

Perhitungan Abutment Dan Fondasi Jembatan Ake Samo Pada Ruas Jalan Saketa-Dehepodo Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara

Muhammad Zulham Fataruba¹, Hamkah², Juvrianto Chrissunday Jakob³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Muhammad Zulham Fataruba

E-mail: zulhamfataruba25@gmail.com

Abstrak

Di ruas jalan Saketa-Dehepodo terdapat lintasan sungai yang menyebabkan jalan terputus antara Desa Samat dan Desa Samo karena adanya sungai yang membelah/memisahkan kedua desa tersebut. Oleh karena itu di perlukan pembangunan jembatan karena merupakan salah satu jalan penunjang agar dapat memperlancar aktivitas masyarakat setempat khususnya transportasi yang menghubungkan dua desa berbatasan di pulau Halmahera, yaitu Desa Samat dan Desa Samo pada kedua kawassan tersebut. Tujuan penelitian mendimensi control kekuatan stabilitas pada abutment jembatan Ake Samo dan menganalisis besar dimensi, banyaknya tiang, dan mengetahui desain penulangan pada pilecap pondasi. Metode perhitungan menggunakan metode kuantitatif dan berdasarkan SNI 1725-2016 dan SNI 2833-2016. Abutment direncanakan memiliki tinggi 7,000 m dengan pile cap berukuran 4,000 m x 8,500 m dan ketebalan pile cap 0,800 m. Pada pembesian pile cap digunakan tulangan lentur arah x dengan D25-200 ($A_s = 20851.56 \text{ mm}^2$), tulangan lentur arah y dengan D25-200 ($A_s = 9812.5 \text{ mm}^2$), dan tanpa menggunakan tulangan geser satu arah. Berdasarkan perhitungan pondasi, kedalaman tiang direncanakan dengan kedalaman 20,000 meter dengan jumlah tiang 21 tiang dengan diameter 0,40 meter dan dimana, daya dukungnya di peroleh sebesar 34,491 ton/tiang tunggal. Dari data hasil uji sondir pada kedalaman 16 m hingga 22 m memiliki nilai q_c 250 kg/cm yang dimana jenis tanah ialah tanah keras. Dalam kondisi tanah seperti ini kondisi tanah termasuk kuat dan untuk penurunan dianggap tidak terjadi atau nilai penurunan sangat kecil.

Kata kunci - Jembatan, Abutment, Fondasi

Abstract

On the Saketa-Dehepodo road section there is a river crossing which caused the road to be cut off between Samat Village and Samo Village because of the river that divides/separates the two villages. Therefore, it is necessary to build a bridge because it is one of the supporting roads so that it can facilitate the activities of the local community, especially transportation that connects 2 adjacent villages on Halmahera island, namely between Samat Village and Samo Village in the two areas. The purpose of this research is to measure the stability strength control dimensions on the abutments of the Ake Samo bridge and to analyze the dimensions, the number of piles, and to find out the design of the reinforcement in the foundation pile caps. The calculation method uses a quantitative method and is based on SNI 1725-2016 and SNI 2833-2016. The abutment is planned to have a height of 7,000 m with a pile cap measuring 4,000 m x 8,500 m a pile cap thickness of 0,800 m. For pile cap reinforcement, flexural reinforcement in the x direction is used with D25-200 ($A_s = 20851.56 \text{ mm}^2$), and without using one-way shear reinforcement. Based on the foundation calculations, the planned pile depth is 20,000 meters with a total of 21 piles with a diameters of 0,40 meters and where, the carrying capacity is obtained at 34,491 tons/single pile. From the soil type hard soil. Under these soil conditions the soil conditions are strong and settlement is considered not to have occurred or the settlement value is very small.

Keywords - Bridges, Abutment, Foundations

PENDAHULUAN

Desa Samat adalah salah satu desa yang berada pada ruas jalan Saketa-Dehepodo, yang merupakan status jalan provinsi di wilayah Kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara. Di ruas jalan ini terdapat lintasan sungai yang menyebabkan jalan terputus antara Desa Samat dan Desa Samo karena adanya sungai yang membelah/memisahkan kedua desa tersebut. Oleh karena itu di perlukan pembangunan jembatan karena merupakan salah satu jalan penunjang agar dapat memperlancar aktivitas masyarakat setempat khususnya transportasi yang menghubungkan 2 desa berbatan di pulau Halmahera, yaitu antara Desa Samat dengan Desa Samo pada kedua kawasan tersebut.

