

Tinjauan Perancangan Pilar Jembatan Terhadap Gerusan Air Sungai

Juanda¹⁾, Wesli²⁾, Sofyan³⁾

^{1, 2, 3)} Magister Teknik Sipil Universitas Malikussaleh

Jalan Batam, Blang Pulo, Muara Satu - Lhokseumawe – Aceh

Email: juandaeng06@gmail.com¹⁾, wesli@unimal.ac.id²⁾, sofyan.ahmad93@yahoo.com³⁾

(Received: 10 Oktober 2023 / Revised: 27 Oktober 2023 / Accepted: 01 November 2023)

Abstrak

Salah satu bagian dari pengembangan jalur lintas barat Kabupaten Aceh Barat adalah Pembangunan Jembatan Krueng Sakui Sungai Mas Aceh Barat yang berada antara ruas jalan Meulaboh – Bereunuen. Berdasarkan perencanaan awal Jembatan Sakui akan menggunakan Dua abutment yang memiliki tinggi 8,10 m sedangkan kedua buah pilar memiliki ketinggian 8,35 m. Pondasi yang digunakan pondasi tiang pancang. Berdasarkan gambar rencana proyek, diameter pondasi sumuran untuk abutment adalah 3,50 m dengan kedalaman 3,50 m dan, diameter tiang pancang pilar digunakan diameter 0,40 m dengan kedalaman 12 m. Dalam menganalisa pilar, stabilitas ketahanan akibat eksentrisitas, guling dan geser serta gerusan air sungai sebesar 1,776 ton. Dari hasil analisa stabilitas pilar $FS > 2$ aman dari guling dan $FS > 1,5$ aman dari geser. Dari hasil analisa daya dukung pondasi tiang pancang dapat menahan beban sebesar 870,57 ton, serta perencanaan penulangan pilar yang aman digunakan.

Kata Kunci: *Pilar, Pondasi Sumuran, Pondasi Tiang, Penulangan,*

Abstract

One part of the development of the western crossing of West Aceh Regency is the construction of the West Aceh Krueng Sakui Sungai Mas Bridge which is located between the Meulaboh - Bereunuen road section. Based on the initial planning, the Sakui Bridge will use two abutments which have a height of 8.10 m while the two pillars have a height of 8.35 m. The foundation used is a pothole foundation for the bridge. The foundation used is a pile foundation for abutments and pillars. Based on the project plan drawing, the diameter of the pile foundation for the abutment is 3.50 m with a depth of 3.50 m, and, the diameter of the pillar piles is 0.40 m diameter with a depth of 12 m. In analyzing the abutments and pillars, the stability of resistance due to eccentricity, overturning and shear as well as the pressure that occurs due to soil pressure of 18,253 tons and river water scouring of 1,776 tons. From the results of the analysis of the stability of abutments and pillars $FS > 2$ safe from rolling and $FS > 1.5$ safe from shear. From the results of the analysis of the bearing capacity of the pits foundation can withstand a load of 132.17 tons, and the bearing capacity of the pile foundation can withstand a load of 870.57 tons, as well as the planning of abutment reinforcement and pillars that are safe to use.

Keywords: *Pillar, Well Foundation, Pile Foundation, Reinforcement.*

1. Latar Belakang

Jembatan Krueng Sakui merupakan jembatan sudah tidak layak untuk menampung arus lalu lintas Seiring dengan pertumbuhan volume lalu lintas dan usaha memacu pertumbuhan ekonomi di kawasan Aceh Barat dipandang perlu

untuk melakukan program penanganan jembatan yang dapat menampung arus lalu lintas Jembatan Sakui, selain menghubungkan Desa Tutut dan Desa Sakui juga menghubungkan ruas jalan dari Berenuen-Meulaboh. Adapun tujuan pembangunan jembatan ini sebagai prasarana untuk meningkatkan pelayanan lalu lintas dan kapasitas jalan, selain itu dapat juga meningkatkan potensi ekonomi masyarakat di sekitarnya. Berdasarkan perencanaan awal Jembatan Sakui memiliki panjang 150 m dan Dua abutment tinggi 8,10 m sedangkan kedua buah pilar ketinggian 8,35 m.

Salah satu bagian penting konstruksi jembatan adalah pondasi. Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasarnya struktur atau bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur atau bangunan ke lapisan tanah tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah. Secara umum pondasi dapat dibagi dalam dua kategori yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Apabila kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi, maka pondasi tersebut dikatakan pondasi dangkal. Pondasi dalam adalah pondasi yang digunakan apabila lapisan atas dari tanah memiliki kapasitas daya dukung yang kecil dan digunakan pada tanah yang relatif dalam.

