



**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN JALUR LINTAS
SELATAN PASCA LONGSOR DESA PASEBAN
KECAMATAN KENCONG KABUPATEN JEMBER**

TUGAS AKHIR

Oleh

USWATUL MAULIDAH YULIAGE

NIM 181910301178

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2021



**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN JALUR LINTAS
SELATAN PASCA LONGSOR DESA PASEBAN
KECAMATAN KENCONG KABUPATEN JEMBER**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik

Oleh

USWATUL MAULIDAH YULIAGE

NIM 181910301178

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2021

PERSEMBAHAN

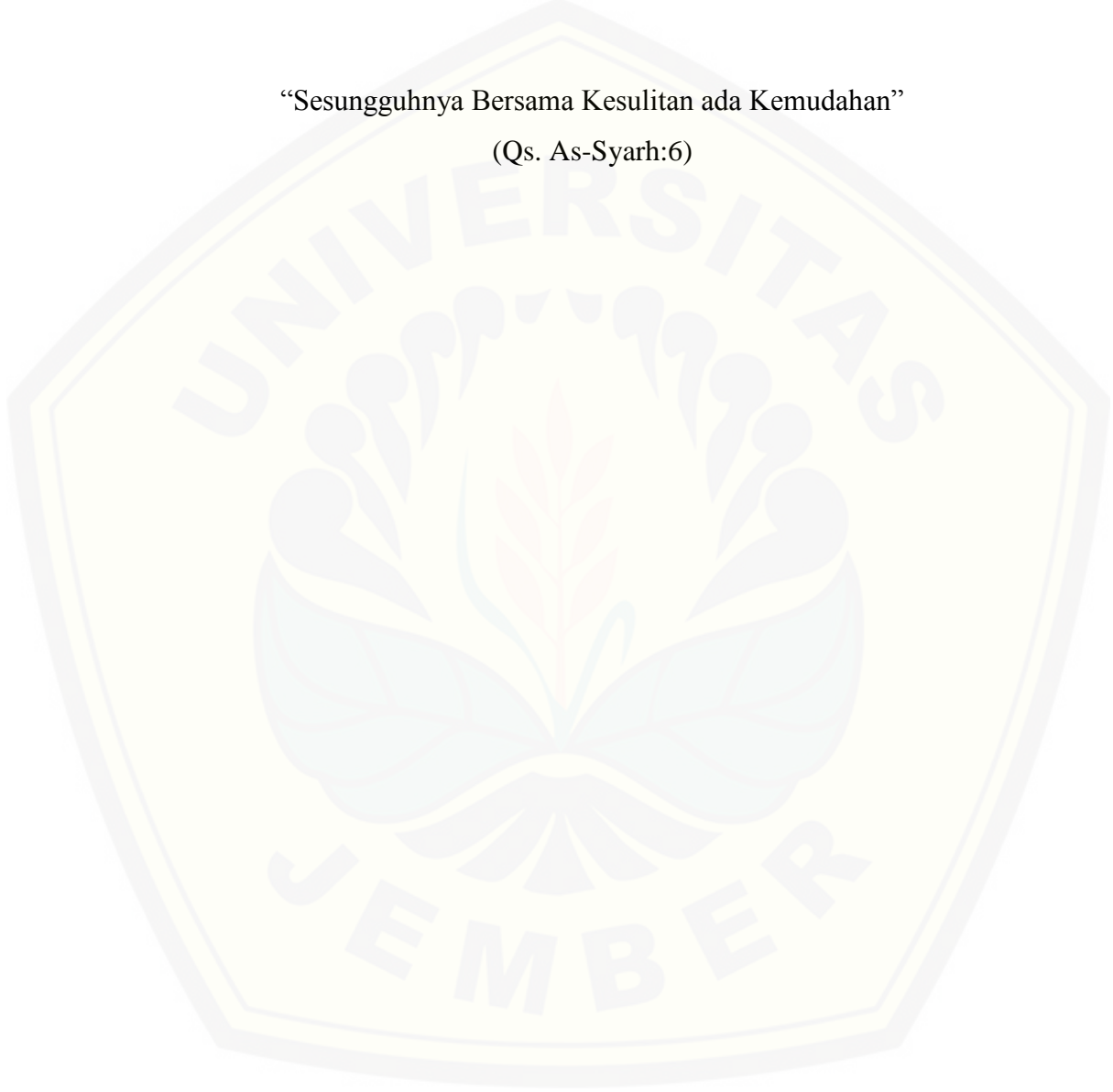
Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orangtuaku, Ayah Ahmad Syarif, Ibu Holila yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang, kesabaran, keikhlasan, dan selalu memanjatkan do'anya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kakakku Vivin Febriani dan adik-adikku serta keluarga besar yang selalu memberikan kasih sayangnya, memberikan semangat, motivasi serta do'a sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
3. Almamater Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember terutama angkatan 2016 yang telah ikut berperan dalam berjuang bersama, saling mendukung selama proses di perkuliahan maupun diluar perkuliahan, saling membantu disaat suka maupun duka bersama.
5. Teman-teman dari zaman kanak-kanak hingga Sekolah Menengah Atas yang turut serta berperan untuk membantu penulis dalam meyelesaikan Proyek Akhir ini.
6. Guru-guru penulis dari zaman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dengan penuh kesabaran serta memberikan pengalaman yang tidak pernah saya dapatkan sebelumnya.

MOTTO

“Jangan takut jatuh, karena yang tidak pernah memanjatlah yang tidak pernah
Jatuh”
(Hamka)

“Sesungguhnya Bersama Kesulitan ada Kemudahan”
(Qs. As-Syahr:6)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Uswatul Maulidah Yuliage

NIM : 181910301178

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Perencanaan *Abutment* Jembatan Jalur Lintas Selatan Pasca Longsor Desa Paseban Kecamatan Kencong Kabupaten Jember”** adalah benar – benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Januari 2021

Yang Menyatakan,



Uswatul Maulidah Yuliage
NIM 181910301178

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN JALUR LINTAS SELATAN
PASCA LONGSOR DESA PASEBAN KECAMATAN KENCONG
KABUPATEN JEMBER**

Oleh

USWATUL MAULIDAH YULIAGE
NIM 181910301178

Pembimbing,

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “Perencanaan *Abutment* Jembatan Jalur Lintas Selatan Pasca Longsor Desa Paseban Kecamatan Kencong Kabupaten Jember, Uswatul Maulidah Yuliage, 181910301178” telah diuji dan disahkan pada :

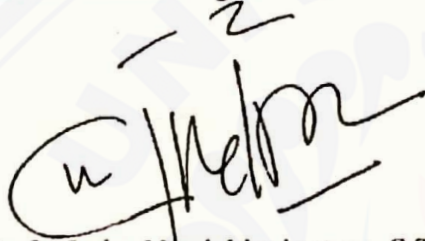
hari, tanggal : Rabu, 13 Januari 2021

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 19701024 199803 2 001

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.
NIP. 19900606 201903 1 022

Tim Penguji :

Penguji Utama

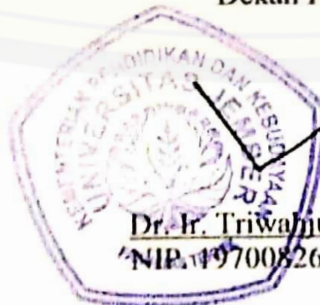
Penguji Anggota



Ir. Dwi Nurtanto, S.T., M.T.
NIP. 19731015 199802 1001

Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T.
NRP.760016771

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik




Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 19700826 199702 1 001

RINGKASAN

Perencanaan *Abutment* Jembatan Jalur Lintas Selatan Pasca Longsor Desa Paseban Kecamatan Kencong Kabupaten Jember: Uswatul Maulidah Yuliage, 181910301178; 2021; 98 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Jembatan merupakan sarana prasana jalan yang sangat dibutuhkan sebagai mobilisasi jasa atau barang. Kegagalan konstruksi jembatan yang menyebabkan kegagalan struktur umumnya terjadi karena bencana alam seperti gempa, banjir dan longsor. Seperti pada kasus jembatan Jalur Lintas Selatan (JLS) di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember, Jawa Timur yang menghubungkan Kabupaten Lumajang, Jember dan Banyuwangi ambrol dan putus. Putusnya jembatan sepanjang 80 meter dan lebar 12 meter pada hari Sabtu tanggal 22 Februari 2020 sekitar pukul 04.00 WIB ini karena bagian bawah penyangga tergerus banjir (Radar Jember, 2020). Dinding penyangga beton (*abutment*) di kedua sisi yang menjadi penyangga konstruksi jembatan longsor dan retak akibat dihantam arus sungai yang mengalir cukup deras dari hulu ke hilir yaitu pantai selatan.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan *abutment* jembatan baru agar mampu menopang dan meneruskan beban yang bekerja pada bangunan atas dan bangunan bawah jembatan itu sendiri untuk disalurkan ke lapisan tanah dasar. Selain itu, melihat kondisi tanah di daerah jembatan JLS perlu adanya analisa kestabilan tanah dengan menggunakan program bantu *geoslope*. Dari hasil perhitungan perencanaan desain *abutment* jembatan diperoleh kontrol stabilitas *abutment* pada lokasi 1 yang ditinjau dalam tiga keadaan diantaranya saat keadaan normal SF geser $4,059 > 1.1$, SF guling $4,830 > 2.2$, dan SF DDT $3,167 > 3$. Saat beban atas belum bekerja diperoleh nilai SF geser $3,899 > 1.1$, SF guling $7,641 > 2.2$, dan SF DDT $4,528 > 3$ serta saat keadaan gempa diperoleh SF geser $2,329 > 1.1$, SF guling $2,932 > 2.2$, dan SF DDT $3,252 > 3$. Untuk kontrol stabilitas *abutment* pada lokasi 2 saat keadaan normal diperoleh nilai SF geser $4,602 > 1.1$, SF guling $4,853 > 2.2$, dan SF DDT $3,924 > 3$. Saat beban atas belum bekerja diperoleh nilai SF geser $4,667 > 1.1$, SF guling $7,699 > 2.2$, dan SF DDT $5,609 >$

3 serta saat keadaan gempa diperoleh SF geser $2,632 > 1.1$, SF guling $2,941 > 2.2$, dan SF DDT $4,029 > 3$.

Upaya untuk mengetahui kestabilan tanah dilakukan analisis kestabilan tanah dengan menggunakan bantuan *software geoslope*. Hasil analisis menggunakan *software* tersebut diperoleh nilai SF sebesar 1,123 pada lokasi 1 dan nilai SF 1,060 pada lokasi 2. Berdasarkan hasil analisis diatas, dimana untuk nilai faktor keamanan minimum sebesar 1,25. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa lereng tersebut memungkinkan untuk terjadi kelongsongsoran dan dapat dikatakan bahwa kondisi tanah di daerah jembatan Jalur Lintas Selatan di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember tidak stabil karena kecilnya nilai keamanan pada analisis tersebut. Sehingga, *abutment* perlu diberikan konstruksi tambahan berupa pondasi *bored pile* untuk menghindari keruntuhan pada *abutment* tersebut. Pada penelitian ini, direncanakan pondasi *bored pile* dengan diameter 0,8 meter dan kedalaman pondasi 5 meter serta jumlah *pile* yang digunakan yaitu 8 *pile*. Dari hasil perhitungan, dimensi pondasi tersebut aman dan memenuhi syarat untuk perencanaan pondasi pada *abutment*.

