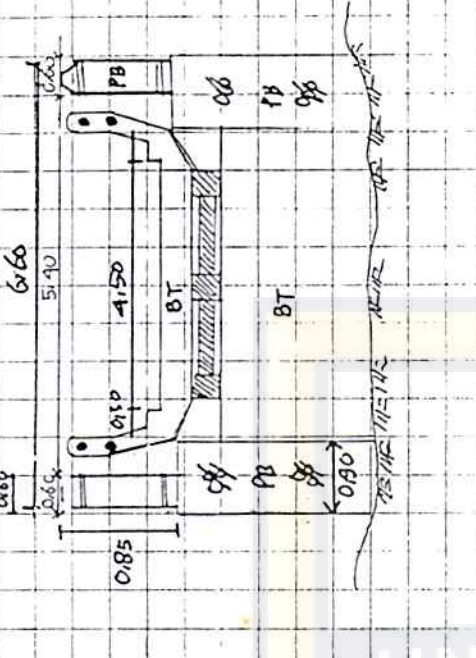


TINGGI LANTAI	DALAM SUNGAI	TANAH	Berbatu-batu	DAERAH	Episentrum
DARI MAN (m)	DARI MAN (m)	ASLI	Berpasir	PENGARUH	Gunung Api
4.45	0.35	Lempung	✓	Geologi	Lahil



BT = beton	DP = dinding pertama	JG = jembatan gantung	TP = tiang profil
PT = ponton	GB = gelagar baja	KY = kayu	TK = tiang kayu
BL = belleyu	RB = rangka baja	RP = rakit penyeberangan	PL = pondasi langsung
SM = sementara	PB = pasangan batu	TB = tiang beton	PS = pondasi sumuran

SKEMA PENAMPANG MELINTANG



PANJANG	LEBAR (m)	KELAS	KONDISI
JEMBATAN	Jalur	4.50	Bang. Atas : BA
14.0 (m)	Trottoar:	0.30	Bang. Bawah : BA

TAHUN PEMBUATAN JEMBATAN :
KONSTRUKSI 1990-an

BANGUNAN ATAS	BANGUNAN BAWAH	
GELAGAR	LANTAI	PILAR / PONDASI
BT	BT	BT

TERRAIN : Datar, Perbukitan, Gunung, Rawa-Laut
BANJIR

MAB (m)	PERIODE	SIFAT	YANG TERBAWA
Terhadap	Sering	Erosi Samping	Batu-batu besar
MAN :	Kadang-kadang	Erosi Dasar	Kayu-kayu besar
1.875	Jarang ✓	Mendadak	Sampah
(m)	Tidak pernah	Tidak Mendadak	

SYARAT TINGGI KONSTRUKSI (m)
(UNTUK KEPERLUAN PELAYARAN SUNGAI)

PERENCANAAN TEKNIS JEMBATAN
TEAM SURVEY CV. KIYOKA

TABEL PEMBACAAN SONDIR

LOKASI : JEMBATAN SUNGAI KARAJA	ELEVASI	3.10 M
SKALA : KM 222+050 MKS POROS PINRANG-POLEWALI	MUKA AIR TANAH M
TANGGAL : 20 JUNE 2002	TITIK SONDIR	S1
PEMERIKSA : NURSALYM L. ADANAN	JUMLAH KEDALAMAN	20.60 M

alamian	Hambatan Konis q_c (kg/cm ²)	Jumlah Hambatan q_c+f (kg/cm ²)	Hambatan Pelekat f (kg/cm ²)	Unit Hambatan Pelekat f_s (kg/cm ²)	Nilai f_s tiap 20 cm (kg/cm ²)	Total Hambatan Pelekat f_t (kg/cm ²)	Hambatan Rasio $F_r=f_t/q_c$
(1)	(2)	(3)	(4) = (3)-(2)	(5) = (4)/10	(6) = (4) * 2	(7) = Σ (6)	(8) = ((7)/(2))*100
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1.0	2.0	5.0	3.0	0.3	6.0	6.0	0.00
1.2	5.0	7.0	2.0	0.2	4.0	10.0	0.00
1.4	3.0	7.0	4.0	0.4	8.0	18.0	13.33
1.6	13.0	15.0	2.0	0.2	4.0	22.0	1.54
1.8	35.0	41.0	6.0	0.6	12.0	34.0	1.71
2.0	55.0	60.0	5.0	0.5	10.0	44.0	0.91
2.2	63.0	67.0	4.0	0.4	8.0	52.0	0.63
2.4	71.0	75.0	4.0	0.4	8.0	60.0	0.56
2.6	93.0	97.0	4.0	0.4	8.0	68.0	0.43
2.8	75.0	80.0	5.0	0.5	10.0	78.0	0.67
3.0	71.0	75.0	4.0	0.4	8.0	86.0	0.56
3.2	71.0	75.0	4.0	0.4	8.0	94.0	0.56
3.4	76.0	81.0	5.0	0.5	10.0	104.0	0.66
3.6	83.0	89.0	6.0	0.6	12.0	116.0	0.72
3.8	92.0	95.0	3.0	0.3	6.0	122.0	0.33
4.0	87.0	91.0	4.0	0.4	8.0	130.0	0.46
4.2	96.0	100.0	4.0	0.4	8.0	138.0	0.42
4.4	96.0	100.0	4.0	0.4	8.0	146.0	0.42
4.6	95.0	99.0	4.0	0.4	8.0	154.0	0.42
4.8	87.0	91.0	4.0	0.4	8.0	162.0	0.46
5.0	81.0	85.0	4.0	0.4	8.0	170.0	0.49
5.2	57.0	61.0	4.0	0.4	8.0	178.0	0.70
5.4	50.0	55.0	5.0	0.5	10.0	188.0	1.00
5.6	37.0	41.0	4.0	0.4	8.0	196.0	1.08
5.8	37.0	41.0	4.0	0.4	8.0	204.0	1.08
6.0	37.0	40.0	3.0	0.3	6.0	210.0	0.81
6.2	35.0	40.0	5.0	0.5	10.0	220.0	1.43
6.4	35.0	40.0	5.0	0.5	10.0	230.0	1.43
6.6	31.0	34.0	3.0	0.3	6.0	236.0	0.97
6.8	35.0	38.0	3.0	0.3	6.0	242.0	0.86
7.0	36.0	38.0	2.0	0.2	4.0	246.0	0.56
7.2	38.0	40.0	2.0	0.2	4.0	250.0	0.53
7.4	39.0	41.0	2.0	0.2	4.0	254.0	0.51
7.6	43.0	45.0	2.0	0.2	4.0	258.0	0.47
7.8	44.0	47.0	3.0	0.3	6.0	264.0	0.68
8.0	45.0	47.0	2.0	0.2	4.0	268.0	0.44
8.2	47.0	50.0	3.0	0.3	6.0	274.0	0.64
8.4	53.0	57.0	4.0	0.4	8.0	282.0	0.75
8.6	76.0	78.0	2.0	0.2	4.0	286.0	0.26
8.8	65.0	71.0	6.0	0.6	12.0	298.0	0.92
9.0	71.0	75.0	4.0	0.4	8.0	306.0	0.56
9.2	76.0	79.0	3.0	0.3	6.0	312.0	0.39