Permasalahan yang akan dihadapi adalah meninjau kembali perhitungan abutment dan pilar Jembatan Sakui dari perilaku Stabilitas abutment dan pilar Jembatan saat menerima pembebanan yang terjadi pada struktur bangunan terhadap tekanan tanah, gerusan, geser dan guling, diameter tulangan yang efisien dalam perencanaan.

Tujuan penelitian yaitu membandingkan secara nyata struktur bangunan bawah yang telah dibangun aman dari gempa bumi, penggerusan, longsor. sehingga didapat gambaran untuk memilih perencanaan yang paling ekonomis untuk Jembatan Sakui Aceh Barat, sesuai dengan karakteristik tanah dasar.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif, Pilar pada Jembatan Krueng Sakui Aceh Barat di perlukan sejumlah data yang diambil dari konsultan perencana, untuk perencanaan awal jembatan yaitu data boring tanah. Penelitian ini dilakukan penulis untuk mengetahui stabilitas abutment dan pilar dari pengaruh tekanan tanah lateral dan beban-beban yang bekerja di atas. Untuk dapat menganalisa stabilitas tersebut kita harus mempunyai data tanah, gambar, peta lokasi. Data ini harus mendapatkan data gambar rencana dari proyek jembatan tersebut, agar biasa dapat diperhitungkan stabilitas daya dukung abutment dan pilar pada saat dipasang untuk menghindari terjadinya kerusakan yang sangat fatal pada abutment dan pilar jembatan tersebut. Langkah-langkah penelitian yang diperlukan untuk menghitung stabilitas pilar adalah sebagai berikut :

a. Menghitung beban-beban yang bekerja pada jembatan.

Untuk mengetahui beban-beban apa saja yang terdapat pada beban vertikal maka perlu dihitung beban mati, beban hidup, beban angin, gaya rem, beban gempa, dan gaya akibat tekanan tanah.

b. Menghitung tekanan gerusan akibat kecepatan air sungai

Kecepatan air di tikungan pilar di perhitungkan dengan menggunakan analisa hidrologi, besarnya debit banjir untuk priode ulang dapat di perhitungkan dengan data curah hujan rencana priode ulang 20 tahun (Q 20) debit sungai ini dipergunakan untuk memperoleh tinggi muka air sebagai patokan tinggi elevasi jembatan.

- c. Perhitungan stabilitas pilar.
Setelah langkah-langkah hitungan di atas selesai baru dilakukan analisa stabilitas abutment terhadap geser dan guling.
- d. Perhitungan daya dukung tiang pancang.
Metodelogi penelitian ini juga menghitung daya dukung pondasi dalam menahan beban, adapun perhitungan daya dukung ini meliputi kapasitas tiang dari uji kerucut, daya dukung selimut tiang, dan penurunan pondasi.
- e. Perhitungan penulangan pilar
Setelah langkah-langkah hitungan di atas selesai bari dilakukan analisa Penulangan Pilar untuk memperkuat beton dalam tekanan kecepatan gerusan air sungai.

2.1 Beban-Beban Yang Bekerja Pada Jembatan

Menurut (Indonesia and Nasional, 2016) Beban-beban yang bekerja pada jembatan umumnya diperhitungkan berdasarkan tata cara perencanaan pembebanan jembatan jalan raya (SNI 03-1725-1989). Beban-beban yang bekerja pada jembatan tersebut secara garis besar meliputi Beban Mati, Beban Hidup, Gaya Rem, Beban Kejut, Beban Angin, Gaya Akibat Gempa Bumi, Gaya Tekanan Tanah, Gaya Tekanan Tanah Akibat Gempa dan Gaya Gesek Pada Tumpuan. Kemudian beban-beban tersebut di satukan dalam suatu kombinasi muatan, muatan ini akan sangat menentukan untuk menganalisa stabilitas konstruksi.

2.2 Kombinasi pembebanan

Menjurut (Indonesia and Nasional, 2016) Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJR) 1987, konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan dan gaya yang bekerja. Sesuai dengan sifat-sifat serta kemungkinan yang akan terjadi pada setiap beban, tegangan yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikkan terhadap tegangan yang diizinkan sesuai dengan keadaan elastis. Tegangan yang digunakan, dinyatakan dalam proses terhadap tegangan yang diizinkan sesuai dengan kombinasi pembebanan dan gaya pada Tabel 1.