SUMMARY

Design Of Bridge Abutments Of Southern Cross Lane After Landslide At Paseban Village Kencong District Jember Regency: Uswatul Maulidah Yuliage, 181910301178; 2021; 98 pages; Faculty of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

The bridge is a means of road infrastructure that is required as a service or to mobilize goods. Bridge construction failures that lead to structural failures generally occur due to natural disasters such as earthquakes, floods, and landslides. As in the case of the Southern Cross Route (JLS) bridge in Paseban Village, Kencong District, Jember Regency, East Java, which linked Lumajang, Jember, and Banyuwangi, the Regencies collapsed and disintegrated. The break of the bridge, which is 80 meters long and 12 meters wide, on Saturday, February 22, 2020, at around 4 a.m. was since the bottom of the buffer was eroded by flooding (Radar Jember, 2020). Concrete retaining walls (abutments) on both sides that support the construction of the bridge, landslides, and cracks, as they are hit by river currents that flow quite quickly from upstream to downstream, namely the south coast.

This study aims to design a new bridge pier in such a way that it can carry and continue the loads that act on the upper and lower structures of the bridge itself to be transferred to the subsurface layer. Also, given the ground conditions in the JLS bridge area, it is necessary to analyze the stability of the ground using the Geoslope utility. From the calculation of the design of the bridge abutment design, it is obtained that the stability control of the abutment at position 1 is checked in three situations including when the normal condition SF shear $4.059 > 1.1$, SF rollers $4.830 > 2.2$, and SF DDT $3.167 > 3$ is. If the overload did not work, the SF value is preserved. Slide $3.899 > 1.1$. SF rollers $7.641 > 2.2$ and SF-DDT $4.528 > 3$ and if the earthquake condition resulted in shear SF $2.329 > 1.1$, SF rollers $2.932 > 2.2$ and SF-DDT $3.252 > 3$. For the stability control of the abutment Position 2, if normal conditions got the shear SF value $4.602 > 1.1$, SF rollers $4.853 > 2.2$, and SF DDT $3.924 > 3$. If the upper load did not work, the shear SF value is $4.667 > 1.1$. SF rollers $7,699 > 2.2$ and SF-DDT $5,609 > 3$ and if

the earthquake condition has been reached, SF shear $2.632 > 1.1$, SF rollers $2,941 > 2.2$ and SF-DDT $4.029 > 3$.

Experiments to determine soil stability are carried out by analyzing the stability of the soil with the help of geo slope software. The results of the analysis using the software gave an SF value of 1.123 at position 1 and an SF value of 1.060 at position 2. Based on the results of the above analysis, the minimum safety factor value is 1.25. From this, it can be concluded that the slope permits landslides and it can be said that the soil conditions in the area of the bridge of the Southern Cross Route in the village of Paseban, Kencong district, Jember Regency, are unstable due to the low safety value in the analysis. Therefore, the abutment has to be given an additional construction in the form of a bored pile foundation to prevent the abutment from collapsing. In this study, a bored pile foundation with a diameter of 0.8 meters and a foundation depth of 5 meters is planned. The number of piles used is 8 piles. From the calculation results, it can be seen that the dimensions of the foundation are safe and meet the requirements for planning the foundation on the abutment.

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil'alamin, Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PERENCANAAN ABUTMENT JEMBATAN JALUR LINTAS SELATAN PASCA LONGSOR DESA PASEBAN KECAMATAN KENCONG KABUPATEN JEMBER”**. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi S1 pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Allah SWT atas semua rahmat dan karunia yang diberikan.
2. Dr. Ir. Triwahju Hardianto S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Ibu Dr. Ir. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Paksitya Purnama Putra, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan memberikan motivasi penulis selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ahmad Hasanuddin, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing dan memberikan banyak saran sertamotivasi kepada penulis selama menempuh masa studi.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang berguna.
6. Kedua orang tua penulis, Ahmad Syarif dan Holila yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, motivasi, pandangan hidup, serta dukungan moral dan material yang merupakan anugerah yang tidak bisa dibalas oleh penulis.
7. Kakak Penulis dan Adik-adik penulis yang selalu memberikan dukungan, do'a, dan memberikan warna di hari-hari penulis.

8. Rekan terbaik Nur Intan Aulia yang selalu memberikan motivasi, semangat dan doa kepada penulis.
9. Rekan – rekan terbaik Galuh Kumala Dewi, Azizatun Nafi'ah, Haqni Riwayatul Faizah, Anindya Salsa yang senantiasa membantu penulis selama menempuh masa studi dan selama proses menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Keluarga Biji Besi 2016 (Teknik Sipil 2016) terima kasih atas bantuan dan kebersamaan selama penulis menempuh studi dan sampai akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Luqman Hakim yang telah menemani penulis mendapatkan data tugas akhir dan telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir.
12. Hadi Hamid Abdullah yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir.
13. Kakak-kakak tingkat yang tidak bisa disebutkan satu persatu terima atas motivasi, do'a dan bantuan selama penulis menempuh studi dan sampai akhirnya menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 13 Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN.....	iv
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Tanah.....	5
2.1.1 Klasifikasi Tanah	5
2.1.2 Sifat Teknis Tanah	6
2.2 Tekanan Tanah	7
2.2.1 Tekanan tanah dalam keadaan diam	8
2.2.2 Tekanan Tanah Pasif.....	9

2.2.3 Tekanan Tanah Aktif (Teori <i>Rankine</i>).....	11
2.3 Desain <i>Abutment</i> Jembatan	14
2.3.1 Tipe <i>Abutment</i> Jembatan.....	15
2.3.2 Dimensi <i>Abutment</i>	18
2.4 Stabilitas <i>Abutment</i>	19
2.4.1 Faktor Aman	19
2.5 Kapasitas Daya Dukung Tanah.....	20
2.6 Analisa Dinding Penyangga (<i>Abutment</i>)	23
2.6.1 Kontrol terhadap geser.....	23
2.6.2 Kontrol terhadap guling.....	23
2.6.3 Kontrol terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah	24
2.7 Proses Analisis Lereng Sungai.....	24
2.7.1 <i>Software Slope/W Geoslope 2012</i>	25
2.8 Penelitian Terdahulu	27
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Persiapan Penelitian	28
3.2 Lokasi Penelitian	28
3.3 Survei dan Pengumpulan Data	29
3.4 Prosedur Penelitian.....	30
3.5 Tahapan Penelitian	32
3.5.1 Data Penelitian.....	32
3.5.3 Perencanaan Desain <i>Abutment</i>	35
3.5.4 Kontrol Stabilitas <i>Abutment</i> Jembatan.....	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Data Tanah	36
4.1.1 Pengujian Laboratorium	36

4.1.2 Pengujian Lapangan.....	38
4.2 Proses dan Analisis Lereng Sungai	41
4.2.1 Proses Analisis Lereng Sungai	41
4.2.2 Hasil Analisis Lereng Sungai	44
4.3 Desain Abutmen Jembatan.....	45
4.4 Pembebanan Abutmen Jembatan	49
4.4.1 Beban Vertikal	49
4.4.2 Beban Horisontal	52
4.5 Reaksi pada bangunan Bawah.....	56
4.6 Stabilitas <i>Abutment</i> Jembatan	58
4.6.1 Kontrol Stabilitas Desain <i>Abutment</i> 1.....	58
4.6.2 Kontrol Stabilitas Desain <i>Abutment</i> 2.....	69
4.7 Perencanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	78
4.7.1 Daya Dukung Pondasi pada lokasi 1	80
4.7.2 Daya Dukung Pondasi pada lokasi 2	82
BAB 5. PENUTUP	85
5.1 KESIMPULAN	85
5.2 SARAN	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

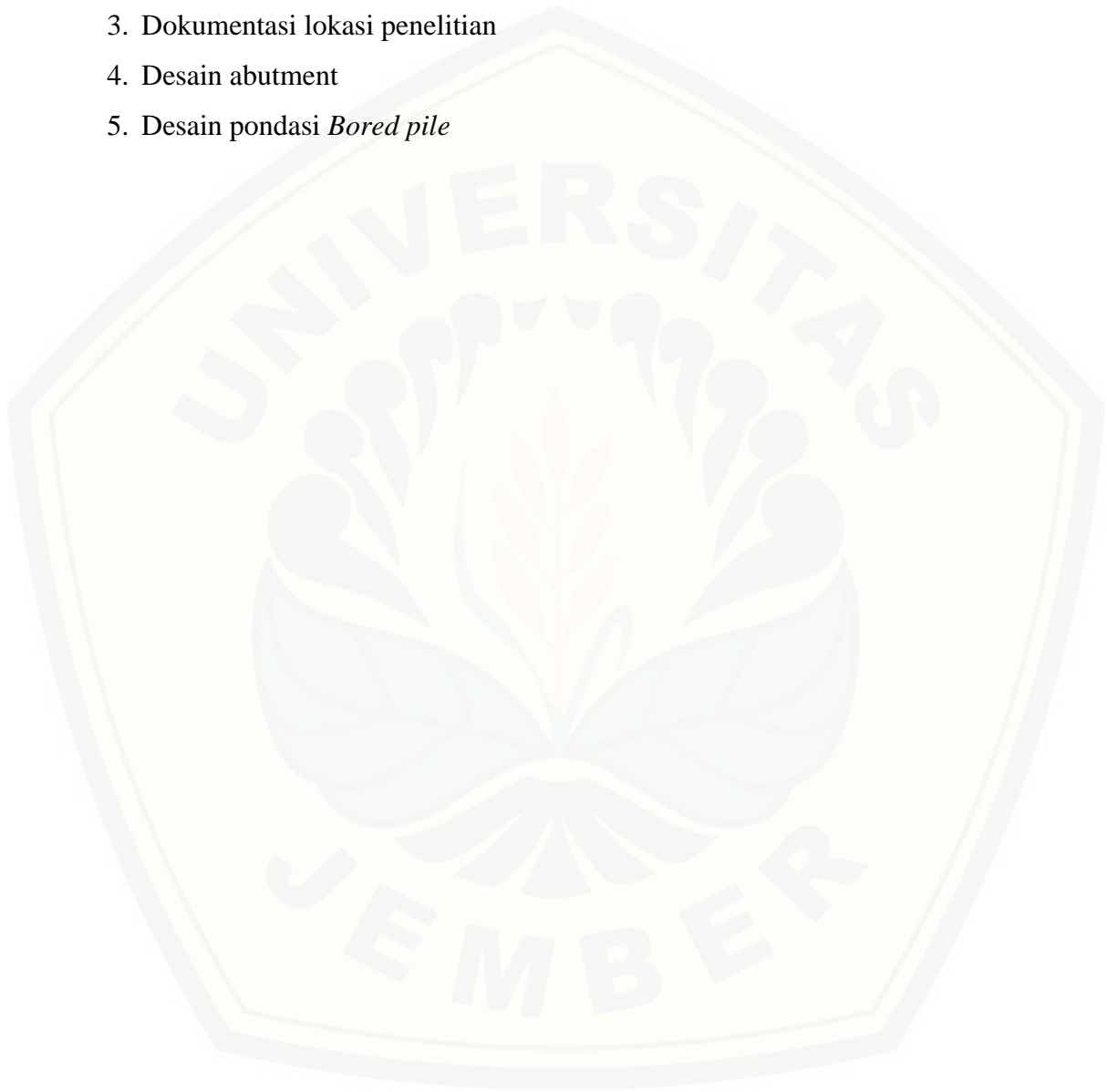
Table 2.1 Batasan -batasan Ukuran Golongan Tanah	6
Table 2.2 Batasan Nilai sudut geser	21
Table 2.3 Faktor Koefisien Daya Dukung Tanah persamaan Terzaghi	22
Table 2.4 Hubungan nilai safety Factor dengan kejadian longsor	27
Table 4.1 Parameter Fisis Tanah	37
Table 4.2 Parameter Kuat Geser dan Sudut Geser dalam	37
Table 4.3 Parameter Hasil Korelasi data Tanah SPT pada #DB-1	39
Table 4.4 Parameter Hasil Korelasi data Tanah SPT pada #DB-2	40
Table 4.5 Rencana Desain Abutment 1	47
Table 4.6 Rencana Desain Abutment 2	48
Table 4.7 Berat sendiri Struktur Atas	49
Table 4.8 Perhitungan Gaya dan Momen Pada Abutment	50
Table 4.9 Berat Mati Tambahan Akibat Utilitas dan Pengaspalan	51
Table 4.10 Hitungan Stabilitas Abutment	59
Table 4.11 Hitungan Stabilitas Abutment	60
Table 4.12 Hasil Stabilitas Abutment	62
Table 4.13 Hitungan Stabilitas Abutment	64
Table 4.14 Hitungan Stabilitas Abutment	65
Table 4.15 Hasil Stabilitas Abutment	67
Table 4.16 Hitungan Stabilitas Abutment	69
Table 4.17 Hitungan Stabilitas Abutment	70
Table 4.18 Hasil Stabilitas Abutment	72
Table 4.19 Hitungan Stabilitas Abutment	74
Table 4.20 Hitungan Stabilitas Abutment	75
Table 4.21 Hasil Stabilitas Abutment	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tekanan Tanah saat Diam	8
Gambar 2.2 Diagram distribusi tekanan tanah diam pada dinding	9
Gambar 2.3 Diagram – diagram tekanan lateral Pasif	10
Gambar 2.4 Tekanan Tanah Aktif.....	12
Gambar 2.5 Lingkaran Mohr Tekanan Aktif	12
Gambar 2.6 Resultan Tekanan Aktif.....	13
Gambar 2.7 Tipe Gravitasi.....	15
Gambar 2.8 Tipe Balok Kelapa.....	16
Gambar 2.9 Tipe T Terbalik.....	17
Gambar 2.10 Tipe T Terbalik dengan Penopang	18
Gambar 2.11 Jenis – jenis Kegagalan pada stabilitas abutment.....	20
Gambar 2.12 Grafik Koefisien Daya Dukung <i>Terzaghi</i>	22
Gambar 2.13 Perangkat lunak yang digunakan (Gestudio 2012, Autocad 2010). 24	
Gambar 2.14 Metode Analisis Stabilitas Lereng	25
Gambar 2.15 Tipe Analisis	25
Gambar 2.16 Bidang gelincir dan nilai SF lereng sungai	26
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	29
Gambar 3.2 Bagan Alir (<i>Flow chart</i>).....	32
Gambar 3.3 Proses analisa dengan <i>software geoslope</i>	34
Gambar 4.1 Gambar geometri Lereng sungai	41
Gambar 4.2 Tampilan Menu <i>keyIn Material</i>	42
Gambar 4.3 Tampilan input data tanah pada tiap lapisan	42
Gambar 4.4 Tampilan setelah input <i>grid, radius, dan pore water pressure</i>	43
Gambar 4.5 Hasil Running geometri Lereng	43
Gambar 4.6 Hasil Running geometri Lereng Titik lokasi DB-1	44
Gambar 4.7 hasil Running Geometri Lereng Titik Lokasi DB-2.....	44
Gambar 4.8 Sketsa Abutmen Jembatan	46
Gambar 4.9 Desain Abutment 1	47
Gambar 4.10 Desain Abutment 2.....	48
Gambar 4.11 Denah Pondasi Tiang Grup	79
Gambar 4.12 Perencanaan Penempatan Pondasi <i>Bored Pile</i>	81
Gambar 4.13 Perencanaan Penempatan Pondasi <i>Bored Pile</i>	83