Pembangunan di Maluku Utara dengan karakteristik kepulauan membutuhkan penanganan yang berbeda karena dibutuhkan biaya besar terkait pembangunan infrastruktur penunjang seperti transportasi, energy, dan komunikasi. Pertumbuhan ekonomi Maluku Utara cukup tinggi walaupun distribusi pendapatannya kurang merata di seluruh kabupaten atau kota dengan produk Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita tertinnggi dan PDRB perkapita terendah. Pusat pertumbuhan wilayah banyak ditentukan berdasarkan potensi yang dimilikinya. Peningkatan infrastruktur dan ketersediaan sarana mampu mendukung percepatan pembangunan.

Infrastruktur memegang peranan penting sebagai salah satu roda penggerak pertumbuhan ekonomi dan pembanguna. Keberadaan infrastruktur yang memadai sangat diperlukan seperti halnya infrastuktur jalan raya maka konstruksi jembatan harus direncanakan sesuai dengan tuntutan transportasi, baik dari segi kecepatan, kenyamanan, maupun keamanan.

Secara swakelola Dinas PUPR Provinsi Maluku Utara memprogramkan dana Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD 2019) Tingkat I untuk kegiatan survey topografi dan penyelidikan tanah, namun kelanjutan program pembangunan jembatan Ake Samo yang diharapkan selesai pada tahun 2021 belum selesai hingga perencanaan teknis. Hal ini disebabkan oleh dana alokasi khusus (DAK 2020 dan 2021) yang diharapkan, tidak kunjung tralokasi karena terkendala dengan pandemic Covid-19.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang digunakan untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Menurut Asiyanto (2008) dalam bukunya yang berjudul "*Metode Konstruksi Jembatan Beton*", secara umum fungsi jembatan apapun sama, yaitu bangunan yang menghubungkan secara fisik untuk keperluan pelayanan transportasi dari tempat ujung satu ke ujung yang lainnya, yang terhalang komdisi atau bangunan lain.

Bagian Konstruksi Pada Jembatan

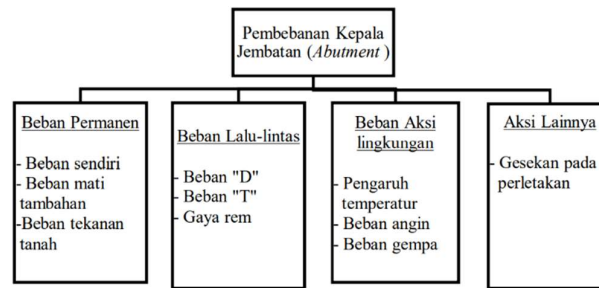
Secara Umum Konstruksi jembatan memiliki dua bagian yaitu bangunan atas (*Upper Structure*) dan bangunan bawah (*Sub Structure*). Bangunan atas dan adalah konstruksi yang berhubungan langsung dengan beban lalu lintas yang bekerja. Sedangkan bangunan bawah adalah konstruksi yang menerima beban-beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke lapisan pendukung (tanag keras) dibawahnya.

Pembebanan jembatan

Dalam menganalisi jembatan menggunakan SNI 1725:2016 pembebanan untuk jembatan. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi-aksi lainnya yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk pejalan kaki dan bangunan-bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan.

Pembebanan Abutment

Berdasarkan pedoman perencanaan pembebanan jembatan jalan raya SNI 1725:2016 beban beban yang bekerja pada abutment antara lain :



Gambar 1.
Pembebanan Pada jembatan

Perhitungan Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Abutment

Aksi Lingkungan pada abutment

Tekanan Angin Horizontal

$$V_{DZ} = 2.5 V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

$$PD = PB \times \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right)^2$$

Beban Gempa EQ

Inersia Penampang *Breast Wall* I_c

$$I_c = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$\text{Nilai Kekakuan } K_p = 3 \times E_c \times \frac{I_c}{h b w^3}$$

Waktu Getar Alami Struktur

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{WTP}{g \times k_p}}$$

Koefesien Gempa Elastic (Csm)

$$C_{sm} = (SDS - A_s) \frac{T}{T_o} + A_s$$

Gaya gempa akibat bangunan atas

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\theta}{2} \right)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\theta}{2} \right)$$

$$P_{a1} = K_a \cdot q \cdot h_1 \cdot b$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_1 \cdot h_1^2 \cdot b$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_1 \cdot h_1^2 \cdot b$$