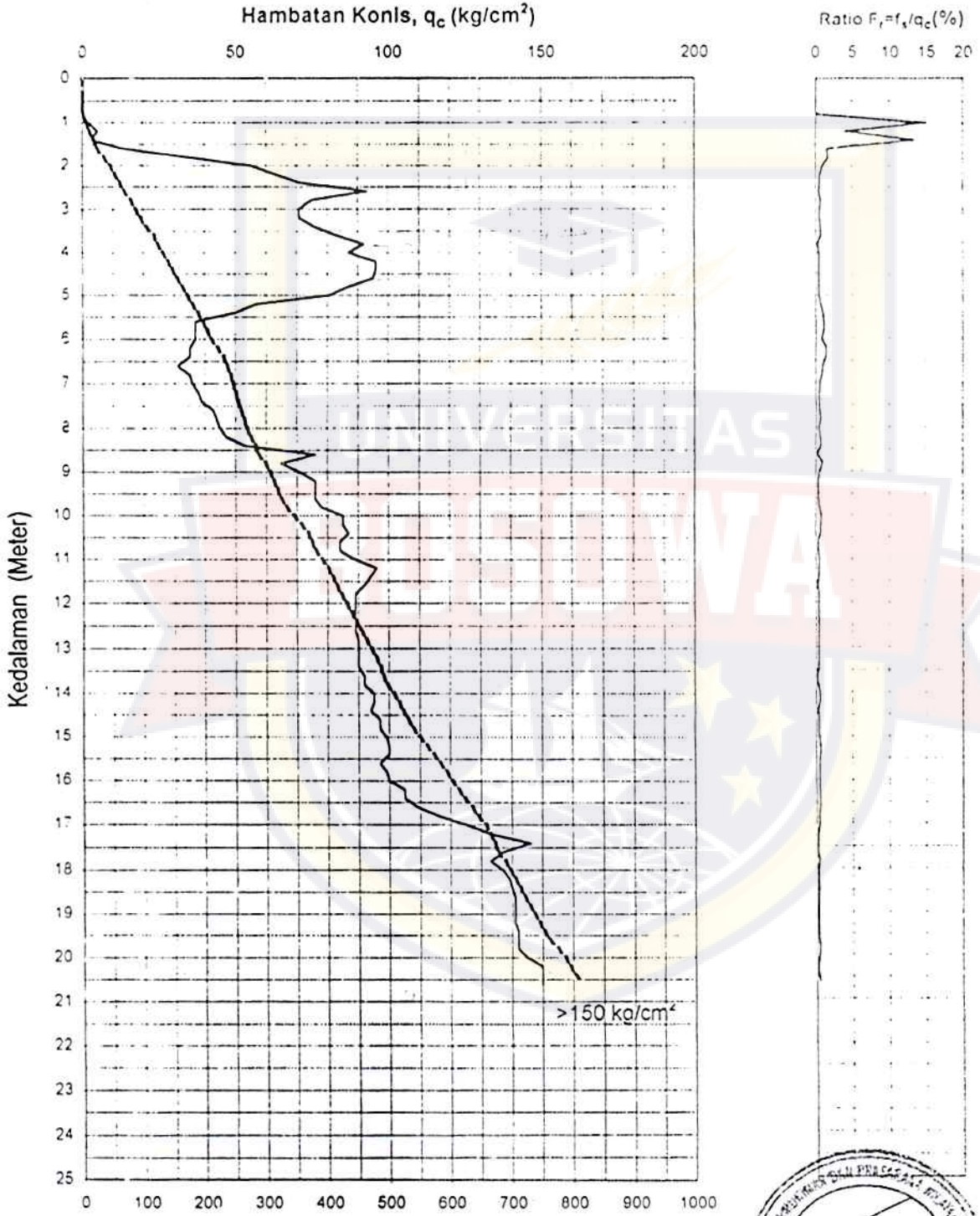
dalam	Hambatan Konis	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Unit Hambatan Pelekat	Nilai f_s tiap 20 cm	Total Hambatan Pelekat	Hambatan Rasio
(m)	q_c (kg/cm ²)	$q_c + f$ (kg/cm ²)	f (kg/cm ²)	f_s (kg/cm ²)	(6) = (4) * 2 (kg/cm ²)	(7) = Σ (6) (kg/cm ²)	(8) = ((5)/(2)) * 100
9.4	76.0	79.0	3.0	0.3	6.0	318.0	0.39
9.6	76.0	79.0	3.0	0.3	6.0	324.0	0.39
9.8	78.0	82.0	4.0	0.4	8.0	332.0	0.51
10.0	85.0	91.0	6.0	0.6	12.0	344.0	0.71
10.2	85.0	91.0	6.0	0.6	12.0	356.0	0.71
10.4	87.0	93.0	6.0	0.6	12.0	368.0	0.69
10.6	84.0	87.0	3.0	0.3	6.0	374.0	0.36
10.8	84.0	87.0	3.0	0.3	6.0	380.0	0.36
11.0	89.0	94.0	5.0	0.5	10.0	390.0	0.56
11.2	96.0	101.0	5.0	0.5	10.0	400.0	0.52
11.4	94.0	98.0	4.0	0.4	8.0	408.0	0.43
11.6	92.0	95.0	3.0	0.3	6.0	414.0	0.33
11.8	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	422.0	0.45
12.0	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	430.0	0.45
12.2	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	438.0	0.45
12.4	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	446.0	0.45
12.6	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	454.0	0.45
12.8	90.0	94.0	4.0	0.4	8.0	462.0	0.44
13.0	90.0	94.0	4.0	0.4	8.0	470.0	0.44
13.2	90.0	94.0	4.0	0.4	8.0	478.0	0.44
13.4	90.0	94.0	4.0	0.4	8.0	486.0	0.44
13.6	92.0	94.0	2.0	0.2	4.0	490.0	0.22
13.8	92.0	95.0	3.0	0.3	6.0	496.0	0.33
14.0	95.0	100.0	5.0	0.5	10.0	506.0	0.53
14.2	95.0	100.0	5.0	0.5	10.0	516.0	0.53
14.4	94.0	97.0	3.0	0.3	6.0	522.0	0.32
14.6	97.0	101.0	4.0	0.4	8.0	530.0	0.41
14.8	97.0	101.0	4.0	0.4	8.0	538.0	0.41
15.0	99.0	104.0	5.0	0.5	10.0	548.0	0.51
15.2	100.0	106.0	6.0	0.6	12.0	560.0	0.60
15.4	100.0	106.0	6.0	0.6	12.0	572.0	0.60
15.6	97.0	102.0	5.0	0.5	10.0	582.0	0.52
15.8	99.0	104.0	5.0	0.5	10.0	592.0	0.51
16.0	100.0	105.0	5.0	0.5	10.0	602.0	0.50
16.2	105.0	110.0	5.0	0.5	10.0	612.0	0.48
16.4	105.0	110.0	5.0	0.5	10.0	622.0	0.48
16.6	109.0	115.0	6.0	0.6	12.0	634.0	0.55
16.8	116.0	121.0	5.0	0.5	10.0	644.0	0.43
17.0	125.0	131.0	6.0	0.6	12.0	656.0	0.48
17.2	133.0	137.0	4.0	0.4	8.0	664.0	0.30
17.4	146.0	150.0	4.0	0.4	8.0	672.0	0.27
17.6	137.0	139.0	2.0	0.2	4.0	676.0	0.15
17.8	133.0	139.0	6.0	0.6	12.0	688.0	0.45
18.0	137.0	141.0	4.0	0.4	8.0	696.0	0.29
18.2	139.0	143.0	4.0	0.4	8.0	704.0	0.29
18.4	140.0	144.0	4.0	0.4	8.0	712.0	0.29
18.6	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	720.0	0.28
18.8	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	728.0	0.28
19.0	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	736.0	0.28
19.2	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	744.0	0.28
19.4	142.0	146.0	4.0	0.4	8.0	752.0	0.28
19.6	142.0	146.0	4.0	0.4	8.0	760.0	0.28
19.8	142.0	149.0	7.0	0.7	14.0	774.0	0.49
20.0	145.0	151.0	6.0	0.6	12.0	786.0	0.41
20.2	150.0	154.0	4.0	0.4	8.0	794.0	0.27
20.4	150.0	154.0	4.0	0.4	8.0	802.0	0.27
20.6	150.0	157.0	7.0	0.7	14.0	816.0	0.47
20.8	> 150						



GRAFIK PENGUJIAN SONDIR (DCPT GRAPH)

LOKASI : JEMBATAN SUNGAI KAREJO
 T. MUKA AIR TANAH : METER DARI MUKA JEMBATAN
 D. MUKA TANAH : 3.10 METER (+0.0 LANTAI JEMBATAN)

TANGGAL : 20 JUNE 2002
 TITIK SONDIR : S-1



Legend :

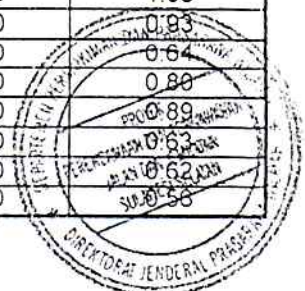
- Hambatan Konis, q_c (kg/cm²)
- - - - - Total Hambatan Pelekat, T_f (kg/m')



TABEL PEMBACAAN SONDIR

LOKASI : JEMBATAN SUNGAI KAREJO	ELEVASI :
KASUS : KM 222+050 MKS POROS PINRANG-POLEWALI	MUKA AIR TANAH : 3,30 M
TANGGAL : 20 JUNE 2002	TITIK SONDIR : S2
PEKERJA : NURSALYM L. ADANAN	JUMLAH KEDALAMAN : 2,80 M

Kedalaman	Hambatan Konis	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Unit Hambatan Pelekat	Nilai f_s	Total Hambatan Pelekat	Hambatan Rasio
(m)	q_c	q_c+f	f	f_s	tiap 20 cm	T_r	$F_r=f_s/q_c$
(1)	(2)	(3)	(4) = (3)-(2)	(5) = (4)/10	(6) = (4) * 2	(7) = Σ (6)	(8) = ((5)/(2)) * 100
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
1.4	2.0	5.0	3.0	0.3	6.0	6.0	15.00
1.6	2.0	5.0	3.0	0.3	6.0	12.0	15.00
1.8	5.0	7.0	2.0	0.2	4.0	16.0	4.00
2.0	10.0	15.0	5.0	0.5	10.0	26.0	5.00
2.2	19.0	22.0	3.0	0.3	6.0	32.0	1.58
2.4	29.0	35.0	6.0	0.6	12.0	44.0	2.07
2.6	40.0	45.0	5.0	0.5	10.0	54.0	1.25
2.8	47.0	51.0	4.0	0.4	8.0	62.0	0.85
3.0	55.0	60.0	5.0	0.5	10.0	72.0	0.91
3.2	63.0	69.0	6.0	0.6	12.0	84.0	0.95
3.4	75.0	79.0	4.0	0.4	8.0	92.0	0.53
3.6	81.0	85.0	4.0	0.4	8.0	100.0	0.49
3.8	87.0	91.0	4.0	0.4	8.0	108.0	0.46
4.0	87.0	91.0	4.0	0.4	8.0	116.0	0.46
4.2	92.0	96.0	4.0	0.4	8.0	124.0	0.43
4.4	97.0	101.0	4.0	0.4	8.0	132.0	0.41
4.6	92.0	101.0	9.0	0.9	18.0	150.0	0.98
4.8	92.0	95.0	3.0	0.3	6.0	156.0	0.33
5.0	83.0	86.0	3.0	0.3	6.0	162.0	0.36
5.2	75.0	80.0	5.0	0.5	10.0	172.0	0.67
5.4	67.0	70.0	3.0	0.3	6.0	178.0	0.45
5.6	51.0	55.0	4.0	0.4	8.0	186.0	0.78
5.8	43.0	46.0	3.0	0.3	6.0	192.0	0.70
6.0	34.0	37.0	3.0	0.3	6.0	198.0	0.88
6.2	34.0	37.0	3.0	0.3	6.0	204.0	0.88
6.4	34.0	37.0	3.0	0.3	6.0	210.0	0.88
6.6	37.0	40.0	3.0	0.3	6.0	216.0	0.81
6.8	35.0	38.0	3.0	0.3	6.0	222.0	0.86
7.0	35.0	38.0	3.0	0.3	6.0	228.0	0.86
7.2	37.0	40.0	3.0	0.3	6.0	234.0	0.81
7.4	37.0	40.0	3.0	0.3	6.0	240.0	0.81
7.6	37.0	40.0	3.0	0.3	6.0	246.0	0.81
7.8	39.0	43.0	4.0	0.4	8.0	254.0	1.03
8.0	43.0	47.0	4.0	0.4	8.0	262.0	0.93
8.2	47.0	50.0	3.0	0.3	6.0	268.0	0.64
8.4	50.0	54.0	4.0	0.4	8.0	276.0	0.80
8.6	56.0	61.0	5.0	0.5	10.0	286.0	0.89
8.8	63.0	67.0	4.0	0.4	8.0	294.0	0.63
9.0	65.0	69.0	4.0	0.4	8.0	302.0	0.62
9.2	71.0	75.0	4.0	0.4	8.0	310.0	0.58