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil Boring log (pengujian N-SPT) lokasi DB-1
2. Hasil Boring log (pengujian N-SPT) lokasi DB-2
3. Dokumentasi lokasi penelitian
4. Desain abutment
5. Desain pondasi *Bored pile*



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan perekonomian di Indonesia yang cukup tinggi diperlukan sarana prasarana transportasi guna memenuhi kebutuhan akan pergerakan yang semakin maju (Handoko, 2014). Jalan sebagai salah satu sarana prasarana transportasi darat sangat dibutuhkan dalam kelancaran mobilitas jasa atau barang. Perkembangan teknologi transportasi darat terus meningkat seiring dengan perubahan waktu terutama perkembangan ekonomi dalam pembangunan jembatan.

Jembatan merupakan sarana prasarana transportasi strategis yang memudahkan dalam pergerakan lalu lintas. Pembangunan jembatan dilakukan sebagai penghubung suatu jalan untuk melintasi suatu daerah yang dipisahkan oleh kondisi alam seperti sungai, danau, rawa, selat, lembah maupun jalan lainnya. Selain sebagai penghubung untuk melintasi suatu daerah, jembatan secara tidak langsung dapat meningkatkan pertumbuhan perekonomian di suatu daerah. Dalam perencanaan jembatan perlu mempertimbangkan beberapa aspek seperti arus lalu lintas, kondisi tanah di daerah tersebut, analisa hidrologi, struktur bangunan jembatan dan aspek pendukung lainnya. Berdasarkan struktural jembatan dibagi menjadi struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Bangunan bawah jembatan terdiri dari pondasi, pangkal jembatan (*abutment*) dan pilar/*pier*. Dalam perencanaan bangunan bawah tersebut harus disesuaikan dengan lokasi dan kondisi daerah yang akan dibangun suatu jembatan (Onding et al., 2013).

Kemajuan perekonomian dapat terhambat karena pengaruh dari kondisi alam yang menghalangi jalur transportasi suatu daerah ke daerah lainnya. Masalah yang sering ditemui dalam kegagalan konstruksi jembatan adalah kegagalan struktur akibat terjadinya bencana alam seperti gempa bumi, banjir dan longsor. Seperti pada kasus jembatan Jalur Lintas Selatan (JLS) di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember, Jawa Timur yang menghubungkan Kabupaten Lumajang, Jember dan Banyuwangi ambrol dan putus. Putusnya jembatan sepanjang 80 meter dan lebar 12 meter pada hari Sabtu tanggal 22

Februari 2020 sekitar pukul 04.00 WIB ini karena bagian bawah penyangga tergerus banjir (Radar Jember, 2020). Dinding penyangga beton (*abutment*) di kedua sisi yang menjadi penyangga konstruksi jembatan longsor dan retak akibat dihantam arus sungai yang mengalir cukup deras dari hulu ke hilir yaitu pantai selatan.

Abutment memiliki fungsi sebagai pemikul seluruh beban yang bekerja pada bangunan atas dan bangunan bawah jembatan itu sendiri untuk diteruskan sampai kelapisan tanah dasar, serta *abutment* berfungsi sebagai bangunan penahan tanah yang menerima tekanan kemudian diteruskan ke pondasi dengan aman (Wungo, 2010). Perencanaan *abutment* jembatan didesain agar tahan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, banjir dan longsor. Ketinggian jembatan harus direncanakan agar tidak terjadi kerusakan pada struktur bawah jembatan terutama pada bagian *abutment* jembatan. Jika muka air sungai terus menggerus bagian *abutment* jembatan mengakibatkan stabilitas struktur jembatan akan berkurang dan berakibat fatal bagi keseluruhan struktur jembatan. Kegagalan struktur tersebut tidak hanya berakibat pada kerugian material, namun dapat membahayakan bagi pengguna jembatan tersebut.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perlu dilakukan perencanaan *abutment* jembatan baru agar mampu menopang dan meneruskan beban yang bekerja pada bangunan atas jembatan dan bangunan bawah itu sendiri untuk disalurkan ke lapisan tanah dasar. Selain itu, melihat kondisi tanah di daerah jembatan JLS perlu adanya analisa kestabilan tanah dengan menggunakan program bantu *geoslope*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan *abutment* jembatan pasca longsor?
2. Bagaimana kestabilan tanah didaerah jembatan Jalur Lintas Selatan di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perencanaan *abutment* jembatan pasca longsor.
2. Mengetahui kestabilan tanah didaerah jembatan Jalur Lintas Selatan di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui perencanaan *abutment* jembatan pasca longsor serta mengetahui kestabilan tanah didaerah jembatan Jalur Lintas Selatan di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember.
2. Dapat membantu Pemerintah setempat dalam melakukan perencanaan jembatan tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Ditinjau dari rumusan masalah dan tujuan penelitian, maka batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Perencanaan dilakukan berdasarkan kasus jembatan Jalur Lintas Selatan yang roboh di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember.
2. Analisis lereng sungai dengan menggunakan *software geoslope* untuk memperoleh nilai *safety factor* dan daerah kritis.
3. Desain *abutment* jembatan yang digunakan yaitu tipe T Terbalik yang direncanakan dengan menggunakan beton bertulang tanpa adanya perhitungan tulangan.
4. Tidak melakukan survei lalu lintas harian rata – rata.
5. Perencanaan *superstructure* (struktur bangunan atas jembatan) tidak diperhitungkan.
6. Tidak memperhitungkan biaya konstruksi pada jembatan.
7. Tidak melakukan survei dan analisis hidrologi secara detail.
8. Tidak memperhitungkan geometri jalan dan perkerasan jalan maupun jembatan.

9. Data penyelidikan tanah yang digunakan adalah hasil penyelidikan tanah pemboran dan Uji Penetrasi Standard (N-SPT) serta pengujian laboratorium.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Tanah

Berdasarkan kondisi alam, tanah berasal dari campuran butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik, dimana butiran – butiran tersebut dapat terpisah dengan campuran air secara mekanis (Hardiyatmo, 2002). Menurut Undang-Undang Pokok Agraria (UUPA) pasal 4, konsepsi tanah adalah permukaan bumi yang kewenangan penggunaannya meliputi tubuh bumi, air dan ruang yang ada di atasnya.

Tanah berasal dari pelapukan batuan yang terbentuk karena proses fisik, kimia, atau biologi. Selain dapat dipengaruhi karena proses tersebut, sifat – sifat teknis tanah juga dapat dipengaruhi oleh unsur – unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan (Hardiyatmo, 2002).

2.1.1 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah merupakan cara untuk mengetahui jenis tanah agar diperoleh sifat –sifat dan karakteristik tanah. Berdasarkan sudut pandang teknik, tanah dibedakan menjadi tanah berbutir kasar seperti batu kerikil dan pasir, serta berbutir halus seperti lanau dan lempung tergantung pada ukuran partikel yang dominan pada lapisan tanah tersebut (Panguriseng & Makassar, 2018).