Besarnya Modifikasi Respon R

$$EQ_y = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t$$

Hitungan Berat Sendiri Abutment

$$\text{Arah } X = \frac{\sum V_x}{\sum V}$$

$$\text{Arah } Y = \frac{\sum V_y}{\sum V}$$

Koefesien tekanan tanah aktif (K_a)

$$K_a = \frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta}$$

Koefesien tekanan tanah pasif (K_p)

$$K_p = \frac{1}{K_a}$$

Letak titik berat tekanan tanah abutment

$$\frac{\sum H_y}{\sum H}$$

Gaya gempa pada abutment (EQ_{A1})

$$\frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t$$

Tekanan tanah aktif gaya gempa (EQ_T)

$$K_T = \frac{\cos_2(\theta - \theta \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \times \cos(\delta + \theta + \beta)} \times \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \theta) \sin(\theta - \theta - i)}{\cos(\delta + \theta + \beta) \cos(i - \beta)}} \right)^{-2}$$

$$E_{AE1} = \frac{1}{2} \times \gamma_{dry} \times H^2 \times (1 - K_v) \times K_T$$

$$E_{AE2} = \frac{1}{2} \times \gamma_{sat} \times H^2 \times (1 - K_v) \times K_T$$

Gaya gempa akibat beban tanah urug

$$Q_{un} = c \times N_c \times (1 + 0.3 \frac{B}{L}) + P_o \times (N_q - 1) + 0.5 \times \gamma' \times B \times N_\gamma \times (1 + 0.3 \frac{B}{L})$$

Penulangan abutment

Batas-batas penulangan abutment menggunakan rumus yang sama seperti penulangan di bawah ini :

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

$$Q_{bln} = \left(\frac{0.85 \cdot \beta_1 \cdot f'_{rc}}{f_y} \right) \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$Q_{max} = 0.75 \times Q_{bln}$$

$$Q_{min} = \frac{1.4}{f_y \times \frac{1.4}{f_y}}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f'_{rc}}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

Luas tulangan :

$$A_s = \rho \times b \times d$$

Kontrol momen kapasitas terhadap momen ultimit

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_{rc} \times b}$$

$$M_n = A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Kontrol tulangan geser

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_{rc}} \times b \times d$$

$$S = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_s}$$

Jarak sengkang maksimum tulangan geser :

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$V_{Sada} = \frac{A_s v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di desa Samat yang berada pada ruas jalan Saketa-Dehepodo yang merupakan status jalan Provinsi di wilayah kabupaten Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara.

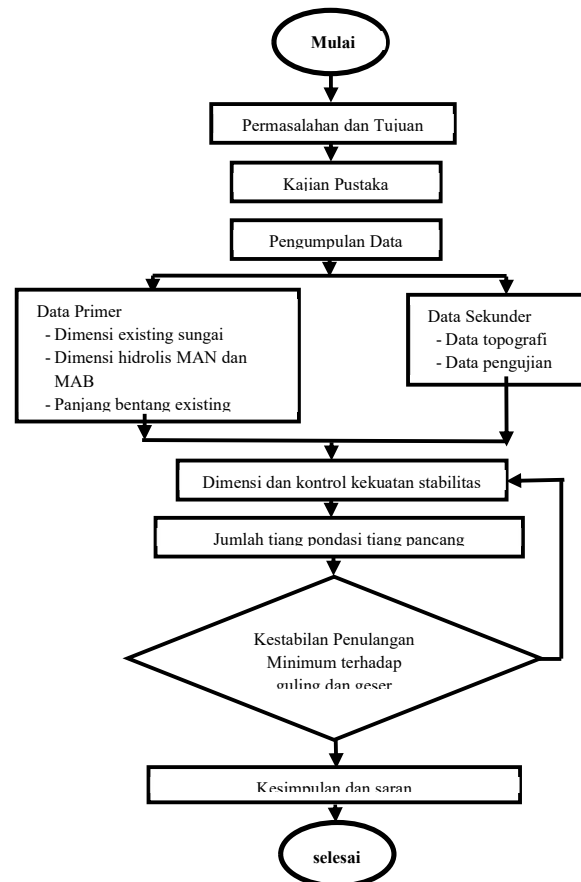


Gambar 2.

Peta Lokasi Penelitian

Metode Analisa

Dalam Penulisan ini penulis menggunakan metode kuantitatif. Setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan data dan analisa terhadap hasil pengolahan data berdasarkan SNI 1725-2016 dan SNI 2833-2016.