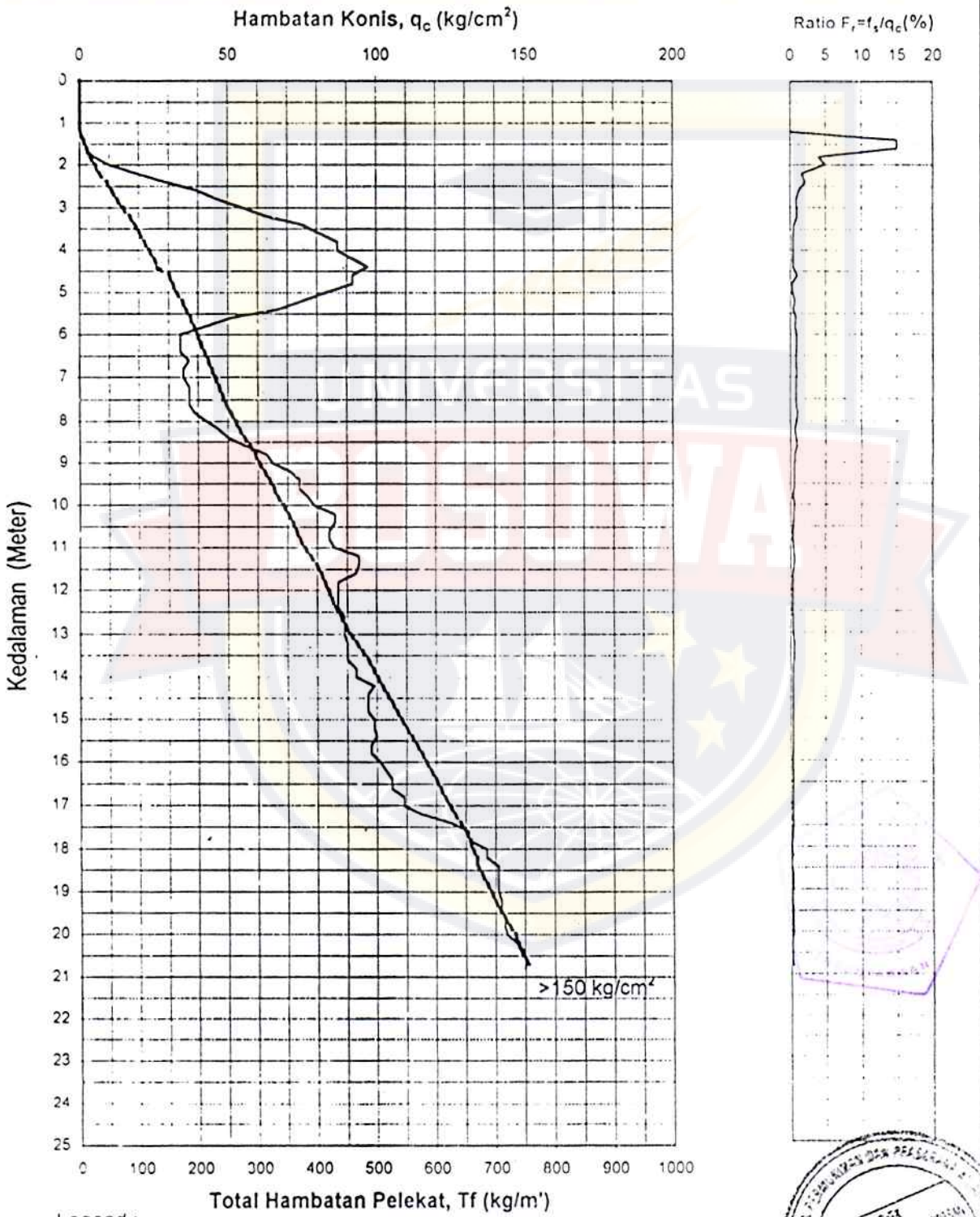


Kedalaman	Hambatan Konis	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Unit Hambatan Pelekat	Nilai f_s	Total Hambatan Pelekat	Hambatan Rasio
	q_c	q_c+f	f	f_s	tiap 20 cm	T_r	$F_r=f_s/q_c$
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm')	(kg/cm')	
(1)	(2)	(3)	(4) = (3)-(2)	(5) = (4)/10	(6) = (4) * 2	(7) = Σ (6)	(8) = ((5)/(2))*100
9.4	74.0	78.0	4.0	0.4	8.0	318.0	0.54
9.6	74.0	78.0	4.0	0.4	8.0	326.0	0.54
9.8	77.0	80.0	3.0	0.3	6.0	332.0	0.39
10.0	79.0	84.0	5.0	0.5	10.0	342.0	0.63
10.2	86.0	90.0	4.0	0.4	8.0	350.0	0.47
10.4	86.0	90.0	4.0	0.4	8.0	358.0	0.47
10.6	84.0	87.0	3.0	0.3	6.0	364.0	0.36
10.8	84.0	87.0	3.0	0.3	6.0	370.0	0.36
11.0	86.0	90.0	4.0	0.4	8.0	378.0	0.47
11.2	94.0	99.0	5.0	0.5	10.0	388.0	0.53
11.4	94.0	99.0	5.0	0.5	10.0	398.0	0.53
11.6	93.0	97.0	4.0	0.4	8.0	406.0	0.43
11.8	87.0	90.0	3.0	0.3	6.0	412.0	0.34
12.0	87.0	90.0	3.0	0.3	6.0	418.0	0.34
12.2	87.0	90.0	3.0	0.3	6.0	424.0	0.34
12.4	87.0	90.0	3.0	0.3	6.0	430.0	0.34
12.6	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	438.0	0.45
12.8	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	446.0	0.45
13.0	89.0	93.0	4.0	0.4	8.0	454.0	0.45
13.2	90.0	95.0	5.0	0.5	10.0	464.0	0.56
13.4	90.0	95.0	5.0	0.5	10.0	474.0	0.56
13.6	90.0	95.0	5.0	0.5	10.0	484.0	0.56
13.8	93.0	97.0	4.0	0.4	8.0	492.0	0.43
14.0	93.0	97.0	4.0	0.4	8.0	500.0	0.43
14.2	99.0	103.0	4.0	0.4	8.0	508.0	0.40
14.4	97.0	101.0	4.0	0.4	8.0	516.0	0.41
14.6	97.0	101.0	4.0	0.4	8.0	524.0	0.41
14.8	97.0	101.0	4.0	0.4	8.0	532.0	0.41
15.0	99.0	103.0	4.0	0.4	8.0	540.0	0.40
15.2	99.0	103.0	4.0	0.4	8.0	548.0	0.40
15.4	100.0	105.0	5.0	0.5	10.0	558.0	0.50
15.6	98.0	102.0	4.0	0.4	8.0	566.0	0.41
15.8	98.0	102.0	4.0	0.4	8.0	574.0	0.41
16.0	101.0	105.0	4.0	0.4	8.0	582.0	0.40
16.2	103.0	107.0	4.0	0.4	8.0	590.0	0.39
16.4	105.0	109.0	4.0	0.4	8.0	598.0	0.38
16.6	105.0	109.0	4.0	0.4	8.0	606.0	0.38
16.8	109.0	113.0	4.0	0.4	8.0	614.0	0.37
17.0	109.0	113.0	4.0	0.4	8.0	622.0	0.37
17.2	115.0	119.0	4.0	0.4	8.0	630.0	0.35
17.4	125.0	130.0	5.0	0.5	10.0	640.0	0.40
17.6	131.0	135.0	4.0	0.4	8.0	648.0	0.31
17.8	131.0	135.0	4.0	0.4	8.0	656.0	0.31
18.0	137.0	139.0	2.0	0.2	4.0	660.0	0.15
18.2	137.0	141.0	4.0	0.4	8.0	668.0	0.29
18.4	141.0	141.0	0.0	0.0	0.0	668.0	0.00
18.6	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	676.0	0.28
18.8	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	684.0	0.28
19.0	141.0	145.0	4.0	0.4	8.0	692.0	0.28
19.2	142.0	145.0	3.0	0.3	6.0	698.0	0.21
19.4	142.0	146.0	4.0	0.4	8.0	706.0	0.28
19.6	143.0	147.0	4.0	0.4	8.0	714.0	0.28
19.8	143.0	147.0	4.0	0.4	8.0	722.0	0.28
20.0	144.0	149.0	5.0	0.5	10.0	732.0	0.36
20.2	147.0	150.0	3.0	0.3	6.0	738.0	0.20
20.4	150.0	152.0	2.0	0.2	4.0	742.0	0.13
20.6	150.0	154.0	4.0	0.4	8.0	750.0	0.27
20.8	150.0	155.0	5.0	0.5	10.0	760.0	0.33
21.0	> 150						



GRAFIK PENGUJIAN SONDIR (DCPT GRAPH)

ROYEK : JEMBATAN SUNGAI KAREJO	TANGGAL : 20 JUNE 2002
LEV. MUKA AIR TANAH : METER DARI MUKA JEMBATAN	TITIK SONDIR : S-2
LEV. MUKA TANAH : 3,30 METER (+0,0 LANTAI JEMBATAN)	



Kesimpulan :

- As rencana jembatan baru tetap.
- Muka lantai jembatan akan disesuaikan dengan hasil perhitungan hidrologi dari pengukuran topografi.
- Bangunan atas diusulkan terbuat dari beton pratekan dengan panjang bentang 22.0 m.
- Bangunan bawah terbuat dari beton bertulang dengan pondasi tiang pancang yang panjangnya akan ditentukan dari hasil penyelidikan tanah.
- Pada waktu pembangunan fisik, lalu-lintas dialihkan ke arah down stream.
- Bagian kiri dan kanan opit jembatan perlu dibuatkan tembok penahan/talud.

2.3. Jembatan S. Karejo

Lokasi :

Jembatan S. Karejo berada di Desa Karejo Kecamatan Lembang, Kabupaten Pinrang. Jembatan ini berada pada ruas jalan Pinrang - Polewali, yaitu pada ruas jalan No. 049, KM. 222 + 050 dari Makassar yang dibangun pada tahun 1984..

Bangunan Atas :

Bangunan atas jembatan terbuat dari Konstruksi Beton dengan panjang bentang 14.00 m, lebar 4.50 m dan lebar lalu-lintas 5.00 m. Lantai terbuat dari beton bertulang dengan kondisi baik sedang gelagar utamanya dari balok T sebanyak tiga buah dengan empat buah balok diafragma dengan kondisi baik. Muka lantai jembatan terletak pada kedalaman + 4.80 m dari dasar sungai terdalam.

Bangunan Bawah :

Kedua Abutment terbuat dari beton bertulang dengan kondisi yang masih baik/kokoh hanya pada sayap kedua abutment sudah mulai rusak terutama pada bagian kanan arah inbound (arah Pinrang) yang telah



rusak yang oleh Cabang Dinas Bina Marga Pinrang diganti dengan drum-drum aspal sebagai dinding penahan tanah. Hal ini disebabkan oleh tidak menyatunya sayap dengan abutment dan kedua bagian terbuat dari jenis konstruksi yang berbeda, sayap terbuat dari pasangan batu sedangkan abutment dari beton bertulang.

Oprit :

Terletak pada daerah datar, dengan perkerasan jalan Aspal Hot mix dengan kondisi baik.

Alinemen Vertikal disekitar lokasi rencana jembatan relatif datar mengikuti kontur daerah sekitarnya yang merupakan daerah persawahan. Alinemen horisontal relatif lurus pada daerah sekitar inbound dan outbound.