Tanah dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran partikelnya. Berdasarkan ukuran partikel tersebut telah dikembangkan batasan – batasan golongan jenis tanah yang dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Table 2.1 Batasan -batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute Of Technology (MIT)	>2	2-0,06	0,06-0,002	<0,002
U.S Departement Of Agriculture (USDA)	>2	2-0,05	0,05-0,002	<0,002
American Association Of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2-2	2-0,075	0,075-0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (USCS)	76,2-4,75	4,75-0,075	Halus (Lanau dan lempung) <0,0075	

Sumber: Das, 1995

2.1.2 Sifat Teknis Tanah

Sifat teknis tanah terdiri dari berbagai jenis tanah di antaranya sebagai berikut:

a. Tanah Granular

Pasir, kerikil, batuan, dan campuran lainnya merupakan jenis tanah yang termasuk dalam tanah granular. Jenis tanah ini memiliki kapasitas dukung yang tinggi dan penurunan kapasitas dukung kecil apabila tanah tersebut relatif padat, sehingga dapat mendukung perencanaan bangunan dan badan jalan. Tanah granular merupakan tanah yang cukup baik digunakan untuk tanah urug pada dinding penahan tanah karena menghasilkan tekanan tanah lateral yang kecil dan baik untuk tanah timbunan karena mempunyai kuat geser yang tinggi. Tanah granular tidak dapat digunakan sebagai bahan tanggul, bendungan, dan kolam apabila dicampurkan dengan tanah kohesif karena memiliki permeabilitas besar.

b. Tanah kohesif

Jenis tanah yang termasuk dalam tanah kohesif yaitu tanah yang tergolong berbutir halus seperti lempung, lempung berlanau, lempung berpasir atau lempung berkerikil. Kuat geser pada jenis tanah kohesif ditentukan berdasarkan nilai kohesi (c). Secara umum, tanah kohesif memiliki beberapa sifat diantaranya memiliki

kuat geser rendah, bersifat plastis apabila basah dan mudah mampat (menurun), akan menyusut apabila kering, akan berkembang apabila basah, kuat geser akan berkurang apabila kadar air bertambah dan struktur tanah terganggu, volume berubah dengan bertambahnya waktu akibat rayapan (*creep*) pada beban yang konstan, materialnya kedap air. Tanah kohesif memiliki material yang kurang baik untuk tanah urug karena menghasilkan tekanan lateral yang tinggi.

c. Tanah lanau atau *loess*

Jenis tanah yang masuk tanah lanau yaitu tanah yang lolos saringan no. 200. Tanah lanau atau *loess* dibagi menjadi dua yaitu lanau tepung batu yang tidak berkohesi, tidak plastis, dan mempunyai sifat pasir halus serta lanau yang bersifat plastis. Tanah lanau memiliki kuat geser dan permeabilitas yang rendah apabila dibebani, kapilaritas tinggi dan kerapatan yang relatif rendah sehingga sulit untuk dipadatkan. Sedangkan *loess* merupakan material lanau yang diendapkan oleh angin dengan diameter 0,06 mm. Apabila mengandung material pengikat seperti lempung atau kapur dalam kondisi kering, tanah ini mempunyai kapasitas dukung sedang sampai dengan rendah. *Loess* akan kehilangan sifat rekatnya dan akan mengalami penurunan yang tinggi akibat adanya penjenjuran.

d. Tanah organik

Tanah organik merupakan jenis tanah yang mengandung bahan organik. Bahan – bahan organik tersebut berasal dari sisa binatang maupun tumbuhan. Bahan organik dapat ditentukan dengan cara memanaskan sampel tanah untuk membakar bahan organik tersebut (Roby, 2012).

2.2 Tekanan Tanah

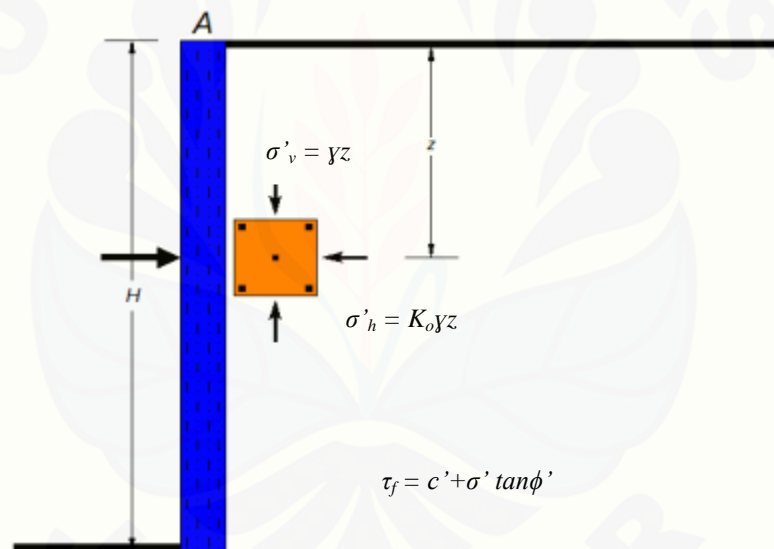
Tekanan tanah lateral merupakan gaya yang diberikan oleh tanah belakang bagian struktur penahan tanah yang bergerak horisontal. Tekanan tanah lateral disebabkan oleh perubahan letak dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya. Tekanan tanah lateral ditentukan oleh beberapa hal sebagai berikut:

- a. Besarnya nilai koefisien tekanan tanah aktif, pasif dan saat diam.
- b. Besarnya kohesi tanah.
- c. Besarnya beban yang bekerja.

Dalam perencanaan struktur bangunan bawah, hal yang perlu diketahui yaitu nilai tekanan tanah lateral guna untuk mempengaruhi perilaku konsolidasi dan kekuatan tanah, sehingga penting diperhitungkan dalam berbagai perencanaan struktur geoteknik seperti dinding penahan tanah, terowongan, pondasi dalam, ruang bawah tanah, *abutment* jembatan dan lain – lain (Panguriseng & Makassar, 2018). Tekanan tanah lateral diklasifikasikan mejadi tiga macam meliputi tekanan tanah saat diam, tekanan tanah pasif, dan tekanan tanah aktif.

2.2.1 Tekanan tanah dalam keadaan diam

Tekanan tanah diam terjadi dan bekerja pada dinding penahan tanah apabila dinding tidak bergerak posisi ke arah kiri atau ke arah kanan dari posisi awal dan regangan lateral tanah sama dengan nol seperti pada gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Tekanan Tanah saat Diam
Sumber: Darwis, 2018

Koefisien tekanan tanah diam yaitu K_o , dimana menurut Das (1993) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$K_o = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} \quad (2.1)$$

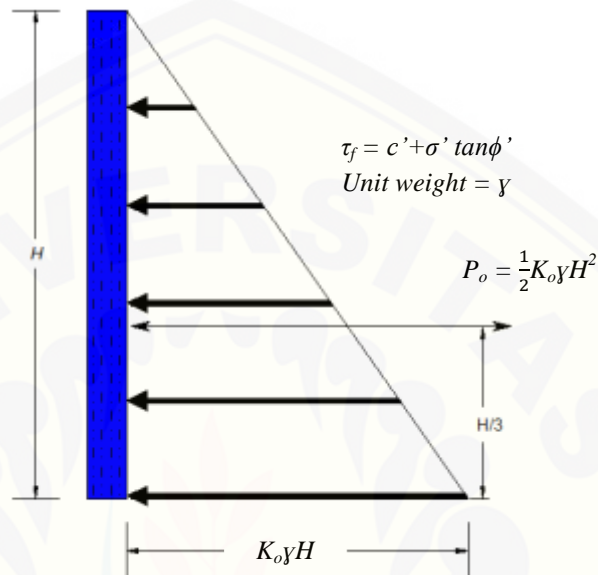
Dimana:

σ'_v : Berat tanah pada kedalaman $z = \gamma \cdot z$

Sehingga persamaan tersebut dalam dituliskan sebagai berikut:

$$K_o = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = \frac{\sigma'_h}{\gamma \cdot z} \quad (2.2)$$

Nilai P_o sama dengan luas dari diagram tekanan tanah. Diagram tekanan tanah pada saat diam bekerja pada tinggi H yang dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Diagram distribusi tekanan tanah diam pada dinding
Sumber: Darwis, 2018

Pada posisi ini, tekanan tanah diam dan tekanan tanah lateral horisontal pada dinding di kedalaman z dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\sigma_h = K_o \sigma_v = K_o z \gamma \quad (2.3)$$

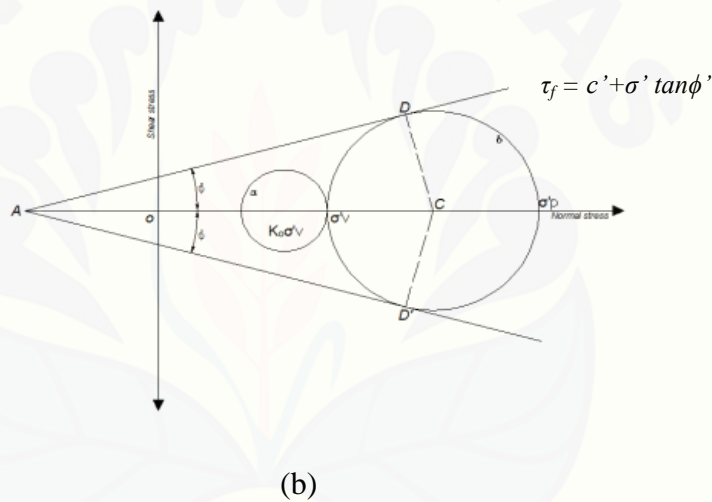
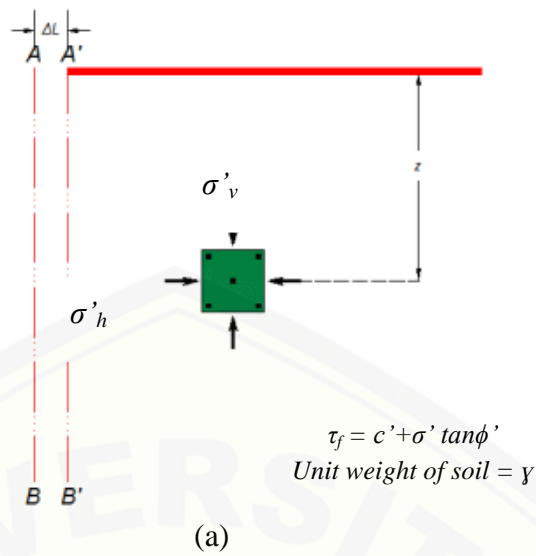
Dimana:

K_o : Koefisien tekanan tanah saat diam

γ : Berat volume tanah (kN/m^3)

2.2.2 Tekanan Tanah Pasif

Tekanan tanah Pasif merupakan tekanan tanah lateral maksimum yang dapat menyebabkan terjadi keruntuhan geser karena gerakan dinding yang menekan tanah urug. Tekanan tanah pasif dapat diasumsikan saat tekanan tanah lateral terjadi pada keadaan tertekan dinding penahan tanah, sehingga menyebabkan terjadinya keruntuhan geser. Diagram tekanan tanah pasif dapat dilihat pada gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Diagram – diagram tekanan lateral Pasif

Sumber: Darwis, 2018

Berdasarkan gambar diatas (b), diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\sin \phi = \frac{CD}{AC} = \frac{CD}{AO+OC} \quad (2.4)$$

Dimana:

CD : Jari – jari lingkaran keruntuhan = $\frac{\sigma'_v - \sigma_p}{2}$

AO : $c' \cot \phi'$

OC : $\frac{\sigma'_v + \sigma_p}{2}$

Sehingga dari keterangan diatas, diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\sin \phi = \frac{CD}{AC} = \frac{\frac{\sigma'_v - \sigma_p}{2}}{c' \cot \phi' + \frac{\sigma'_v + \sigma_p}{2}}$$

$$\left(c' \cot \phi' + \frac{\sigma'_v + \sigma'_p}{2}\right) \sin \phi = \frac{\sigma'_v - \sigma'_p}{2} \quad (2.5)$$

Diperoleh:

$$\sigma'_p = \sigma'_v \tan^2 (45 + \phi'/2) + 2c' \tan(45 + \phi'/2) \quad (2.6)$$

Dimana:

$$\sigma'_v : \gamma \cdot z$$

Maka, diperoleh persamaan:

$$\sigma'_p = \gamma \cdot z \tan^2 (45 + \phi'/2) + 2c' \tan(45 + \phi'/2) \quad (2.7)$$