Tabel 1 Kombinasi Pembebanan dan Gaya Terhadap Tegangan Izin Elastis

No.	Kombinasi Pembebanan dan Gaya	Tegangan Izin Elastis
I.	$M + (H + K) + Ta + Tu$	100 %
II.	$M + Ta + Ah + Gg + A + SR + Tm$	125 %
III.	Kombinasi (I) + $Rm + Gg + A + SR + Tm + S$	140 %
IV.	$M + Gh + Tag + Gg + Ahg + Tu$	150 %
V.	$M + PI$	130 %
VI.	$M + (H + K) + Ta + S + Tb$	150 %

Sumber : SNI 03-1725-1989

Keterangan :

- 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 ekivalen akibat gempa bumi

(H + K)	= beban hidup dengan kejut,
M	= beban mati
PI	= gaya-gaya pada waktu pelaksanaan
Rm	= gaya rem
S	= gaya sentrifugal
SR	= gaya akibat susut dan rangkai
Tm	= gaya akibat perubahan suhu
Ta	= gaya tekanan tanah
Tag	= gaya tekanan tanah akibat gempa bumi
Tb	= gaya tumbuk
Tu	= gaya angkat

Dari kombinasi pembebanan di atas yang digunakan untuk perencanaan yaitu kombinasi beban yang maksimum.

2.3 Analisa Momen

Menurut (Lapis et al., 2013) Momen-momen yang bekerja pada jembatan di perhitungkan menurut SNI 03-1725-1989. Momen-momen yang bekerja meliputi antara lain, momen akibat muatan angin, gempa bumi, tiang sandaran, gaya tumbukan dan momen akibat gaya rem dan traksi. Momen-momen tersebut diatas di perhitungkan terhadap arah melintang dan memanjang jembatan.

2.3.1 Pemeriksaan terhadap gaya geser dan guling

Menurut (Bura et al., 2023) Pemeriksaan stabilitas terhadap kemungkinan geser dan guling dapat dihitung di bawah ini:

1. Kestabilan Guling

Menurut (Bura et al., 2023) Perhitungan kestabilan abutment terhadap gaya gaya-gaya horizontal yang akan mendorong atau menggulingkan abutment, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus ruslan (1987) sebagai berikut :

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling :

$$n_g = \frac{\sum \text{Moment Penahan}}{\sum \text{Moment Guling}} = \frac{\sum M_G}{\sum M_H} > \bar{n}_g \quad (1)$$

Keterangan :

n_g = Koefisien penggulingan yang terjadi (tanpa satuan)

\bar{n}_g = Koefisien penggulingan yang diizinkan = 1,5

$\sum M_G$ = Jumlah momen akibat vertikal terhadap guling yang ditinjau (tm)

$\sum M_H$ = jumlah momen akibat horizontal terhadap guling yang ditinjau (tm)

2. Kestabilan struktur terhadap pergeseran:

$$n_s = \frac{G \cdot \tan \varphi}{H} > \bar{n}_s \quad (2)$$

Keterangan:

n_s = Koefisien geser yang terjadi (tanpa satuan)

\bar{n}_s = Koefisien geser yang diizinkan = 1,5

G = Gaya vertical yang dipikul abutment (ton)

H = Gaya horizontal Yng diberikan abutment (ton)

φ = Sudut geser tanah pada abutment (derajat)

2. Momen Guling

Menurut (Bura et al., 2023) Menurut rumus dari bowles kestabilan dinding abutment terhadap guling dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$N_o = \frac{\sum \text{Moment Penahan}}{\sum \text{Moment Guling}} = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} > 1,5 \quad (3)$$

Di mana momen guling M_o adalah

$$M_o = P_a \cdot y = Mta \quad (4)$$

Kestabilan dinding abutment terhadap geser dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N_s = \frac{P_{menahan}}{P_{mendorong}} = \frac{F_r + P_p}{P_a} > 1,5 \quad (5)$$

Di mana gesekan (F_r) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_r = R \cdot \tan \varphi + 0,67 \cdot c \cdot B \quad (6)$$

Keterangan:

N_o = Faktor kestabilan guling (1,5)

N_s = Faktor kestabilan geser (1,5)

$\sum M_r$ = Jumlah dari momen-momen yang mencegah struktur terguling

$\sum M_r$ = merupakan momen-momen yang disebabkan oleh gaya-gaya vertikal dari struktur dan berat tanah diatas struktur (tm).