Traffic :

Dari hasil pengamatan setempat, situasi lalu-lintas pada ruas jalan ini adalah cukup ramai dilalui oleh lalu lintas (motor, angkutan umum dan truk). Jumlah kendaraan (LHR) yang melewati ruas jalan adalah 6619 smp. (DATA EMS 2002)

Sungai :

Nama sungai lokasi jembatan adalah S. Karejo. Lebar sungai pada saat survai adalah 12,00 m sampai dengan 15,00 m. muka air normal + 0.35 dari dasar sungai terendah, dengan kecepatan arus 0.25 m/det. Tanah asli dasar sungai adalah lempung halus. Sedangkan benda-benda yang terhanyut di sungai kebanyakan berupa kayu-kayu kecil dan sampah. Keadaan tebing sungai relatif landai. Pada bagian down stream ± 40 m dari lokasi jembatan aliran air dibendung dengan dibuatkan pintu air dan mengalir melalui saluran irigasi untuk mengairi sawah dengan lebar saluran 2.0 m. Dari hasil wawancara dan pengamatan pada daerah sekitar lokasi jembatan, banjir terjadi dengan periode $5 - 10$ tahun) dengan muka air tertinggi + 2.17 m dari dasar sungai terendah.



Kesimpulan :

- As rencana jembatan tetap
- Muka lantai jembatan tetap dan akan disesuaikan dari hasil perhitungan hidrologi dan topografi.
- Bangunan atas diusulkan menggunakan balok pratekan atau beton bertulang dengan bentang 16.00 m dan lebar 7 m.
- Bangunan bawah menggunakan beton bertulang dengan pondasi tiang pancang yang panjangnya akan disesuaikan dari hasil penyelidikan tanah.
- Pada waktu pembangunan fisik, lalu-lintas dialihkan pada daerah down stream.
- Dibuatkan tembok penahan pada bagian kiri dan kanan oprit jembatan.

2.4. Jembatan S.Paredean - II

Lokasi :

Jembatan S. Paredean – II berada di Desa Battang Kecamatan Uleeu Waua Kabupaten Palopo yaitu pada ruas jalan No. 004.1 : Rantepao - Palopo. KM. 368 + 900 dari Makassar yang dibangun pada tahun 1942.

Bangunan Atas :

Type jembatan adalah jembatan gelagar baja dengan menggunakan 4 buah gelagar baja profil I bentang 12.0 m. lebar jembatan adalah 4.0 m. lebar lalu lintas 4.50 m. Kondisi bangunan atas sudah rusak yang disebabkan baja profil I yang digunakan sudah berkarat dan keropos. sehingga sangat berbahaya untuk waktu yang akan datang. Lantai terbuat dari beton bertulang yang kondisinya sudah rusak. Muka lantai jembatan terletak pada ketinggian + 5.30 m dari dasar sungai terenoan. Lebar jalur lalu-lintas pada ruas jalan ini adalah 4.50 m.

Bangunan Bawah :

Kedua abutment terbuat dari pasangan batu dengan pondasi langsung diatas batuan masif dengan kondisi yang sudah mulai rusak.



1.5. Jembatan Sungai Kareio

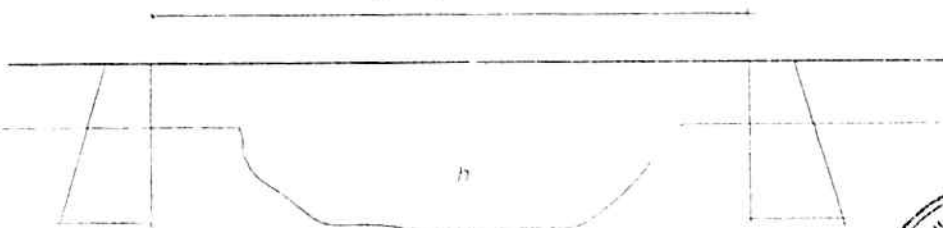
Perhitungan Debit Rencana

Metode Rational

-	Curah Hujan rata - rata	Rt =	275.8992	mm
-	Luas Daerah Pengaliran	A =	4.1750	km ²
-	Panjang Aliran	L =	3	km
-	Kemiringan rata - rata (H/L)	S =	0.0115	
-	Koefisien Pengaliran	a =	0.45	
	Kecepatan Aliran	V =	$72 \times (H/L)^{0.6} =$	4.9403 m/det
	Waktu Konsentrasi	t =	$L / V =$	0.202 Jam
	Koefisien	r =	$Rt/24 \times (24/t)^{2/3} =$	277.448
	Debit Sungai	Q =	$(a \times r \times A) / 3.60 =$	144.793 m ³ /det
	Lebar rata - rata sungai	B =	14.00	m
	Koefisien Manning	n =	0.020	
	Kemiringan Aliran rata - rata	s =	0.011	
	Tinggi Air banjir Maksimum	h =	1.625	m

No	Elevasi h (m)	Dh (m)	Kel Basah P (m)	Luas Basah A (m ²)	R. Hidrolis (m)	Kecepatan V (m/det)	Debit (Q) (m ³ /det)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.50	0.50	15.00	7.00	0.47	3.22	22.56
3	1.00	0.50	16.00	14.00	0.88	4.90	68.62
4	1.50	0.50	17.00	21.00	1.24	6.17	129.53
5	2.00	0.50	18.00	28.00	1.56	7.19	201.40
6	2.50	0.50	19.00	35.00	1.84	8.05	281.78
7	3.00	0.50	20.00	42.00	2.10	8.79	369.00
8	3.50	0.50	21.00	49.00	2.33	9.43	461.83
9	4.00	0.50	22.00	56.00	2.55	9.99	559.33
10	4.50	0.50	23.00	63.00	2.74	10.49	660.77

$$B = 14 \text{ m}$$

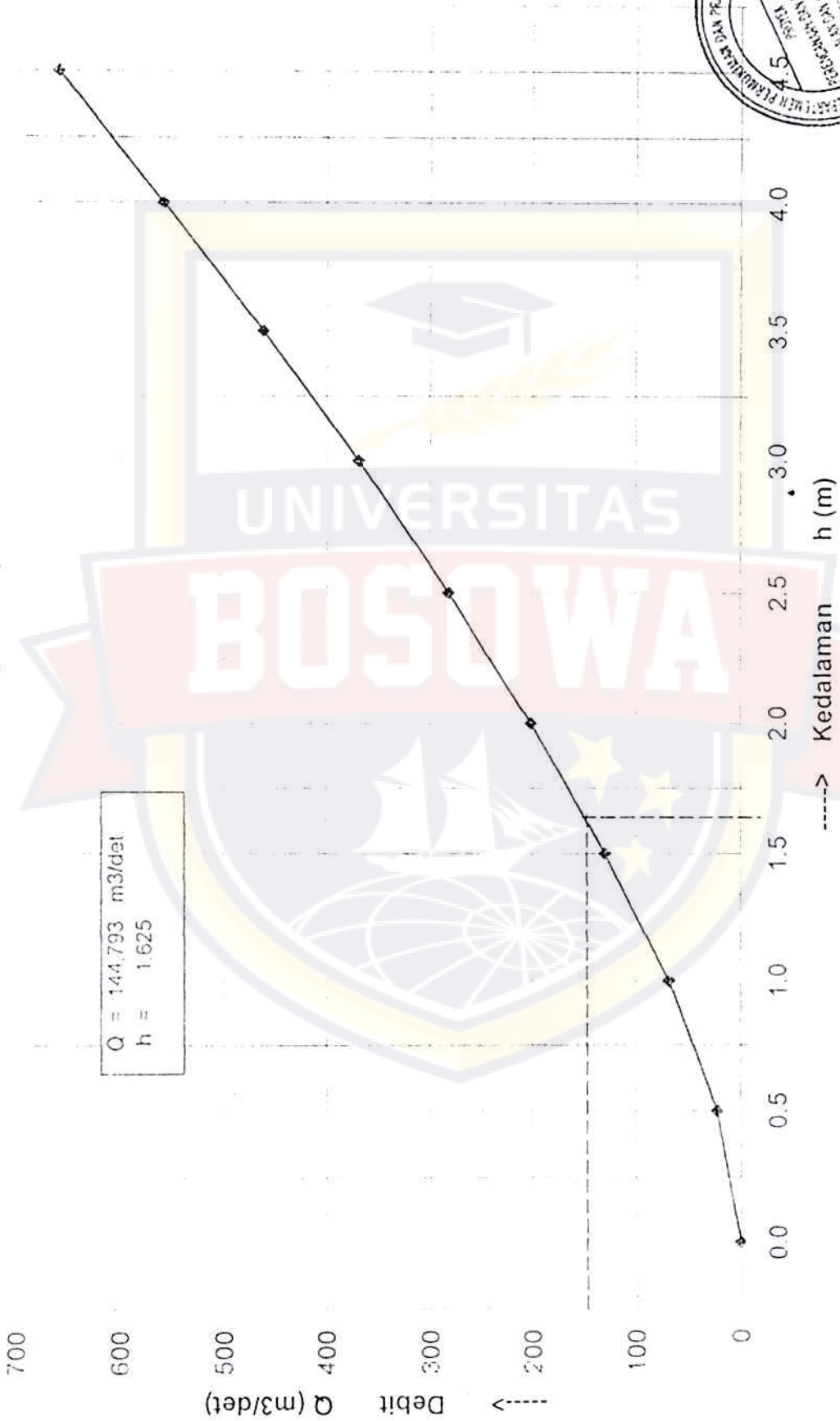


Sketsa Penampang Sungai

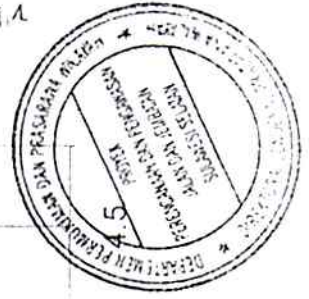


GRAFIK LINGKUNG ALIRAN

Jembatan Sungai Karejo



14



FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS
 SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPORAN)

Provinsi: 054
 Propinsi: SULAWESI SELATAN
 Nomor Pos: C.099
 Pos: MKS.193.0
 (Han) 18 (Bulan) 11 (Tahun) 02
 Arah Lalu Lintas: Dari PIRANU6 Ke POLEWALI
 Pokok Hitungan: 16 jam

Waktu	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8
Kategori	Sepeda Motor, Sekuter dan Kendaraan Koda Tiga	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Opelet, Pick-up-opelet, Suburban, Combi dan Mini Bus	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi trailer	Kendaraan Tidak Bermotor
07	12	7	10	2	-	-	1	-	-	-	1
08	18	5	13	4	-	-	4	1	-	-	2
09	39	20	31	6	1	1	7	-	-	-	2
10	57	25	30	23	-	-	15	1	-	-	6
11	53	26	45	10	4	-	15	-	-	-	3
12	38	31	30	8	10	-	25	-	-	-	2
13	33	27	23	13	4	4	16	-	-	-	2
14	36	25	28	17	3	-	19	1	-	-	2
15	47	24	31	12	3	-	5	4	-	-	1
16	32	22	25	10	6	1	7	-	-	-	1
17	40	19	25	17	2	-	5	1	-	-	-
18	18	27	18	19	4	-	7	-	-	-	-
19	14	8	7	6	2	1	4	-	-	-	-
20	11	8	5	3	3	-	6	-	-	-	1
21	10	12	3	1	1	-	3	-	-	-	-
22	11	7	6	-	1	-	6	-	-	-	-
23											
24											
01											
02											
03											
04											
05											
06											
07	469	293	330	151	44	7	145	8	-	-	23