Diperoleh persamaan trigonometri sebagai berikut:

$$\frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

$$\frac{\cos \phi'}{1 - \sin \phi'} = \tan \left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

$$\sigma'_p = \sigma'_v \tan^2 (45 + \phi'/2) + 2c' \tan(45 + \phi'/2) \quad (2.8)$$

Persamaan untuk tanah non kohesif ($c = 0$)

$$\sigma'_p = \sigma'_v \tan^2 (45 + \phi'/2) \quad (2.9)$$

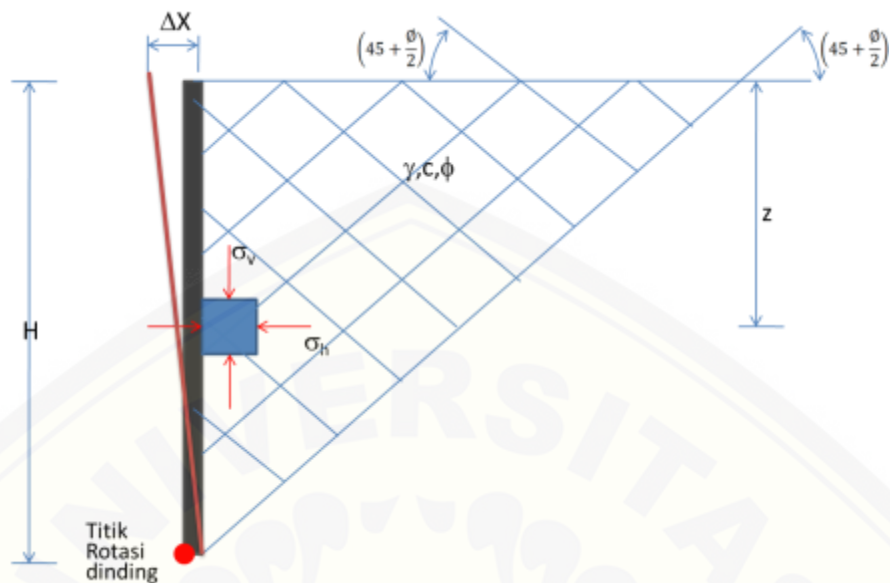
Sehingga untuk koefisien tekanan pasif yaitu:

$$K_p = \frac{\sigma'_v}{\sigma'_p} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) \quad (2.10)$$

2.2.3 Tekanan Tanah Aktif (Teori Rankine)

Tekanan Tanah Aktif adalah tekanan yang bekerja pada struktur dinding penahan agar bergerak ke depan hingga terjadi keruntuhan geser dan koefisien K mencapai minimum (K_a).

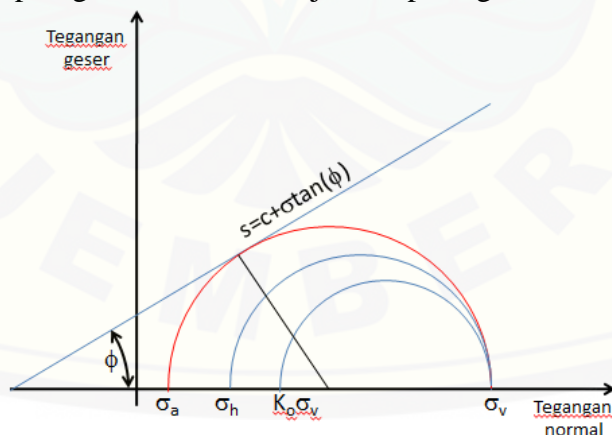
Teori *Rankine* mengasumsikan bahwa dinding penahan berada dalam kondisi vertikal, tidak ada gesekan antara dinding dan tanah, serta tanah bersifat homogen. Apabila tekanan yang bekerja menjauhi tanah yang ditahan maka disebut dengan tekanan tanah aktif, yang dapat ditunjukkan pada gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Tekanan Tanah Aktif

Sumber: Darwis, 2018

Keruntuhan tanah yang terjadi akan mengikuti prinsip lingkaran *Mohr*. Lingkaran *Mohr* akan semakin mendekati garis keruntuhan, apabila nilai Δx semakin besar. Hal tersebut bergantung pada pergerakan tanah yang terjadi. Menurut *Rankine* sudut keruntuhan sebesar $45 - \frac{\phi}{2}$, sehingga akan terjadi keruntuhan. Prinsip lingkaran *Mohr* ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Lingkaran Mohr Tekanan Aktif

Sumber: Darwis, 2018

Besarnya gaya-gaya yang bekerja dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \sigma_v \quad (2.11)$$

$$\sigma_3 = \sigma_h \quad (2.12)$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) + 2c \tan(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (2.13)$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) - 2c \tan(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (2.14)$$

dimana:

σ_v : Tekanan efektif

σ_h : Tekanan lateral tanah

c' : Kohesi

ϕ : Sudut Geser

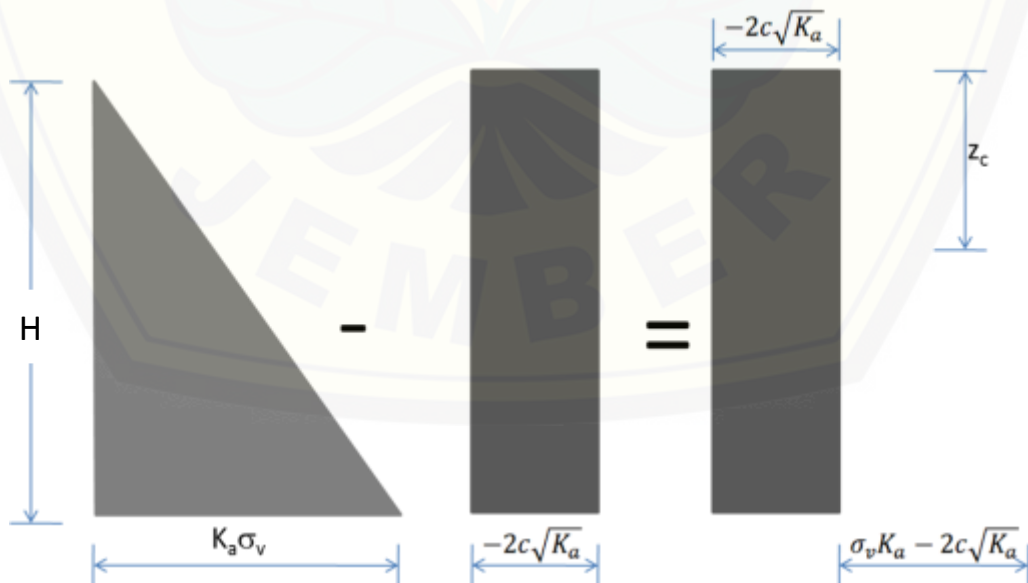
K_a : Koefisien Lateral

$$: \tan^2(45 - \phi/2)$$

Karena $K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$, maka besarnya tekanan yang bekerja saat terjadinya keruntuhan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_a : \sigma_v K_a - 2c \sqrt{K_a} \quad (2.15)$$

Adapun resultan tekanan aktif akibat beban luar dapat dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Resultan Tekanan Aktif

Sumber: Darwis, 2018

Sehingga, total tekanan yang bekerja dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

Tekanan Aktif, $c=0$

$$P_a = K_a \gamma h \quad (2.16)$$

Tekanan Aktif berkohesi

$$P_a = K_a \gamma h - 2c \sqrt{K_a} \quad (2.17)$$

Dimana:

γ : Berat Volume tanah (gr/m^3)

P_a : Tekanan Lateral Tanah (gr/m)

C : Kohesi (kg/m^3)

K_a : Koefisien tanah lateral

$$: \tan^2(45 - \phi/2)$$

H : ketinggian yang ditinjau

2.3 Desain Abutment Jembatan

Jembatan adalah suatu bangunan yang berfungsi menghubungkan jalan yang dipisahkan oleh kondisi alam yang memiliki tinggi permukaan yang sama (Hutahaean dan Hia, 2019). Dalam perencanaan bangunan jembatan perlu memperhatikan beberapa aspek penting, fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis, dan estetika arsitektural seperti arus lalu lintas, hidrologi, kondisi tanah, struktur bangunan jembatan, serta aspek estetika dan aspek teknik (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Secara struktural jembatan dibagi menjadi dua yaitu stuktur bangunan atas (*super structure/upper structure*) dan struktur bangunan bawah (*sub structure*). Struktur bangunan atas jembatan merupakan bagian jembatan yang berfungsi untuk menerima langsung beban lalu lintas yang terjadi dan orang yang melewati jembatan. Struktur bangunan atas jembatan terdiri dari beberapa komponen diantaranya rangka utama, lantai jembatan, gelagar melintang dan memanjang, dan lain - lain. Sedangkan, struktur bangunan bawah jembatan memiliki fungsi sebagai penopang beban yang selanjutnya meneruskan beban yang bekerja dari bangunan atas jembatan dan bangunan bawah itu sendiri sampai ke lapisan tanah dasar. Struktur bangunan bawah jembatan terdiri dari beberapa

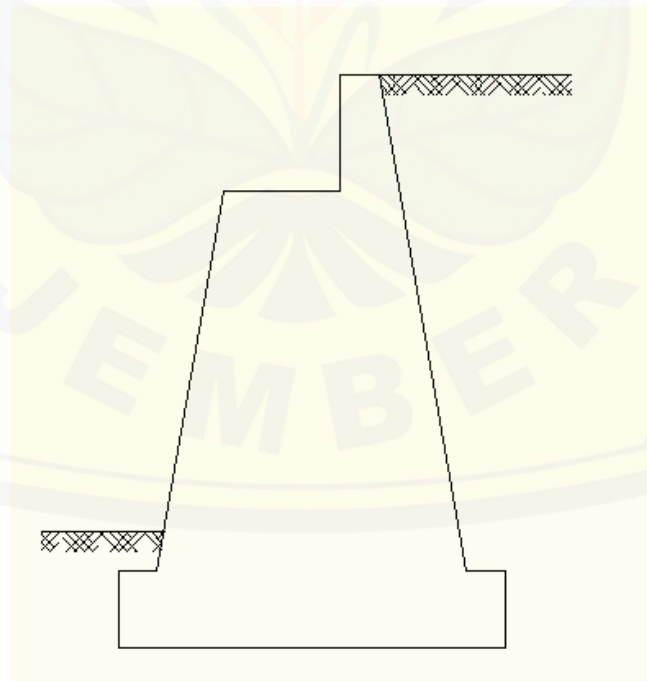
komponen diantaranya yaitu pondasi, pangkal jembatan (*abutment*) dan pilar/*pier* dalam perencanaannya harus disesuaikan dengan lokasi dan kondisi daerah.