$\sum M_o$ = Jumlah dari momen-momen yang mencegah struktur terguling

$\sum M_o$ = merupakan momen-momen yang disebabkan oleh tekanan tanah aktif yang bekerja pada elevasi H/3 (tm).

F_r = Tegangan geser/gesekan (ton)

R = Besarnya gaya vertikal (ton)

c = Kohesi tanah (t/m^2)

B = Lebar abutment (m)

P_a = Tekanan tanah aktif (t/m^2)

P_p = Tekanan tanah pasif (t/m^2).

2.3.2 Pemeriksaan terhadap eksentrisitas

Menurut (Kp-02 Umum, 1986) Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-02 (2008), pemeriksaan stabilitas terhadap kemungkinan eksentrisitas dapat dihitung :

$$e = \frac{B}{2} - \frac{(\sum MV - \sum MH)}{\sum V} < \left(\frac{1}{6} \cdot B\right) \quad (7)$$

Keterangan:

B = Lebar dasar abutment dan pilar yang ditinjau (m)

$\sum MV$ = Besarnya gaya vertikal (KN)

$\sum MH$ = Besarnya gaya horisontal (KN)

2.3.3 Pemeriksaan terhadap tegangan dan tekanan penggerusan

Menurut (Bura et al., 2023) Menurut Standar Perencanaan Irigasi KP-02 (2008), Pemeriksaan terhadap tegangan dan tekanan penggerusan dapat dihitung sebagai berikut :

1. Tegangan tanah

$$\sigma = \frac{\sum V}{B.L} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B}\right) \quad (8)$$

Keterangan:

- B = Lebar dasar abutment dan pilar yang ditinjau (m)
- ΣMV = Besarnya gaya vertikal (KN)
- ΣMH = Besarnya gaya horisontal (KN)
- e = Eksentrisitas

2. Tekanan penggerusan

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{B \cdot V_{air}} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B}\right) \cdot d_{gerusan} \quad (9)$$

Keterangan:

- B = Lebar dasar abutment dan pilar yang ditinjau (m)
- ΣMV = Besarnya gaya vertikal (KN)
- ΣMH = Besarnya gaya horisontal (KN)
- e = Eksentrisitas
- V_{air} = Kecepatan Aliran (m/det)
- $d_{gerusan}$ = aliran dan hayutan gerusan (m/det)

2.4 Analisa Hidrologi

Menurut (Imelda, 2022) Analisa hidrologi bertujuan untuk menentukan debit maksimum air. Analisa hidrologi yang dilakukan meliputi perhitungan intensitas hujan, curah hujan rencana dan debit banjir rencana.

2.4.1 Hujan rencana

Menurut (Imelda, 2022) Hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas hujan ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Hujan rencana dapat dihitung secara statistik berdasarkan data curah hujan terdahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_a = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (10)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X_a)^2}{n-1}} \quad (11)$$

$$R_{th} = X_a + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n}\right) \cdot S_x \quad (12)$$

Keterangan:

- X_a = Tinggi hujan rata-rata sepanjang tahun.
- X_i = Hujan tahun pertama.
- K = Faktor frekwensi untuk periode ulang T tahun
- S_x = Standar deviasi.
- R_i = Hujan harian maksimum tahun i.
- n = Jumlah data atau tahun.

2.4.2 Intensitas hujan

Menurut (Fajriyah and Wardhani, 2020) seandainya data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t}\right]^{2/3} \quad (13)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan dengan priode ulang T tahun (mm/Jam).

R_{24} = Curah hujan dalam 24 Jam (mm).

t = Waktu konsentrasi (Jam).

2.4.3 Debit rencana

Menurut (Ramadani, 2018) Metode rasional adalah salah satu dari metode tertua dan awalnya hanya digunakan untuk memperkirakan debit puncak (*peak discharge*). Ide yang melatarbelakangi metode rasional adalah curah hujan dengan intensitas I terjadi secara terus menerus, maka laju limpasan langsung bertambah sampai mencapai waktu konsentrasi T_c . run off coefficient (C) dengan ($0 \leq C \leq 1$) (Chow 1988).

$$Q = \frac{\alpha \cdot r \cdot F}{3,6} \quad (14)$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3/det)

α = Run off coefficient (empiris)

F = Luas daerah pengaliran (Km^2)