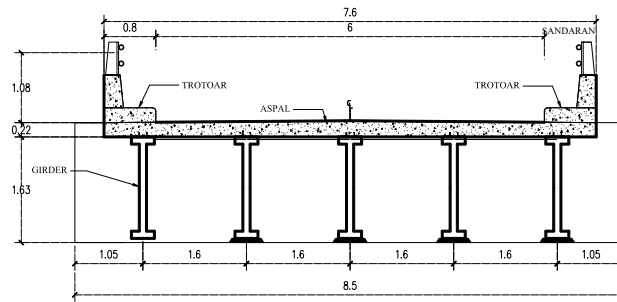


Gambar 3.
Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

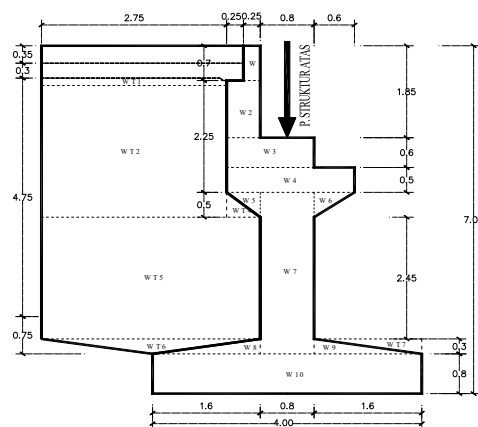
Data Struktur Atas Jembatan

Kelas Jembatan	= Kelas 1
Panjang total jembatan	=30 m
Jumlah bentang	= 1 bh
Lebar total jembatan	= 8,5 m
Lebar lantai kendaraan	= 6 m
Tinggi gelagar panjang	= 1,58 m
Jarak antar gelagar	= 1,60 m
Lebar trotoar	= 0,80 m
Tebal trotoar	= 0,20 m
Jumlah gelagar	= 5 bh
Tebal lapisan aspal	= 0,05 m
Tinggi sandaran	= 0,5 m



Gambar 4.
Penampang Melintang Jembatan

Data Struktur Bawah Jembatan



Gambar 5.
Dimensi dan Bagian-bagian Abutment

Lebar abutment arah x = 4 m
 Lebar abutment arah Y = 8,5 m
 Tinggi abutment = 7 m
 Berat jenis beton = 2,5 kN/m³
 Kuat tekan beton (f'_c) = 30 Mpa
 Tegangan leleh baja (f_y) = 400 Mpa
 Jenis abutment = Abutment tipe T terbalik
 Tipe fondasi = fondasi dalam
 Jenis fondasi = fondasi tiang pancang

Pembebanan Struktur Bawah Abutment

Abutment yang akan direncanakan dengan data-data sebagai berikut:

Tinggi abutment = 7.000 m
 Lebar dasar abutment = 4.000 m
 Panjang abutment = 8.500 m

Abutment menggunakan beton dengan berat jenis 2,5ton/m³

Gaya-gaya yang bekerja pada abutment diuraikan sebagai berikut:

Gaya Vertikal

Beban mati dan beban hidup dari struktur atas (R)

Beban akibat plat injak (W_{P1})

Berat sendiri abutment (W)
 Berat akibat tanah urug (W_T)
 Gaya upflit (U)
 Gaya Horizontal
 Beban gempa dari struktur atas (EQ)
 Beban gempa pada abutment (EQ_A)
 Beban gempa akibat tekanan tanah (EQ_T)
 Beban angin (EW)
 Beban rem (TB)
 Beban akibat gesekan perletakan (BF)
 Tekanan tanah aktif (Pa)
 Tekanan tanah pasif (P)

Perhitungan Berat Sendiri Abutment (W)

Tabel 1.
 Perhitungan Gaya Akibat Beban sendiri (W)

Notasi	Uraian	Berat	Lengan		Momen	
		V (ton)	X(m)	Y(m)	V.X (tm)	V.Y(tm)
W1	0.175 x 2,50	0.438	2.525	0.350	1.105	0.153
W2	0.575 x 2.50	1.438	2.650	1.275	3.809	1.833
W3	0.78 x 2.50	1.950	2.250	2.150	4.388	4.193
W4	0.95 x 2.50	2.375	1.950	2.700	4.631	6.413
W5	0.125 x 2.50	0.313	2.507	3.069	0.783	0.959
W6	0.15 x 2.50	0.375	1.411	3.069	0.529	1.151
W7	2.60 x 2.50	6.500	2.000	4.675	13.000	30.388
W8	0.24 x 2.50	0.600	2.642	6.117	1.585	3.670
W9	0.24 x 2.50	0.600	1.467	6.117	0.880	3.670
W10	3.2 x 2.50	8.000	2.000	6.600	16.000	52.800
		22.588			46.711	105.218