2.3.1 Tipe *Abutment* Jembatan

Struktur bangunan bawah salah satunya *abutment* jembatan, terletak di kedua ujung sisi jembatan yang berfungsi untuk menopang dan memikul semua beban yang bekerja di bagian atas jembatan serta sebagai penahan tanah yang menerima tekanan dan diteruskan ke pondasi dengan aman (Wungo, 2010). Secara umum, jenis *abutment* yang digunakan dalam konstruksi jembatan yaitu *abutment* dari beton bertulang (minimal memakai mutu sedang). Berikut bentuk umum dari tipe – tipe *abutment* jembatan yang sering digunakan sebagai berikut:

a. *Abutment* Tipe gravitasi

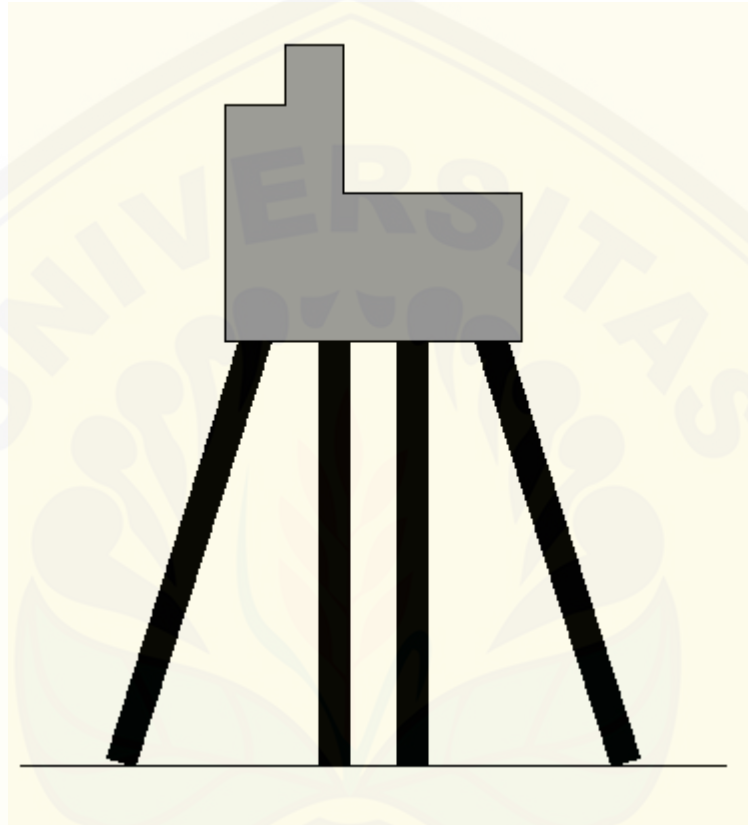
Tipe *abutment* ini biasanya dijumpai pada jembatan – jembatan jalan raya maupun jembatan jalan kereta api yang di bangun pada masa kolonial. Umumnya, tinggi *abutment* tipe gravitasi dibatasi sampai dengan 5 m dan bahan yang digunakan biasanya yaitu pasangan batu kali. Pemilihan Tipe gravitasi ini cocok pada kondisi tanah yang baik yang memungkinkan untuk dibuat pondasi langsung.



Gambar 2.7 Tipe Gravitasi

b. *Abutment* Tipe Balok Kepala (*Pile Cap*)

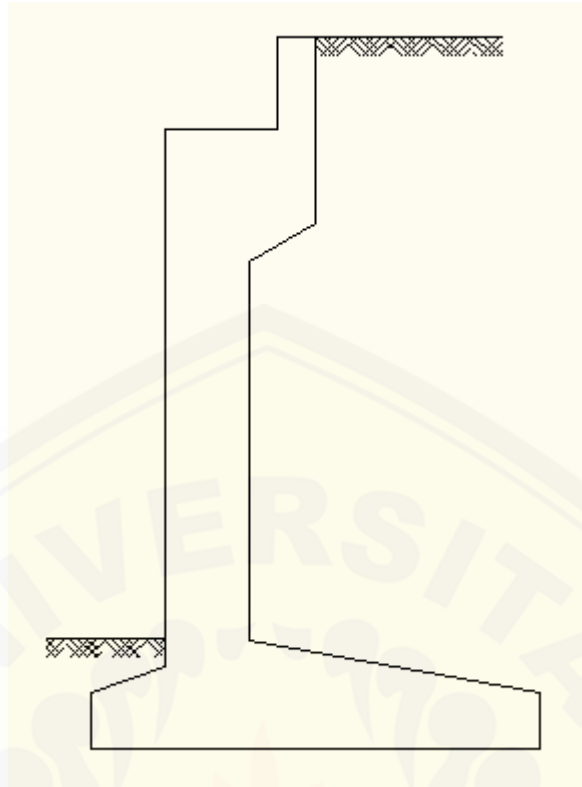
Tipe ini sering digunakan untuk memperkecil berat sendiri dari *abutment* tersebut. Dalam penggunaan tipe ini perlu penambahan tiang pancang. Hal ini dilakukan guna untuk mencapai tanah keras karena pondasi tersebut berfungsi untuk memikul jembatan yang lokasinya agak dalam atau dihitung dari permukaan tanah dasar.



Gambar 2.8 Tipe Balok Kelapa

c. *Abutment* Tipe T Terbalik

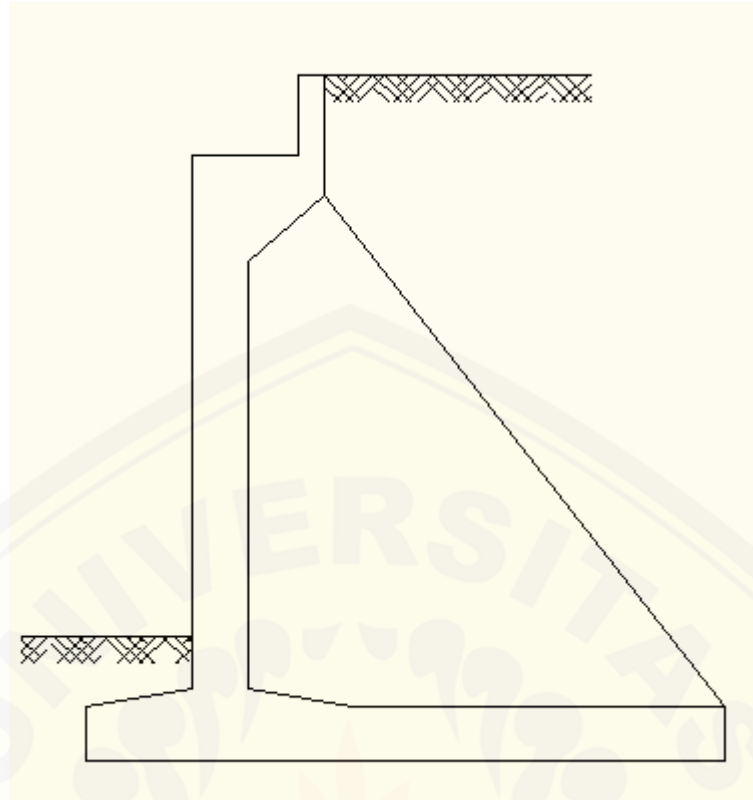
Abutment tipe ini mulai digunakan sejak era 1970-an sampai sekarang. Pada umumnya, kisaran tinggi *abutment* yang digunakan yaitu antara 6-12 m. Akan tetapi, masih ada perencanaan yang memakai tipe ini meskipun tinggi *abutment* kurang dari 6 m atau bahkan lebih dari 12 m. *Abutment* tipe T terbalik ini dapat dipikul oleh pondasi tiang pancang, sumuran, atau bahkan pondasi langsung tergantung dengan kondisi tanah dibawah jembatan.



Gambar 2.9 Tipe T Terbalik

d. *Abutment* Tipe T Terbalik dengan Penopang

Tipe ini biasanya digunakan apabila tinggi abutment sekitar antara 9 – 20 m. Akan tetapi masih ada perencanaan yang memakai tipe ini meskipun tinggi abutment kurang dari 9 m. Sama halnya dengan tipe T terbalik tanpa penopang, tipe *abutment* ini juga dapat dipikul oleh pondasi tiang pancang, sumuran, maupun pondasi langsung tergantung dengan kondisi tanah dibawah jembatan. Pemilihan *abutment* tipe ini akan menimbulkan masalah karena keberadaan penopang akan menyulitkan pemadatan timbunan oprit jembatan.



Gambar 2.10 Tipe T Terbalik dengan Penopang

2.3.2 Dimensi *Abutment*

Dalam merancang *abutment* jembatan, dimensi *abutment* jembatan dapat diasumsikan terlebih dahulu. Asumsi ini digunakan dalam pemeriksaan stabilitas *abutment* pada saat melakukan *trial* untuk memperoleh dimensi yang efektif dan efisien. Jika pemeriksaan stabilitas *abutment* tidak mencapai hasil yang diinginkan, maka dapat diubah asumsi dimensi awal yang digunakan.

Spesifikasi dan standar dalam perencanaan struktur bawah jembatan adalah sebagai berikut:

a. Elevasi sungai

Elevasi sungai dari waktu ke waktu dapat berubah. Hal ini terjadi karena elevasi sungai ditentukan oleh tinggi muka air banjir dan curah hujan.

Tinggi muka air banjir dipengaruhi oleh besarnya curah hujan. Besarnya aliran sungai ditentukan oleh besarnya hujan yang terjadi, lama waktu hujan, luas aliran sungai, daerah tangkapan hujan, dan karakteristik daerah aliran tersebut. Sedangkan curah hujan suatu daerah berbeda dengan curah hujan di daerah lainnya. Sehingga untuk memperkirakan besarnya curah hujan yang

akan terjadi pada suatu daerah dapat dilakukan pengukuran - pengukuran besarnya curah hujan pada waktu tertentu di masa yang lalu. Pengukuran curah hujan suatu daerah dapat dilakukan dengan menggunakan stasiun pengamatan curah hujan dan juga bisa dilakukan dengan melakukan observasi. Menurut PPPJRR –1987, batas elevasi konstruksi jembatan yaitu jarak antara bangun atas diukur dari titik terbawah pada muka air banjir yang tidak boleh kurang dari 1 m.

b. Beban

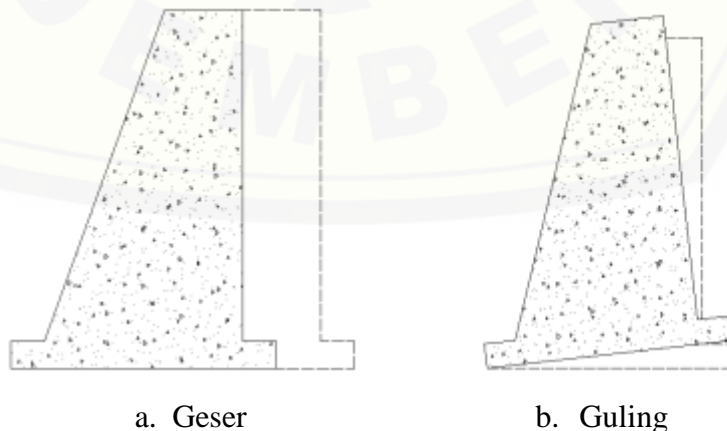
Dalam perencanaan *abutment* perlu ditentukan beban yang bekerja pada struktur tersebut seperti beban hidup dan beban mati.

2.4 Stabilitas Abutment

Abutment direncanakan agar tahan terhadap gempa, banjir, dan tidak terjadi kelongsoran dari struktur tanah yang akan dibangun jembatan. Pada perencanaan *abutment* jembatan, terdapat dua beban yang bekerja pada *abutment* yaitu beban vertikal dan beban horisontal.

2.4.1 Faktor Aman

Faktor aman stabilitas *abutment* ditinjau berdasarkan tiga parameter yaitu aman terhadap bahaya geser dan aman terhadap bahaya guling (Yasin, 2019). Syarat aman kontrol stabilitas terhadap geser diambil 2,2 dan guling minimum diambil 1,1. Tekanan pada *abutment* jembatan harus dipastikan tidak melebihi kapasitas daya dukung ijin. Untuk syarat aman terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah minimum diambil 3.





c. Daya Dukung Tanah

Gambar 2.11 Jenis – jenis Kegagalan pada stabilitas abutment

Dalam perencanaan *abutment* dan pondasi jembatan perlu mempertimbangkan karakteristik tanah untuk mengetahui kondisi struktur tanah di daerah jembatan sebagai dasar kajian agar mendapatkan desain yang sesuai.