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

2.4.4 Kedalaman air banjir

Menurut (Baria, 2017) Menurut Chow (1997), debit Q pada suatu Sungai untuk sembarang aliran dinyatakan dengan.

$$Q = A \cdot V \quad (15)$$

Keterangan:

Q = Debit banjir (m^3/dtk)

V = Merupakan kecepatan rata-rata aliran (m/dtk)

A = Luas penampang melintang terhadap arah aliran (m^2)

2.5 Gerusan

Menurut (Barokah and Purwantoro, 2014) proses erosi dan deposisi umumnya terjadi karena perubahan pola aliran terutama pada sungai alluvial. Perubahan pola aliran terjadi karena adanya halangan pada aliran sungai tersebut, berupa bangunan sungai seperti pilar jembatan dan abutmen. Bangunan semacam ini dipandang dapat merubah aliran berubah geometri alur dan pola aliran yang selanjutnya diikuti gerusan lokal di sekitar bangunan.

2.6 Kedalaman Penggerusan

Menurut Rita Fadila S (1989), Apabila kecepatan aliran melampaui kecepatan batas dimana partikel material dasar masih bertahan (tidak tergerus) maka terjadi penggerusan. Biasanya pengurusan dasar sungai terjadi pada waktu banjir dimana pengurusan terjadi pada: kaki pilar, kepala jembatan dan juga belokan sungai. Dalamnya pengurusan normal adalah kedalaman air ditengah aliran pada saat debit banjir maksimum. Kedalaman ini dapat ditentukan dengan mudah melalui alat penduga kedalaman (misal: pendengar bunyi/getaran) di sekitar lokasi rencana jembatan pada saat atau segera setelah banjir sebelum lubang gerusan mempunyai cukup waktu tertimbun kembali, jadi dapat diukur.

Untuk hal ini diperlukan penyesuaian pada pengamatan kedalaman terhadap pertambahan penggerusan disebabkan dari hal-hal berikut:

- a. Debit rencana bertambah besar dari debit banjir pada saat dimana penggerusan diamati.
- b. Pertambahan kecepatan disebabkan aliran mengalami rintangan pada pelaksanaan bangunan bawah.
- c. Pola pengurusan pada jembatan bergantung faktor- faktor:
 - Debit banjir.
 - Kemiringan dasar sungai.
 - Arah aliran.
 - Meterial dasar.
 - Alinyemen pilar.
 - Geometri pilar (bentuk, ukuran).
 - Dan lain-lain

Untuk perencanaan jembatan yang aman adalah penting untuk memperkirakan kedalaman penggerusan yang sebenarnya. Karena tidak mungkin menetapkan secara praktis. Dalamnya penggerusan normal sebanding dengan dalamnya Rejim dan ditentukan dengan rumus Rejin Lacey sebagai berikut :

$$d = 0,473 \frac{Q}{f}^{0,333} \quad (16)$$

Keterangan:

d = Kedalaman penggerusan normal dibawah MBT (muka banjir tertinggi) untuk kondisi rejim pada alur yang stabil (m).

Q = Debit rencana (m³/det)

f = Faktor lempung dari lacey yang mewakili keadaan tanah dasar.

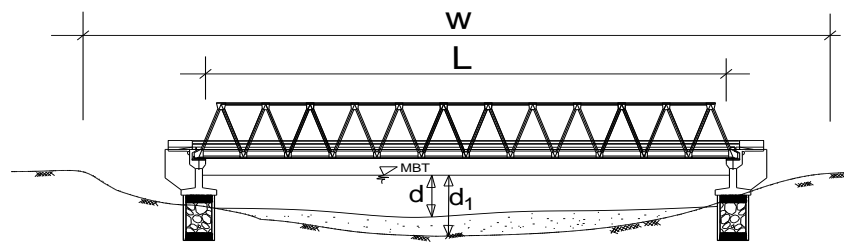
m = Diameter rata-rata material dasar.