Pengawas
 (SLAMET)

FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS
SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPORAN)

Propinsi 054
 Propinsi S U L A W E S I S E L A T A N
 Nomor Pos C . 0 4 9
 Pos M K S . 1 9 5 . 0
1 8 - 1 1 - 0 2
 (Hari) (Bulan) (Tahun) Arah Lalu Lintas
 Waktu Hitungan 16 jam Dari P O L E W A L I
 Ke P I N R A N G

No	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8
	Sepeda Motor, Sekuter dan Kendaraan Roda Tiga	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Opelet, Pick-up-opelet, Suburban, Combi dan Mini Bus	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu	Truk Gandengan	Truk Bertrailer	Kendaraan Tidak Bermotor
07	27	15	30	5	2	1	1	-	-	-	5
08	34	10	27	4	1	-	7	-	-	-	2
09	71	28	40	10	1	1	8	-	-	-	3
10	70	28	42	8	-	1	3	1	-	-	2
11	53	25	34	15	7	5	9	-	-	-	3
12	43	25	37	15	-	-	5	2	-	-	1
13	35	18	35	19	1	-	21	-	-	-	2
14	30	23	22	11	5	-	11	-	-	-	3
15	38	37	24	20	1	-	12	2	-	-	1
16	53	29	32	21	4	-	17	-	-	-	3
17	74	30	33	16	3	1	15	1	-	-	2
18	39	29	20	11	2	1	11	-	-	-	8
19	20	12	6	6	-	1	6	-	-	-	1
20	33	20	9	7	3	-	17	3	-	-	1
21	12	24	12	8	2	2	15	1	-	-	-
22	8	16	6	2	1	-	10	-	-	-	1
23											
24											
01											
02											
03											
04											
05											
06											
Jumlah	690	369	409	178	33	13	168	10	-	-	35

Pengawas
 (SLAMET)
 DIREKTORAT JENDERAL PRASARANA WILAYAH
 SURABAYA

17

**FOTO SURVAI LAPANGAN
PEKERJAAN SURVAI PENDAHULUAN
PAKET- 4 PERENCANAAN TEKNIS JEMBATAN
DI PROPINSI SULAWESI SELATAN**



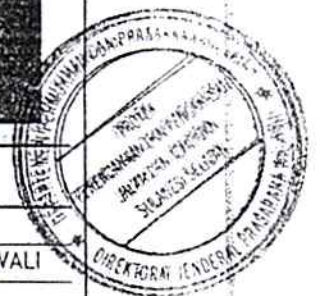
NAMA JEMBATAN : S. KAREJO

PROPINSI	: SULAWESI SELATAN	TAMPAK	: IN BOUND
NO. RUAS JALAN	: 049	RUAS JALAN	: PINRANG - POLEWALI
LOKASI (KM.POST)	: 222 + 050	BENTANG SURVAI	: 14,00 M



NAMA JEMBATAN : S. KAREJO

PROPINSI	: SULAWESI SELATAN	TAMPAK	: OUT BOUND
NO. RUAS JALAN	: 049	RUAS JALAN	: PINRANG - FOLEWALI
LOKASI (KM.POST)	: 222 + 050	BENTANG SURVAI	: 14,00 M

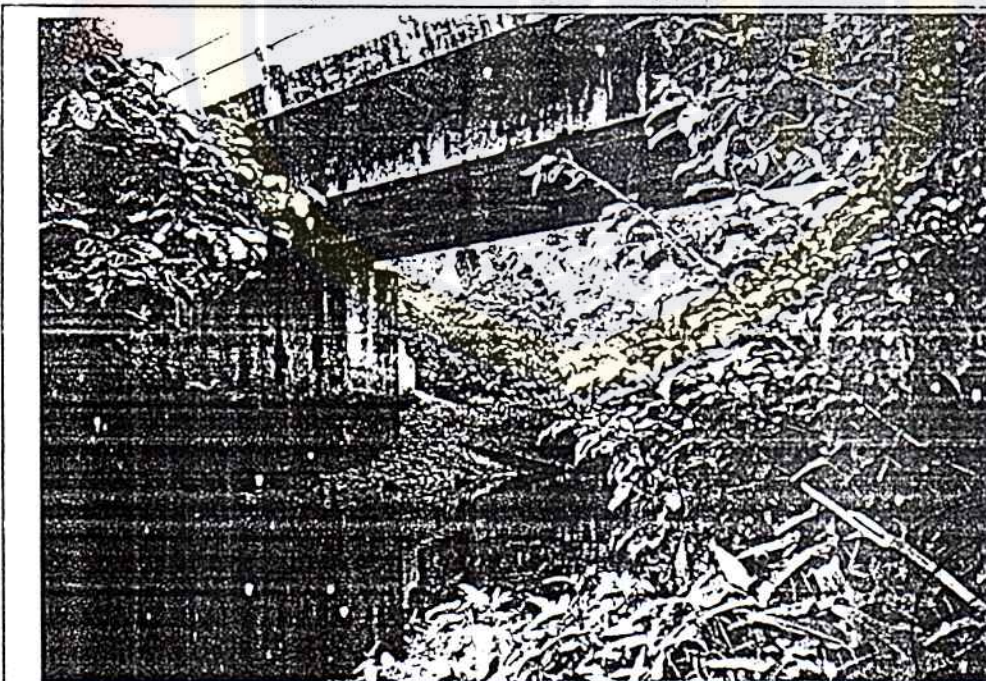


**FOTO SURVAI LAPANGAN
PEKERJAAN SURVAI PENDAHULUAN
PAKET- 4 PERENCANAAN TEKNIS JEMBATAN
DI PROPINSI SULAWESI SELATAN**



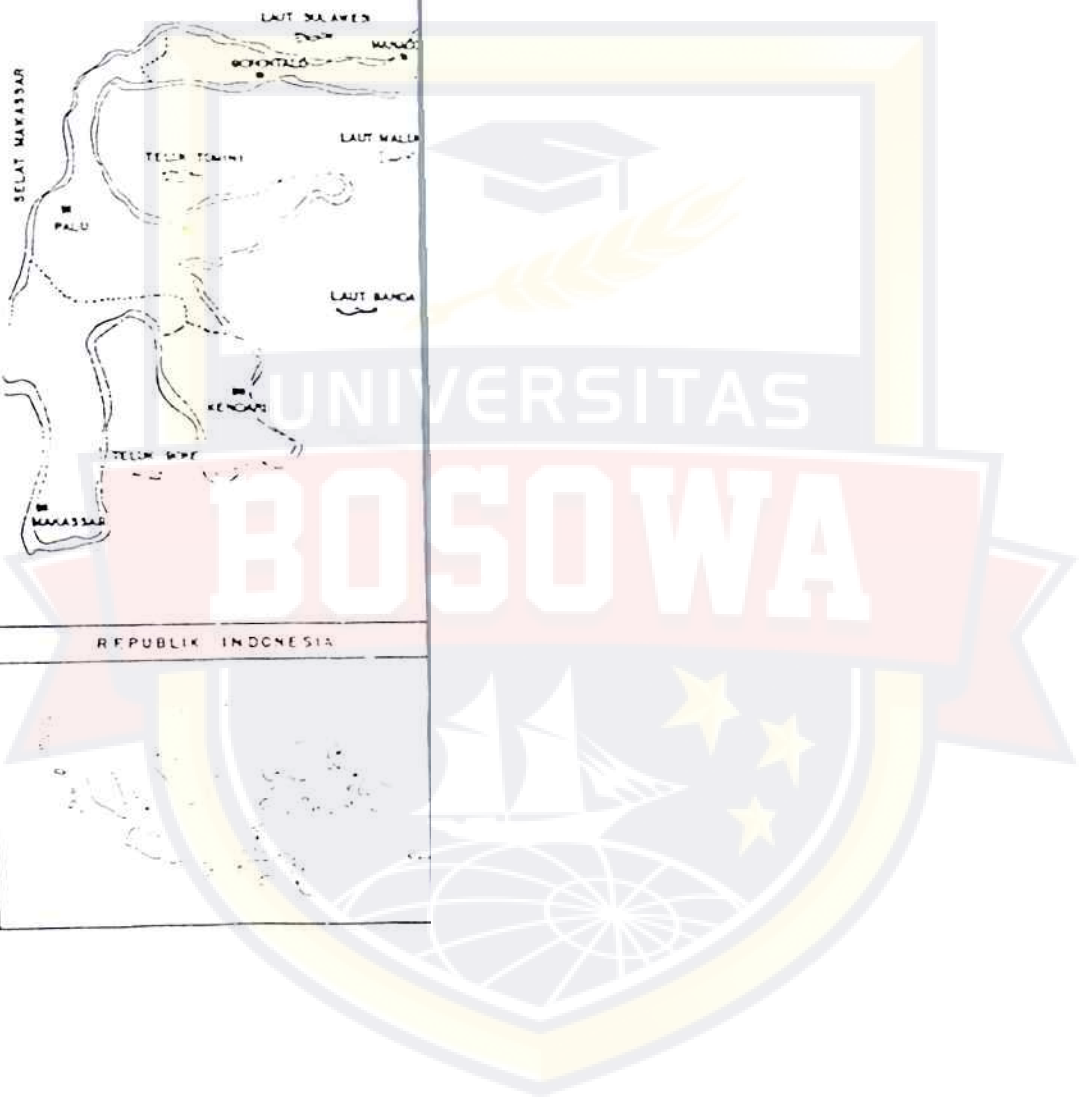
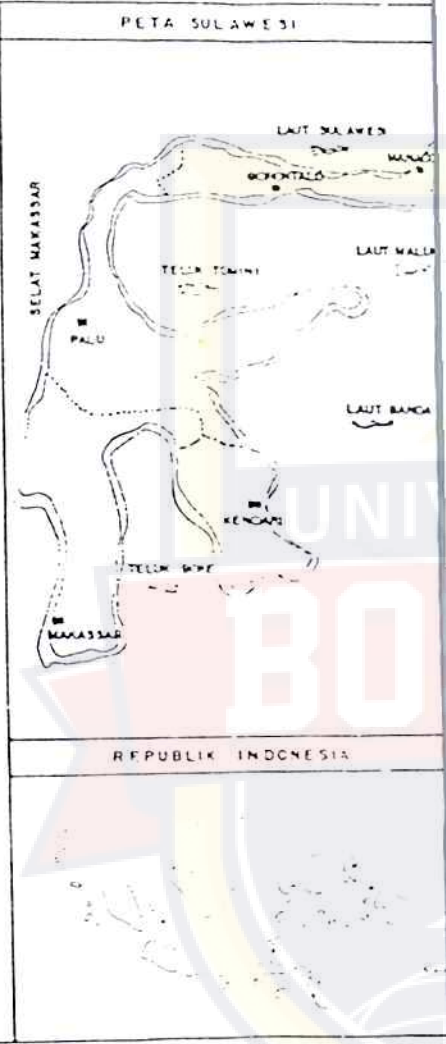
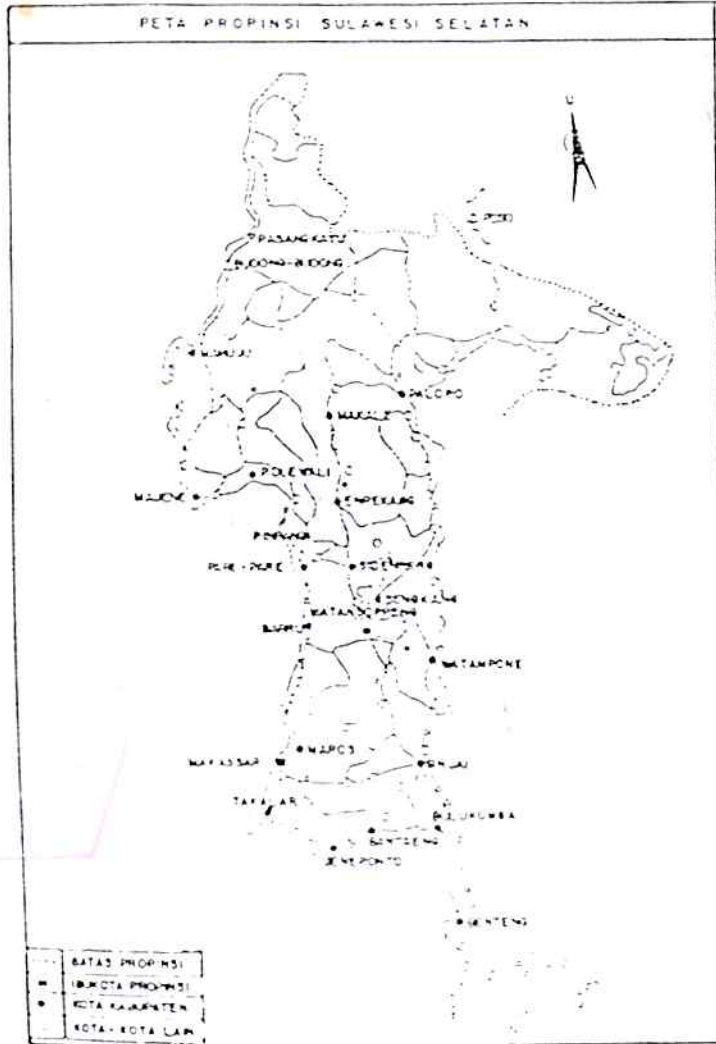
NAMA JEMBATAN : S. KAREJO