2.5 Kapasitas Daya Dukung Tanah

Kapasitas daya dukung tanah merupakan kemampuan suatu tanah untuk menahan beban atau melawan penurunan agar tidak mengalami keruntuhan yang diakibatkan oleh nilai kuat geser tanah. Kuat geser tanah diperoleh dari hasil pengujian *boring log* dan sampel tanah (Pranata dan Wijaya 2008). Struktur tanah diberikan pembebanan sampai beberapa elemen struktur mencapai tegangan *Ultimate*, kemudian diberikan kombinasi pembebanan agar analisis daya dukung yang didapat sesuai. Keruntuhan geser pada tanah terjadi diakibatkan oleh tegangan geser yang ditimbulkan di dalam tanah yang melebihi ketahanan geser pondasi (Usman 2014).

Kapasitas daya dukung tanah bergantung pada jenis tanah yang diperoleh dari hasil triaksial maupun hasil pengujian laboratorium berupa pengujian kuat geser langsung. Adapun parameter yang berpengaruh dalam kapasitas daya dukung tanah tersebut adalah nilai sudut geser (ϕ) dan kohesi (c). Batasan dari nilai sudut geser menurut Hardiyatmo (2017) dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Table 2.2 Batasan Nilai sudut geser

Jenis Tanah	Sudut Geser
Pasir lepas	27 – 35
Pasir sedang	30 – 40
Pasir padat	35 – 45
Lempung berpasir	34 – 48
Lempung	26 – 35

Sumber: Hardiyatmo, 2017

Berdasarkan SNI – 03 – 3446 – 1994 (halaman 8-9) dalam perhitungan daya dukung tanah dasar pondasi dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\phi = \text{arc tg} (K_r \phi \cdot \tan \phi) \quad (2.18)$$

Menurut *Terzaghi*, perhitungan daya dukung tanah dasar pondasi untuk pondasi persegi dapat digunakan persamaan berikut:

$$Q_{ult} = C \cdot N_c + D \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \quad (2.19)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (2.20)$$

Dimana:

Q_{ult} : Daya dukung ultimate (ton/m²)

Q_{all} : Daya dukung ijin (ton)

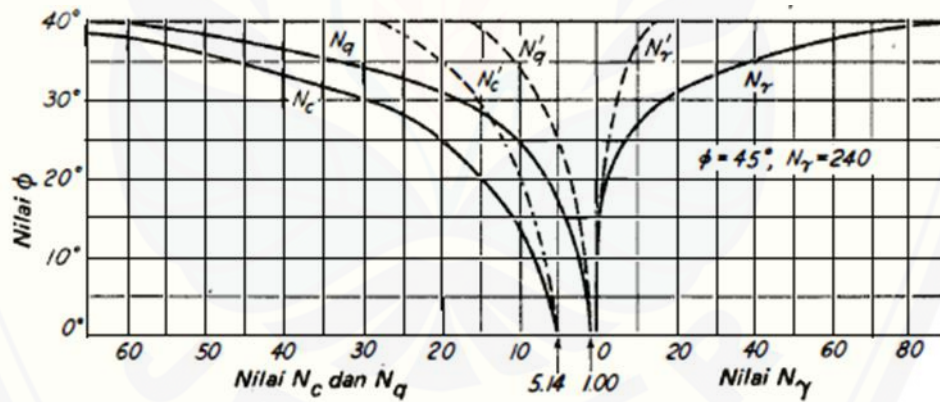
N_c, N_q, N_γ : Faktor daya dukung tanah yang berkaitan dengan faktor bentuk dan kedalaman

Table 2.3 Faktor Koefisien Daya Dukung Tanah persamaan *Terzaghi*

Φ	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0°	5,71	1,00	0	3,81	1,00	0
5°	7,32	1,64	0	4,48	1,39	0
10°	9,64	2,70	1,2	5,34	1,94	0
15°	12,8	4,44	2,4	6,46	2,73	1,2
20°	17,7	7,43	4,6	7,90	3,88	2,0
25°	25,1	12,7	9,2	9,86	5,60	3,3
30°	37,2	22,5	20,0	12,7	8,32	5,4
35°	57,8	41,4	44,0	16,8	12,8	9,6
40°	95,6	81,2	114,0	23,2	20,5	19,1
45°	172	173	320	34,1	35,1	27,0

Sumber : Hary C.H., (2002)

Nilai N_c , N_q , N_γ merupakan fungsi dari besarnya sudut geser dalam (ϕ) yang dijelaskan dalam bentuk grafik oleh *Terzaghi*.



Gambar 2.12 Grafik Koefisien Daya Dukung *Terzaghi*

Sumber: Hardiyatmo, 2002

2.6 Analisa Dinding Penyangga (Abutment)

Analisis dinding penyangga (*abutment*) dapat dihitung sebagai berikut :

2.6.1 Kontrol terhadap geser

Tekanan tanah akan menimbulkan terjadinya momen akibat gaya aktif tanah. Selain itu, tekanan tanah juga menimbulkan gaya dorong sehingga *abutment* akan mengalami geser. Gaya – gaya yang bekerja pada jembatan akan seimbang apabila *abutment* dalam keadaan stabil. Adapun faktor keamanan yang digunakan untuk memastikan keamanan struktur terhadap penggeseran sebagai berikut:

$$FS_{(sliding)} = \frac{\sum V}{\sum H} \geq 1,1 \quad (2.21)$$

Dimana:

$\sum V$: total beban vertikal yang menahan geser (kN)

$\sum H$: total beban horisontal yang menyebabkan geser pada dinding (kN)

2.6.2 Kontrol terhadap guling

Tekanan lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding akan mengakibatkan dinding mengguling. Agar suatu bangunan aman terhadap kontrol guling, sebaiknya gaya yang bekerja pada bangunan di atasnya memotong bidang gelincir yang terjadi. Besarnya tegangan dalam perencanaan bangunan dan pondasi harus tetap mencapai nilai – nilai maksimum yang dianjurkan. Dalam perencanaan *abutment* perlu diperhatikan terhadap gerusan yang diakibatkan oleh aliran air sehingga mengurangi besarnya tekanan pasir. Maka, berdasarkan hal tersebut perhitungan tekanan pasir dapat diabaikan (Roby, 2012).

Adapun faktor aman yang digunakan untuk memastikan keamanan dinding terhadap guling dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$SF(\text{overtuning}) = \frac{\sum MV}{\sum MH} \geq 2,2 \quad (2.22)$$

Dimana:

$\sum MV$: jumlah momen yang menyebabkan struktur terguling (ton.m)

$\sum MH$: jumlah dari momen yang mencegah struktur terguling (ton.m)

2.6.3 Kontrol terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Beban yang bekerja pada dinding penyangga ke tanah harus lebih kecil dari daya dukung ijin tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar *abutment* dilakukan sesuai dengan pondasi yang digunakan pada jembatan tersebut.

Faktor aman yang digunakan untuk memastikan keamanan bangunan terhadap kapasitas daya dukung tanah sebagai berikut:

$$SF(\text{bearing capacity}) = \frac{q_u}{q_{(\max)}} > 3 \quad (2.23)$$

2.7 Proses Analisis Lereng Sungai

Analisis lereng sungai dilakukan guna untuk menentukan nilai faktor aman suatu lereng dari kelongsoran dan daerah kritis dari penampang sungai. Analisis stabilitas lereng sangatlah penting pada perencanaan kontruksi – konstruksi sipil. Sehingga, ukuran kestabilan lereng sungai dapat ditentukan dengan besarnya faktor keamanan. Dalam analisis stabilitas lereng sungai metode yang digunakan adalah *limit equilibrium*. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam analisis kestabilan lereng sungai ini adalah *Software Slope/W Geoslope 2012*. *Software Slope/W Geoslope 2012* merupakan perangkat lunak yang memiliki beberapa fitur untuk analisis stabilitas lereng. Untuk mendukung hasil proses analisis lereng setiap lapisan tanah, digunakan program bantu lain yaitu *Autocad 2010* yang memiliki spesifikasi grafis. Geometri lereng yang telah dibuat dengan menggunakan *Autocad 2010* dapat disimpen dalam format *.dxf*.



Gambar 2.13 Perangkat lunak yang digunakan (Gestudio 2012, Autocad 2010)

BAB 5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan *abutment* jembatan Jalur Lintas Selatan di Desa Paseban, Kecamatan Kencong, Kabupaten Jember digunakan desain *abutment* 2 dengan tipe *abutment* T Terbalik yang memiliki dimensi tinggi *abutment* (H) sebesar 6,5 meter dan lebar *abutment* (Bx) sebesar 5 meter.
2. Berdasarkan analisis lereng sungai menggunakan *software*, diperoleh nilai keamanan sebesar SF 1,123 pada titik lokasi DB-1, sedangkan pada titik lokasi DB-2 nilai faktor keamanan yang diperoleh yaitu SF 1,060. Untuk kestabilan lereng nilai faktor keamanan minimum sebesar 1,25. Sehingga, lereng sungai tersebut dapat dinyatakan tidak stabil dan memungkinkan untuk terjadi kelongsoran karena nilai faktor keamanan lereng sungai lebih kecil dari nilai faktor keamanan minimum. Sehingga, *abutment* perlu kontruksi tambahan berupa pondasi *bored pile* dengan diameter 0.8 meter dan kedalaman pondasi 5 meter. Pondasi *bored pile* yang diperlukan agar memenuhi syarat yaitu 8 *pile*.

5.2 SARAN

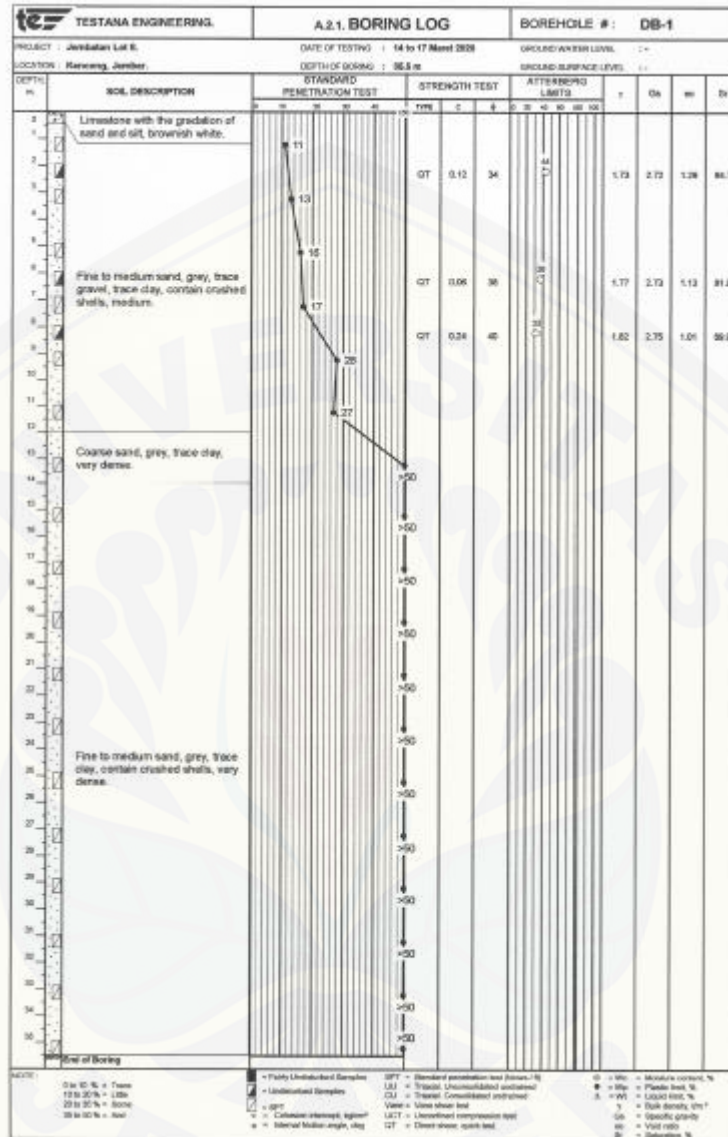
1. Sebaiknya pada penelitian selanjutnya dilakukan perbaikan tanah didaerah tersebut untuk meminimalisir terjadinya longsor pada lereng sungai di daerah tersebut.
2. Sebaiknya *abutment* jembatan tidak ditempatkan diatas bidang gelincir lereng sungai. *Abutment* bisa ditempatkan berpotongan dengan bidang gelincir lereng tersebut agar terhindar dari kelongsoran yang terjadi.
3. Untuk penggunaan pondasi yang ujung bawah tiang sebaiknya ditumpukkan/dijepitkan pada lapisan tanah keras untuk menghindarkan kerusakan/bahkan kegagalan struktur jembatan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