Tabel 2 Faktor Lempung dari Lacey

No.	Tipe Material Dasar	Diameter Rata-rata (mm)	Faktor Lempung
1.	Fery fine silty	0,052	0,400
2.	Fine silty	0,120	0,600
3.	Medium silty	0,233	0,850
4.	Stanard silty	0,323	1,000
5.	Medium sand silty	0,505	1,250
6.	Coarse sand	0,725	1,500
7.	Heavy sand	1,290	2,000

Sumber : Analisis Perencanaan Jembatan, 1989

Jika Lebar alur jembatan lebih kecil dari lebar lajim. Maka; Kedalaman penggerusan dibawah jembatan ditentukan dengan rumus berikut:



Gambar 1 Kedalaman Alur Aliran Gerusan Jembatan

$$d_1 = d \frac{W}{L} 0,61 \quad (17)$$

Keterangan:

- W = Lebar lejim
- L = Lebar alur
- d = Dalamnya penggerusan jika $L = W$, ditentukan rumus Rejim lacey
- d_1 = Dalamnya penggerusan jika $L < W$

Dalamnya penggerusan maksimum tidak sama bahkan pada aliran alami (natural) yang lurus. Dalamnya penggerusan maksimum untuk berbagai kondisi aliran bergantung kepada lokasi dalam sungai yang dapat dinyatakan sebagai berikut

Tabel 3 Nilai Kedalaman Penggerusan maks

No.	Kondisi Aliran	Kedalaman Penggerusan Maks
1.	Aliran lurus	1,27 d
2.	Aliran membelok	1,50 d
3.	Aliran membelok tajam	1,75 d
4.	Belokan bersudut lurus	2,00 d
5.	Pada "hidung" pilar	2,10 d

Sumber: Analisis Perencanaan Jembatan, 1989

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Hasil dalam penelitian ini yakni perhitungan dan pembahasan yang berkenaan dengan stabilitas pilar jembatan krueng sakui aceh barat. Analisa perhitungan berdasarkan pada beban-beban yang bekerja, daya dukung tanah, analisa penggerusan, analisa stabilitas sehingga konstruksi abutment, pilar aman dari guling dan geser, penggunaan tulangan yang aman untuk menahan kapasitas dukung tiang, dan penurunan ditahan oleh pondasi sumuran dan tiang pancang.

3.1.1 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jalan Raya (SNI 03-1725-1989), beban yang bekerja harus dikombinasikan agar konstruksi aman dari segala beban yang bekerja.

Kombinasi muatan tersebut terdiri dari:

Kombinasi Untuk Pilar

Kombinasi I	= 964,106 ton
Kombinasi II	= 792,616 ton
Kombinasi III	= 964,106 ton
Kombinasi IV	= 792,616 ton

3.1.2 Pilihan kombinasi

Dari keempat kombinasi muatan untuk abutment dan pilar tersebut yang maksimum adalah kombinasi I dan III untuk abutment sebesar 858,060 ton, dan untuk pilar 964,106 ton. Perhitungan selengkapnya dapat diperlihatkan pada halaman 58 dan 97 perhitungan kombinasi.

3.2 Pembahasan Analisa Stabilitas Konstruksi

Analisa stabilitas konstruksi abutment dan pilar jembatan krueng sakui aceh barat meliputi analisa stabilitas terhadap kemungkinan guling dan geser terhadap konstruksi.

3.2.1 Analisa Stabilitas Pilar Terhadap Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling didapatkan hasil untuk koefisien guling.

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi I} &= M + (M + K) + Ta + Tu \\ &= 0,000 \text{ ton, Tidak Aman dari Guling} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi II} &= M + Ta + Ah + Gg + A + Sr + Tm \\ &= 10,968 \text{ ton, Aman dari Guling} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi III} &= \text{Kombinasi I} + Rm + Gg + A + Sr + Tm + S \\ &= 9,809 \text{ ton, Aman dari Guling} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi IV} &= M + Gh + Tag + Gg + Ahg + Ta \\ &= 19,834 \text{ ton, Aman dari Guling} \end{aligned}$$

Lebih besar dari 1,5 untuk koefisien guling

3.2.2 Analisa Stabilitas Pilar Terhadap Geser

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan tergeser didapatkan hasil untuk koefisien geser.

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi I} &= M + (M + K) + Ta + Tu \\ &= 0,000 \text{ ton, Tidak Aman dari Geser} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi II} &= M + Ta + Ah + Gg + A + Sr + Tm \\ &= 14,524 \text{ ton, Aman dari Geser} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi III} &= \text{Kombinasi I} + Rm + Gg + A + Sr + Tm + S \\ &= 105,534 \text{ ton, Aman dari Geser} \end{aligned}$$