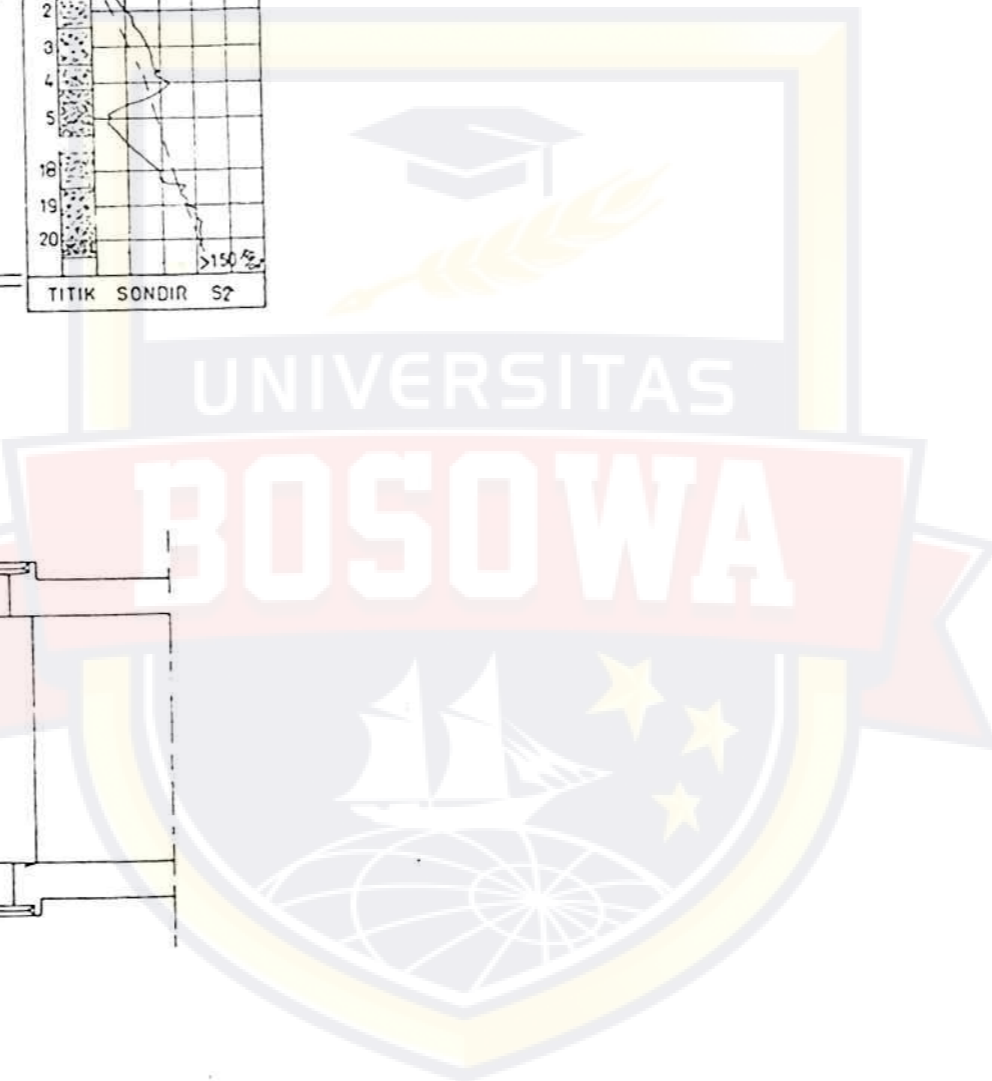
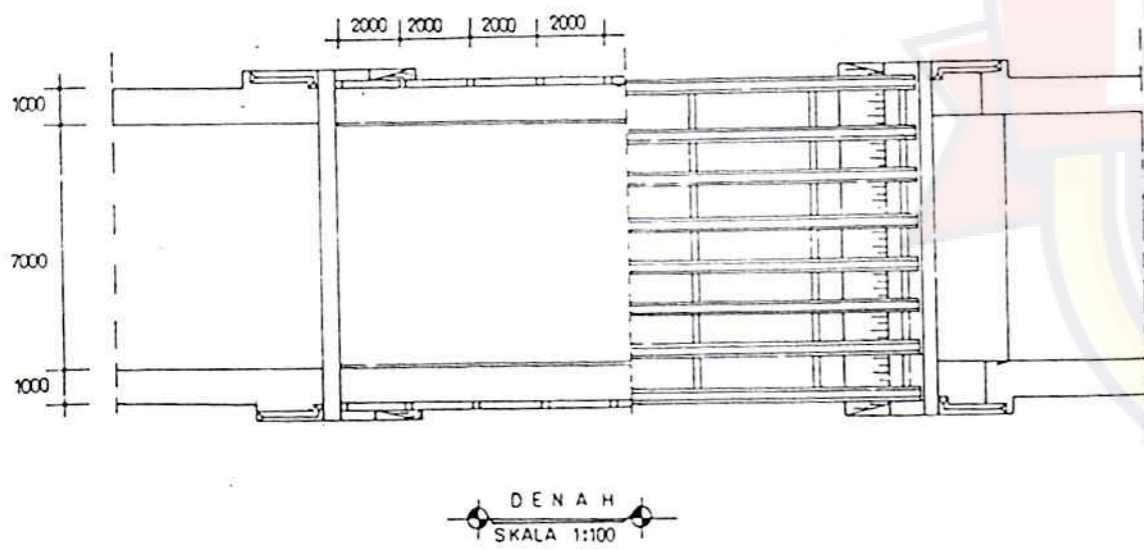
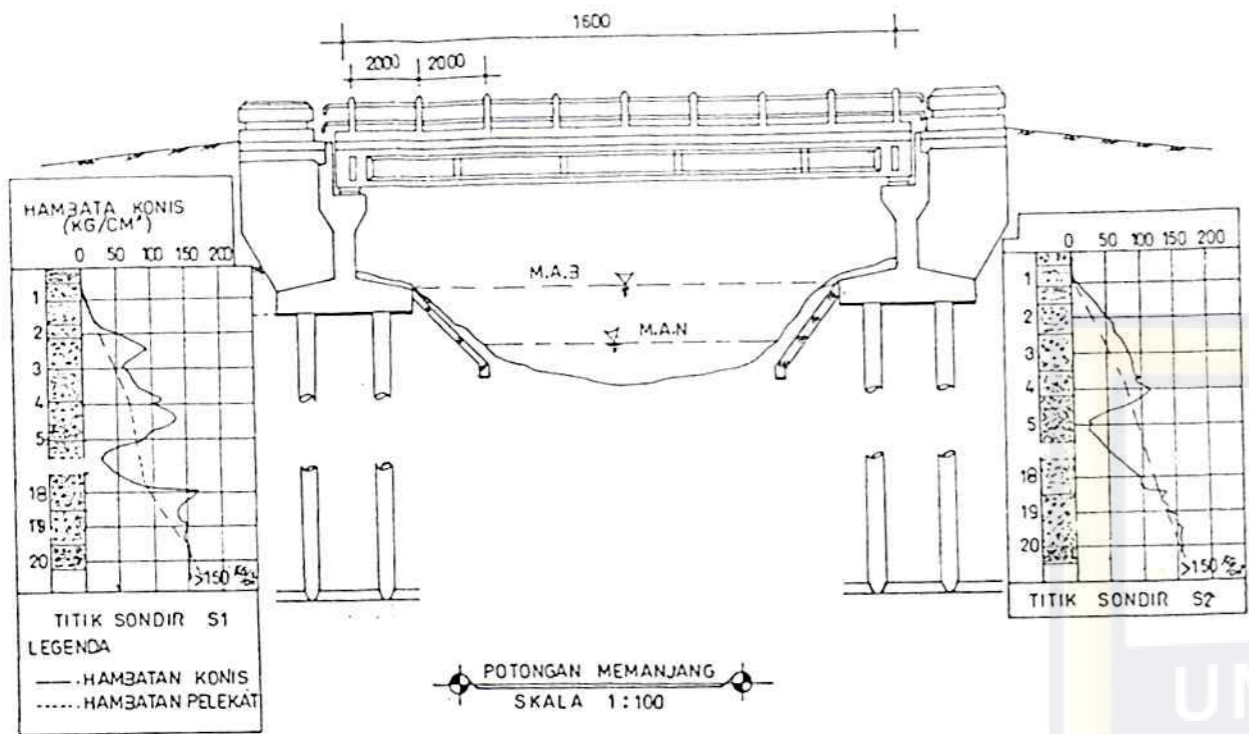
PROPINSI	: SULAWESI SELATAN	TAMPAK	: UP STREAM
NO. RUAS JALAN	: 049	RUAS JALAN	: PINRANG - POLEWALI
LOKASI (KM.POST)	: 222 + 050	BENTANG SURVAI	: 14,0 M