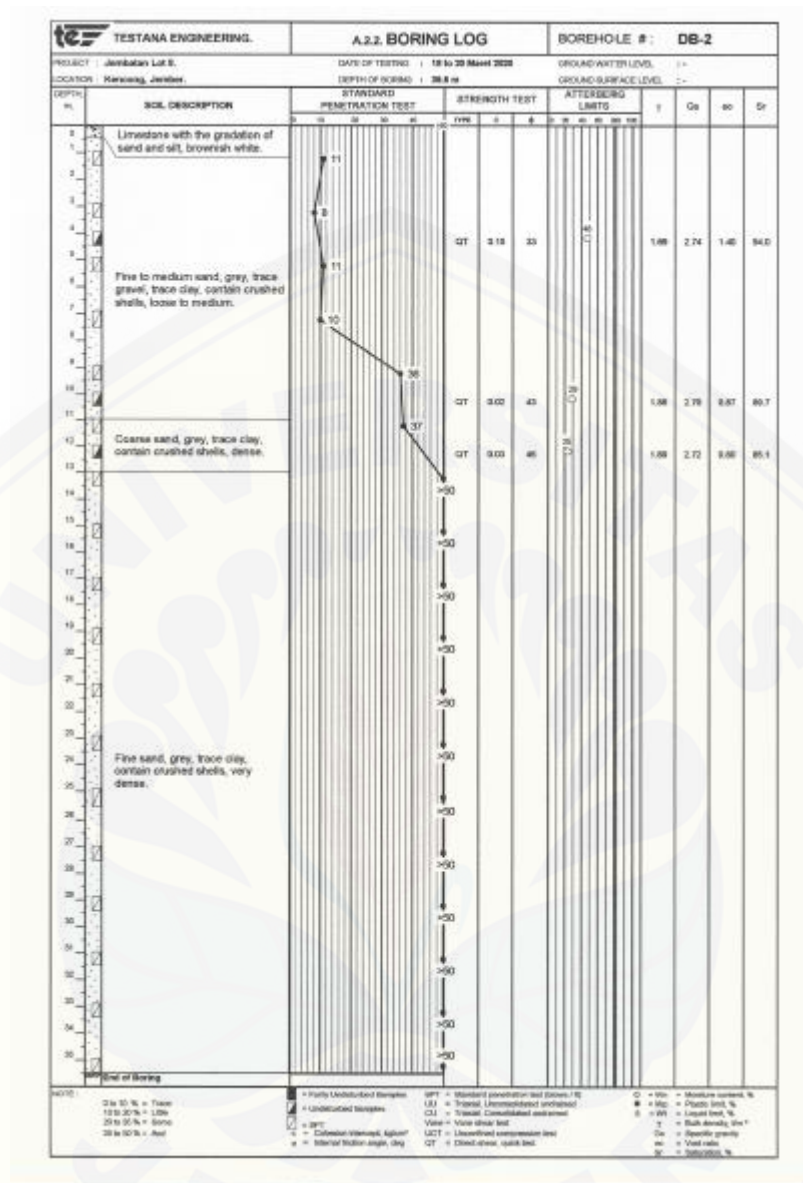
- Firmansyah, W., D. Untung., T. Rendy Satrya. 2013. Perencanaan Abutment dan Alternatif Jalan Pendekat Jembatan Brawijaya Kediri. *Jurnal Teknik Pomits*. Volume 1 (Nomor 1):1-6.
- GEO-SLOPE International Ltd. 2008. *Stabilit Modeling with SLPOE/W 2007 Version*. GEO-SLOPE International, Canada.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Teknik Pondasi 1 Edisi Kedua*.
- Hardiyatmo, H. Cristady. 2008. *Teknik Pondasi 2, Edisi ke 4*. Yogyakarta.
- Hidayat, D., G. Hidayat. 2015. Analisa Kerusakan Abutment Jembatan Koto Gasib Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Info Teknik*. Volume 16 (No.1 Juli): 85 – 100.
- Nur, S. Hijraini., Abd. Rahman Djamaluddin., M. Zeid. 2013. Stabilitas Abutment Di Atas Pondasi Sumuran dan Tiang Pancang Pada Lapisan Tanah Lempung Lunak (Studi Kasus Jembatan Toddoppuli X Makassar). *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*. Surakarta: 59 – 68.
- Onding, J., Balamba, L. S., Sompie, O. B. A., & Sarajar, A. N. (2013). Analisis Kestabilan Pondasi Jembatan Studi Kasus : Jembatan Essang-Lalue. *Jurnal Sipil Statik*, 1(11), 730–744.
- Panguriseng, D., & Makassar, U. M. (2018). *DASAR-DASAR* (Issue January).
- Yasin, M., G. Yanti., S. Wahyuni Megasari. 2019. Analisis Abutment Jembatan Sei. Busuk Kabupaten Siak Sri Indrapura Provinsi Riau. *Jurnal Teknik Sipil*. Volume 5 (No. 1): 52 – 62.

LAMPIRAN

1. Hasil Boring Log (pengujian N-SPT) lokasi DB-1



2. Hasil Boring Log (pengujian N-SPT) lokasi DB-2

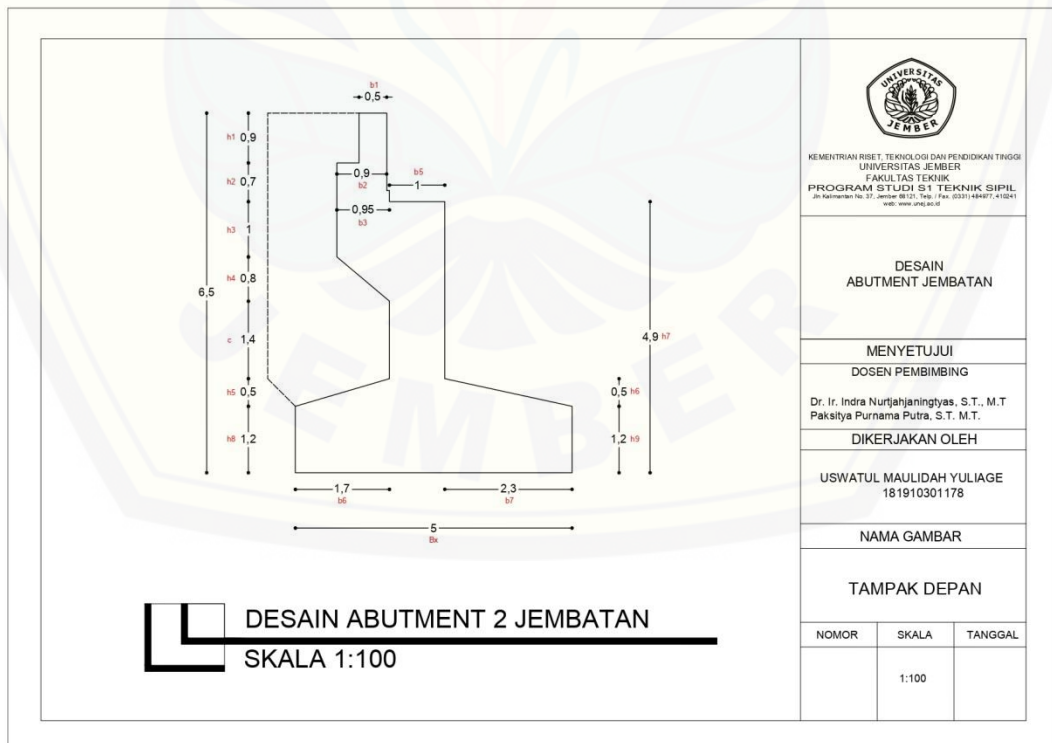
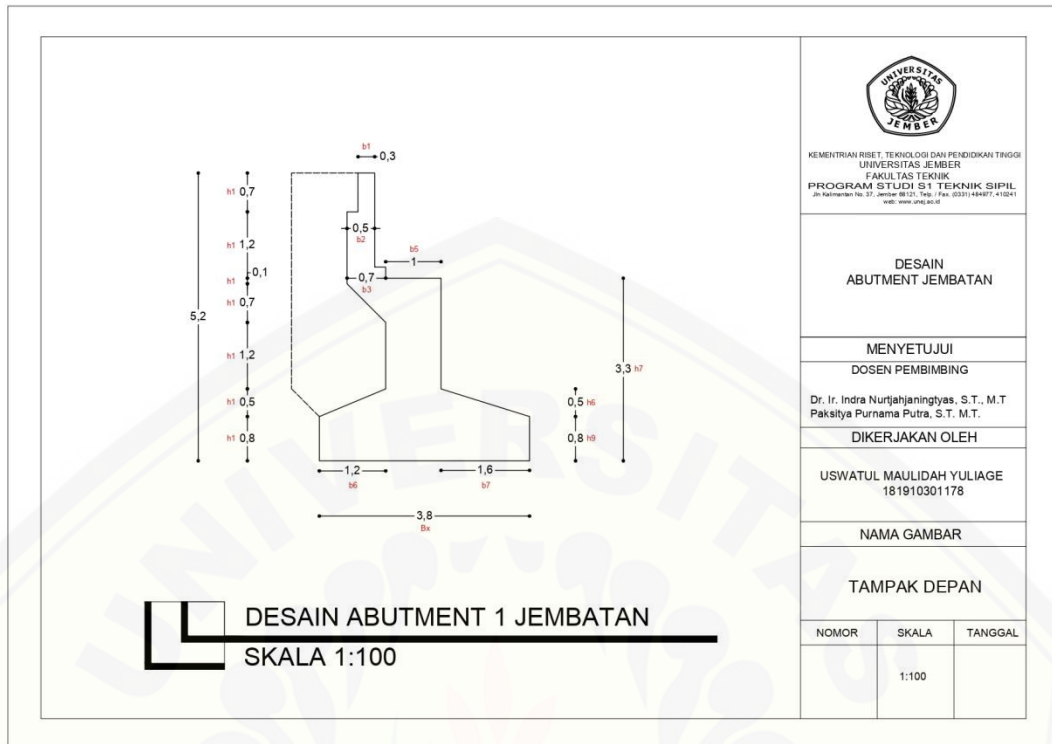


3. Dokumentasi lokasi penelitian





4. Desain abutment jembatan



5. Desain Pondasi *Bored pile*