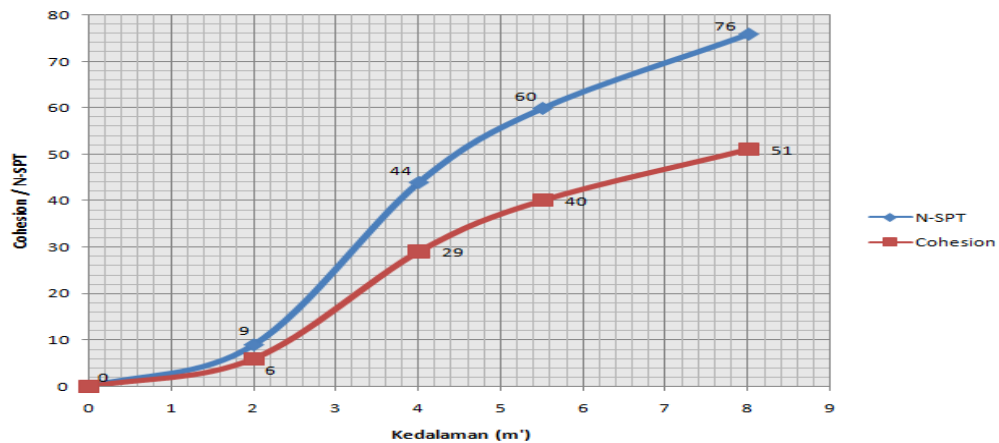
$$\begin{aligned} \text{Kombinasi IV} &= M + Gh + Tag + Gg + Ahg + Ta \\ &= 39,477 \text{ ton, Aman dari Geser} \end{aligned}$$

Lebih besar dari 1,5 untuk koefisien geser yang diizinkan aman

3.2.3 Analisa Daya Dukung Pondasi Sumuran Dan Tiang Pancang

Daya dukung Pondasi Sumuran abutment terhadap struktur yang efisien dan aman dari keruntuhan sebesar 132,17 ton.

Daya dukung Pondasi Tiang pancang pada pilar terhadap struktur yang efisien dan aman dari keruntuhan Sebesar 870,57 ton. dari hasil hubungan antara N-SPT dan Cu, dapat dilihat bahwa nilai penetrasi dari hasil pengujian laboratorium lebih tinggi dari pada nilai Cu. maka struktur bangunan penyangga pilar aman dari keruntuhan, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Hubungan Antara N-SPT dengan Cu

3.2.4 Analisa Pemakaian Tulangan Terhadap Konstruksi

Untuk pemakaian tulangan yang efektif dan efisiensi diperlukan tulangan yang cukup kuat untuk dapat menampung daya dukung tarik dari gelegar maka perlu dipasang tulangan untuk memenuhi syarat konstruksi yakni untuk penulangan abutment dan pilar. Penulangan balok sandung pilar digunakan tulangan pokok ϕ 12-100 mm ($A_s=85.244,75 \text{ mm}^2$), dan tulangan bagi ϕ 10-100 mm ($A_s=17.488,41 \text{ mm}^2$), penulangan balok konsol digunakan tulangan pokok ϕ 25-100 mm ($A_s=115.647,22 \text{ mm}^2$), dan tulangan bagi ϕ 16-100 mm ($A_s=23.938 \text{ mm}^2$), penulangan badan pilar digunakan tulangan pokok ϕ 25-100 mm ($A_s=158.216,39 \text{ mm}^2$), dan tulangan bagi ϕ 16-100 mm ($A_s=32.451,84 \text{ mm}^2$), penulangan plat kaki poer digunakan tulangan pokok ϕ 25-100 mm ($A_s=54.328,73 \text{ mm}^2$), dan tulangan bagi ϕ 20-100 mm ($A_s=12.563,11 \text{ mm}^2$), penulangan tiang pancang digunakan tulangan pokok ϕ 16-100 mm ($A_s=52.015,09 \text{ mm}^2$), dan tulangan bagi ϕ 8-100 mm ($A_s= 10.482,02 \text{ mm}^2$).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa data yang telah dilakukan, maka penulis menyimpulkan beberapa hal yang berdasarkan Barperhitungan tekanan yang terjadi akibat tekanan tanah sebesar 18,253 ton dan gerusan air sungai sebesar 1,776 ton. Hasil analisa stabilitas abutment dan pilar maka diperoleh stabilitas abutment $FS > 2$ aman dari guling dan $FS > 1,5$ aman dari geser begitu juga Pilar $FS > 2$ aman dari guling dan $FS > 1,5$ aman dari geser. Dari hasil analisa perhitungan pondasi sumuran daya dukung pondasi yang dapat menahan beban sebesar 132,17 ton, dan daya dukung pondasi tiang pancang yang dapat menahan beban sebesar 870,57 ton, serta perencanaan penulangan abutment dan pilar yang aman digunakan untuk perencanaan jembatan, maka dapat disimpulkan bahwa struktur Jembatan Krueng Sakui Aceh Barat aman dari guling, geser, eksentrisitas dan penggerusan sungai.