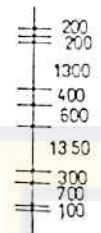
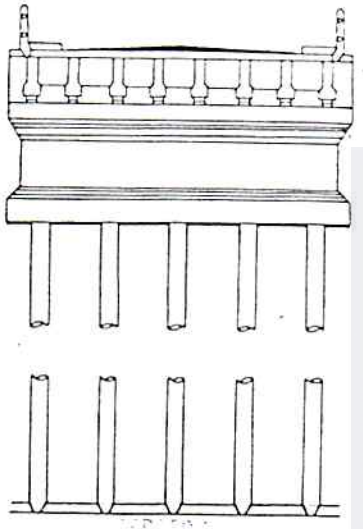
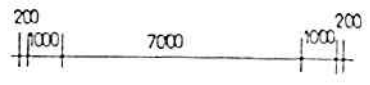


NAMA JEMBATAN : S. KAREJO

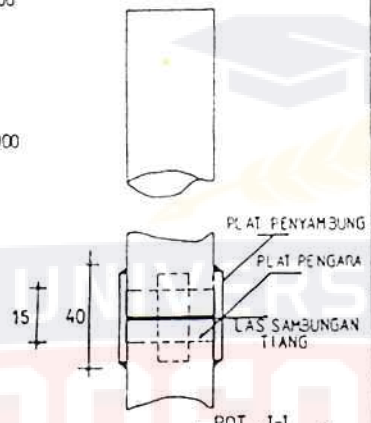
PROPINSI	: SULAWESI SELATAN	TAMPAK	: DOWN STREAM
NO. RUAS JALAN	: 049	RUAS JALAN	: PINRANG - POLEWALI
LOKASI (KM.POST)	: 222 + 050	BENTANG SURVEY	: 14,00 M





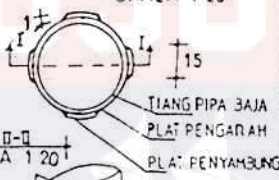


20000

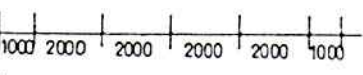
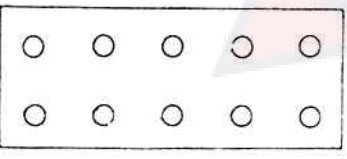


POT. I-I
SKALA 1:20

POTONGAN MELINTANG
SKALA 1:100



POT II-II
SKALA 1:20

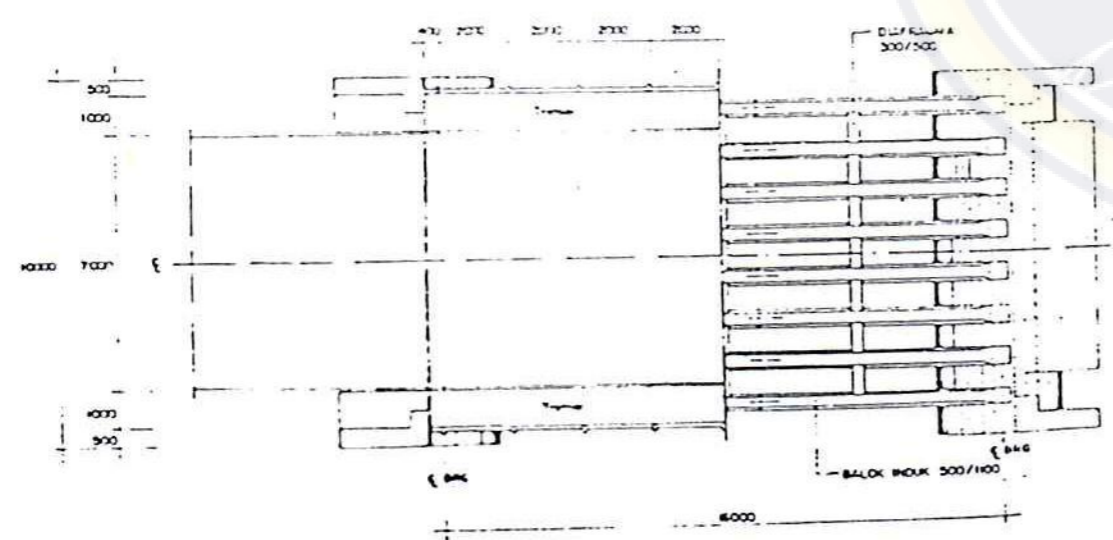
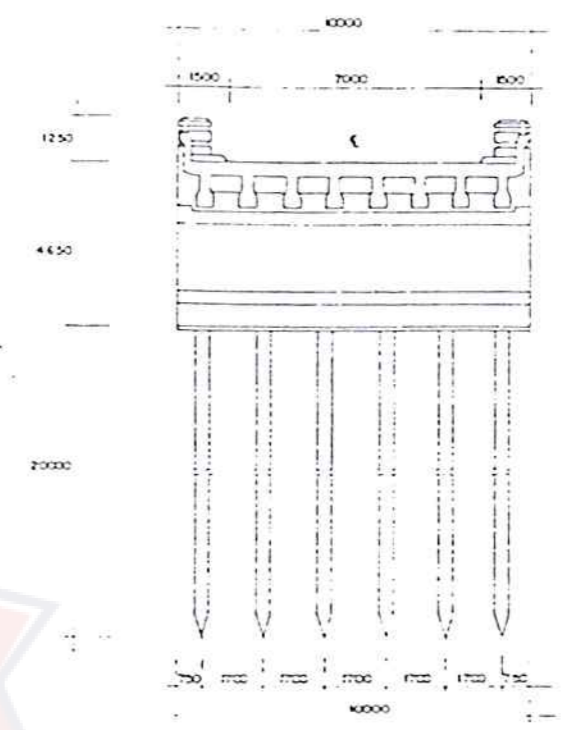
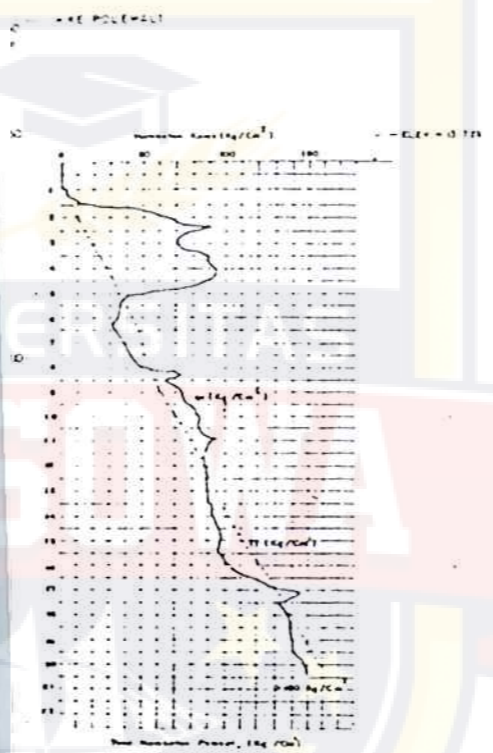
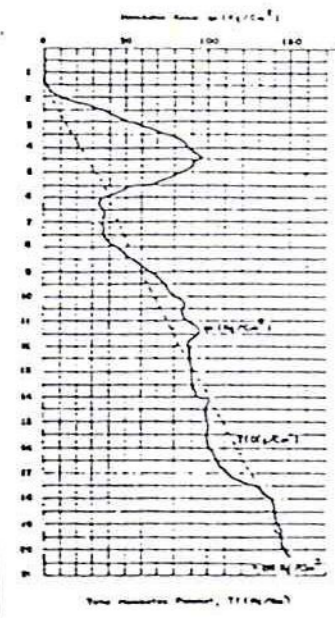
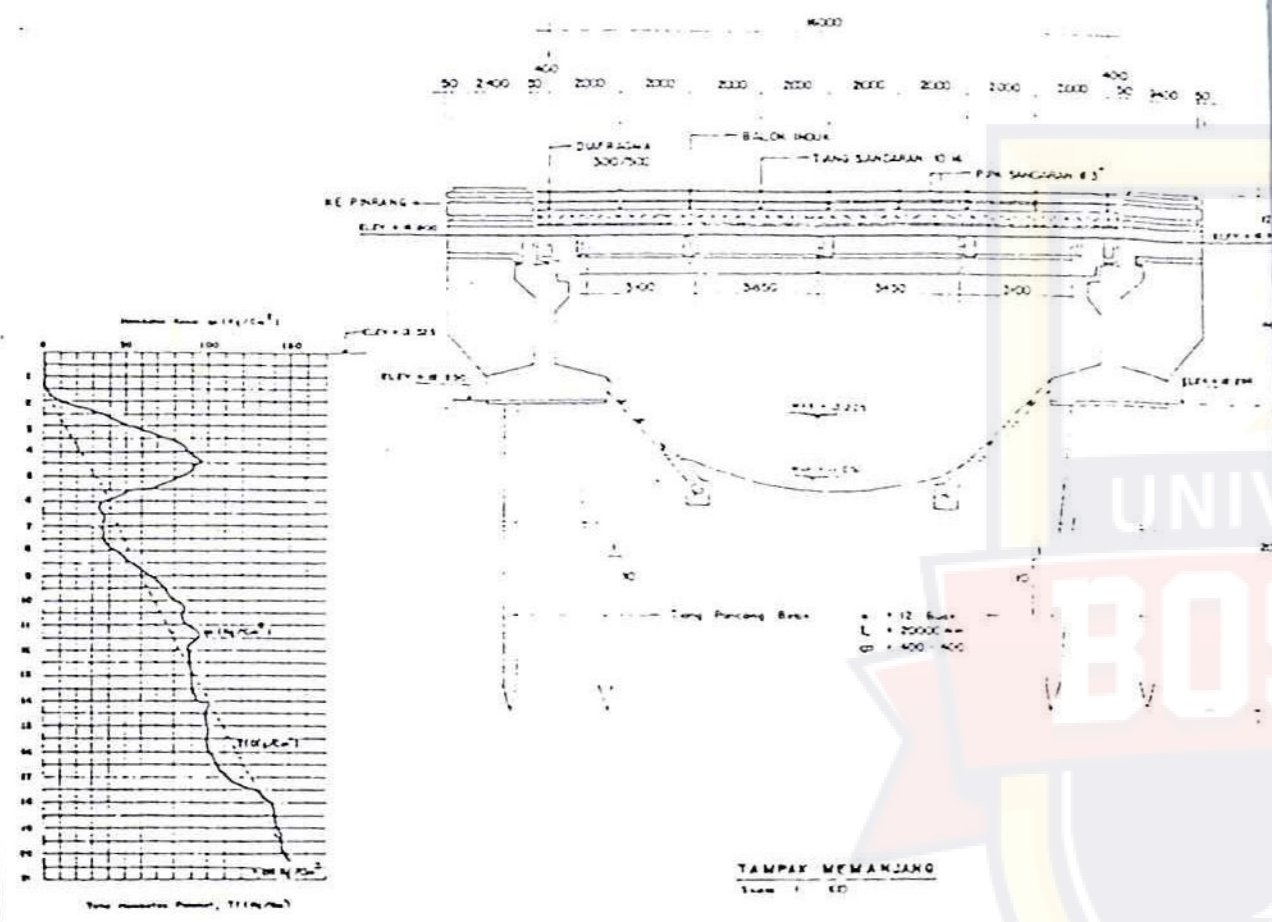