4.2 Saran

Saran bagi mahasiswa yang ingin meneliti lebih lanjut, maka diharapkan agar dapat menghitung penuh jembatan, dengan adanya perhitungan terhadap konstruksi jembatan secara keseluruhan membuat perencanaan yang lebih aman dari keruntuhan, karena dalam konstruksi sipil terdapat suatu prinsip yaitu boleh rusak tapi tidak boleh runtuh. Merencanakan struktur bawah jembatan agar tidak runtuh akibat longsor, akibat penggerusan, dan akibat gempa bumi, dengan menghitung stabilitas lereng.

Ucapan Terima Kasih

Kepada Dosen Saya Yang Sangat Berjasa, Bapak Dr. Ing Sofyan, ST., MT dan Bapak Prof. Dr. Ir. Wesli, MT atas kesediaan untuk meluangkan waktu bimbingan dan berbagi ilmu dengan saya. Yang telah banyak memberi masukan yang bermanfaat untuk saya....

Daftar Kepustakaan

- Barokah, Ichsanul, and Didik Purwantoro. "Pengaruh Variasi Debit Aliran Terhadap Gerusan Maksimal Di Bangunan Jembatan Dengan Menggunakan Program HEC-RAS." *INERSIA Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur* 10, no. 2 (2014). <http://journal.uny.ac.id/index.php/inersia/article/viewFile/9965/7862>.
- Bura, Rikardus Liat, I. Wayan Wiraga, and I. Jaya. "Analisis Stabilitas Eksternal Abutment Pada Jembatan Penatih." PhD Thesis, Politeknik Negeri Bali, 2023. <http://repository.pnb.ac.id/10150/>.
- Fajriyah, Siti Amalia, and Eka Wardhani. "Analisis Hidrologi Untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan Di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor." *Jurnal Serambi Engineering* 5, no. 2 (2020). <http://www.ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/1917..>
- . "Analisis Data Hidrologi Sungai Air Bengkulu Menggunakan Metode Statistik." *Inersia: Jurnal Teknik Sipil* 9, no. 1 (2017): 47–58.
- Imelda, Hannifa Tri. "ANALISA HIDROLOGI PEKERJAAN PEMBANGUNAN KANAL BANJIR TANGGIDAA." PhD Thesis, Politeknik Negeri manado, 2022. <https://repository.polimdo.ac.id/3107/>.
- Indonesia, Standar Nasional, and Badan Standardisasi Nasional. "Pembebanan Untuk Jembatan." *SNI 1725* (2016): 2016.
- Irigasi, Dirjen. "Standar Perencanaan Irigasi." *Bandung: PT. Galang Persada*, 1986. https://www.academia.edu/download/61270687/KP_01_-_Jaringan_Irigasi20191119-1410-4mu3qd.pdf.
- Lapis, Julfrenly Onding, Sjachrul Balamba, Oktovian BA Sompie, and Alva N. Sarajar. "Analisis Kestabilan Pondasi Jembatan Studi Kasus: Jembatan Essang-Lalue." *Jurnal Sipil Statik* 1, no. 11 (2013).

Maizuar, Lihai Zhang, Russell Thompson, Herman Fithra, 2017, Life-Cycle Performance of A Bridge Subjected To Multiple Heavy Vehicle Impacts, Emerald Reach Proceedings Series Vol. 1, PP 13-18

Study: Bandar Agung-Lawang Agung Bridge, Empa Lawang, South Sumatra),” 2022. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/40793>.

Ramadani, M. Mukhlisin Noor. “Analisa Debit Air Menggunakan Metode Log Person Type Iii Dan Metode Gumbel Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) Di Sub Das Martapura.” *Jurnal Rekayasa Sipil* 1, no. 2 (2018): 270056.

ISO 9001: 2015 Pada Kinerja Karyawan Konstruksi.” In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 1:372–79, 2019.

Jurnal Media Teknik 11, no. 2 (2014). <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/teknik/article/view/2803>.

Syarifudin, Achmad. *Hidrologi Terapan*. Penerbit Andi, 2017.