DENAH PONDASI TIANG
SKALA 1:100

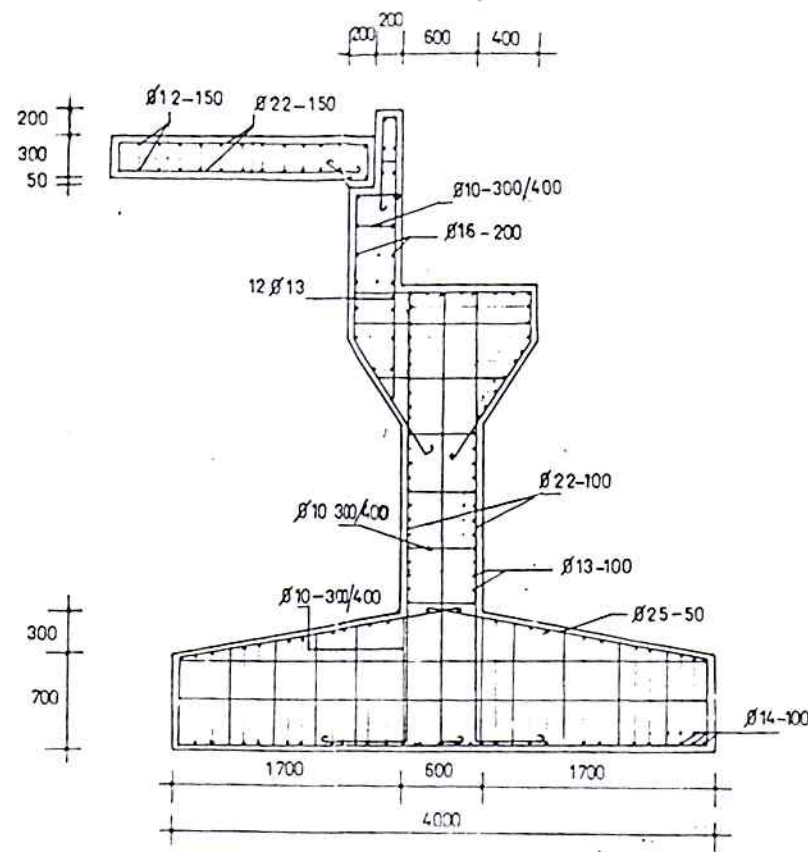


DETAIL SAMBUNGAN TIANG PANGCANG
SKALA 1:20

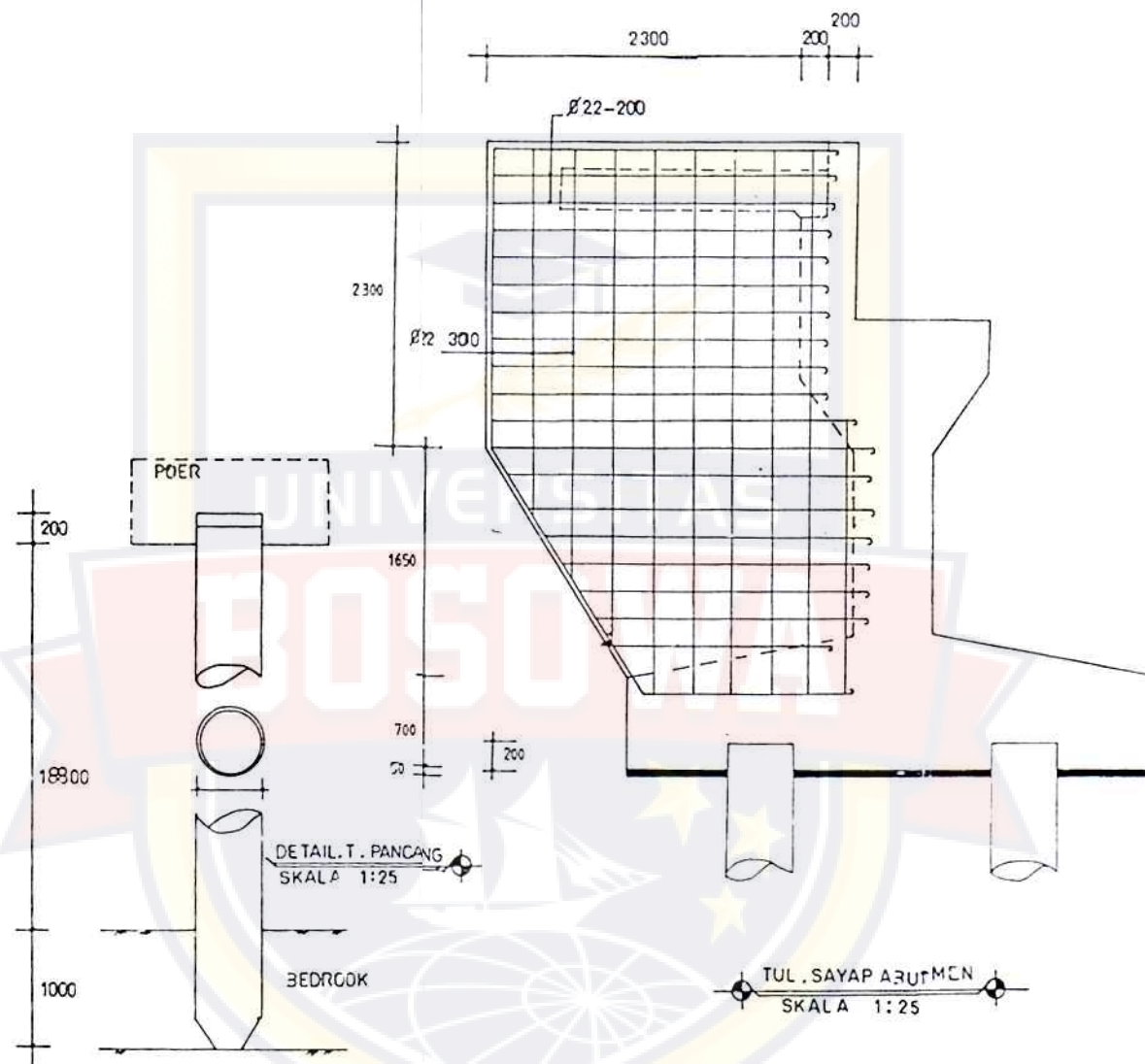
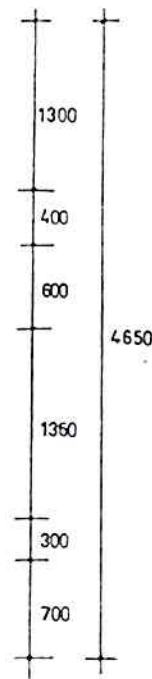
UNIVERSITAS "45"	
M A K A S S A R	
FAKULTAS : TEKNIK	
JURUSAN : SIPIL	
TUGAS AKHIR	
ALTERNATIF PERENCANAAN	
SUB STRUKTUR JEMBATAN	
SUNGAI KARAEJO	
DIRENCANAKAN	STAMBUK
SERLYANA M.NUR	4599041013
DIPERIKSA DAN DISETJUI	
DOSEN PEMBIMBING	PARAF
IR.RAHMAN DJ., MT	<i>[Signature]</i>
DR.WIHARDI M, ST, MEng	<i>[Signature]</i>
G A M B A R	SKALA
D E N A H	1:100
POT. MEMANJANG	1:100
POT. MELINTANG	1:100
DENAH POND TIANG	1:100
JUM GAMBAR	NO GAMBAR
01	01



DEPARTEMEN PERUMAHAN DAN PRASARANA WILAYAH DIREKTORAT JENDERAL PRASARANA WILAYAH PROYEK PERENCANAAN DAN PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN SURABAYA SELATAN			
PROYEK: JEMBATAN S. KAREJO			
BAGIAN : GAMBAR DERAH DAN TAMPAK MEMANJANG JEMBATAN			
MENGOTAKSI	DIPERIKSA	DIRENCANAKAN	SKALA
 W. ATEK BACHTIAR P. Insinyur Teknik	 W. DANIEL S. MADIRA Insinyur Perencana	 W. DANIEL S. MADIRA Insinyur Perencana	1 : 100 REVIEW



PINULANGAN ABUTMEN
SKALA 1:25



TUL. SAYAP ABUTMEN
SKALA 1:25

UNIVERSITAS 45
MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL

TUGAS AKHIR
ALTERNATIF PERENCANAAN
SUBSTRUKTUR JEMBATAN
SUNGAI KARAEJO

DIREKANAKAN	STAMBUK
SERLYANA M. NUR	4599041013

DIPERIKSA DAN DISETUJUI

DOSEN PEMBIMBING	PARAF
IR. RAHMAN DJ., MT	<i>[Signature]</i>
DR. WIHARDI M., ST. M. Eng	<i>[Signature]</i>

GAMBAR	SKALA
--------	-------

PENULANGAN ABUTMEN	1:25
TUL. SAYAP ABUTMEN	1:25

JUM. GAMBAR	NO. GAMBAR
-------------	------------

02

02