Sumber : Hasil perhitungan berat sendiri abutment

Jarak dari titik 0 terhadap pusat geometric

$$\text{Arah X} = \frac{\sum VX}{\sum V} = \frac{46.711}{22.588} = 2.068 \text{ m}$$

$$\text{Arah Y} = \frac{\sum VY}{\sum V} = \frac{105.218}{22.588} = 4.658 \text{ m}$$

Perhitungan gaya gempa pada struktur bawah abutment

Gaya gempa pada abutment (EQ_{A1})

$$\begin{aligned} EQ_A &= \frac{csm}{R_d} \times W_t \\ &= \frac{0.377}{1.50} \times W_t \\ &= 0.252 W_t \end{aligned}$$

Keterangan:

W_t : berat yang mempengaruhi percepatan gempa
 R_d : factor modifikasi respons. Dari table 6-faktor modifikasi respon $\otimes$ untuk bangunan bawah pada SNI 2833:2016 diambil nilai 1.50 yang termasuk pada kategori sangat penting.
 Csm : koefisien respons elastic

Tabel 2.
Perhitungan akibat gaya gempa pada abutment (EQA)

Notasi	Uraian	Berat (H)	Y	H.Y
		(ton)	(m)	(tm)
EQA1	0.438	0.110	0.325	0.036
EQA2	1.438	0.362	1.275	0.462
EQA3	1.950	0.491	2.150	1.057
EQA4	2.375	0.599	2.700	1.616
EQA5	0.313	0.079	3.069	0.242
EQA6	0.375	0.095	3.069	0.290
EQA7	6.500	1.638	4.675	7.658
EQA8	0.600	0.151	6.117	0.925
EQA9	0.600	0.151	6.117	0.925
EQA10	8.000	2.016	6.600	13.306
		5.692		26.515

Sumber : Hasil Perhitungan akibat gaya gempa pada abutment

Letak titik berat gaya gempa pada abutment sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Arah Y} &= \frac{\sum HY}{\sum H} \\ &= \frac{26.515}{5.692} = 4.658 \text{ m} \end{aligned}$$

Tekanan tanah aktif gaya gempa (EQ_T)

$$K_T = \frac{\cos_2(\theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \times \cos(\delta + \theta + \beta)} \times \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \theta) \times \sin(\theta - \beta)}{\cos(\delta + \theta + \beta) \times \cos(\theta - \beta)}} \right)^{-2}$$

Keterangan:

θ = sudut geser internal (35°)

K_h = koefesien percepatan horizontal, $K_h = \frac{1}{2} \cdot A_s$

K_v = Koefesien percepatan vertical (0°)

δ = sudut geser antara tanah dengan abutment (35°)

i = sudut kemiringan timbunan (0°)

β = kemiringan dinding abutment terhadap bidang vertical (0°)

θ = $\arctan \frac{K_h}{1 - K_v}$

A_s = 0,349 didapat dari (Situs Desain Spectra Indonesia) kelas situs tanah

Maka dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_h &= \frac{1}{2} \times A_s \\ &= 0.174 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan \frac{K_h}{1 - K_v} \\ &= \arctan \frac{0.174}{1 - 0} \\ &= 9.871^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_T &= \frac{\cos_2(\theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \times \cos(\delta + \theta + \beta)} \times \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \theta) \times \sin(\theta - \beta)}{\cos(\delta + \theta + \beta) \times \cos(\theta - \beta)}} \right)^{-2} \\ &= \frac{\cos^2(35 - 9.871 - 0)}{\cos 9.871 \cos^2 0 \times \cos(35 + 9.871 + 0)} \times \\ &\quad \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(35 + 35) \times \sin(35 - 9.871 - 0)}{\cos(35 + 9.871 + 0) \times \cos(0 - 0)}} \right)^{-2} \\ &= 0.383 \end{aligned}$$

$$E_{AEI} = \frac{1}{2} \times \gamma_{dry} \times H^2 \times (1 - K_v) \times K_T$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times 1.290 \times 2.80^2 (1-0) \times 0.383 \\
 &= 1,937 \text{ t/m} \\
 E_{AE2} &= \frac{1}{2} \times \gamma_{\text{sat}} \times H^2 \times (1-K_v) \times K_T \\
 &= \frac{1}{2} \times 1.8 \text{ t/m}^3 \times 3.55^2 \times (1-0) \times 0.383 \\
 &= 4.344 \\
 E_{AE} &= E_{AE1} + E_{AE2} \\
 &= 6.281 \\
 \text{Tanah yang menekan abutment per meter lebar maka :} \\
 E_{AE} &= 6.281 \text{ t/m} \times 1.00 \text{ m} \\
 &= 6.281 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Fondasi Tiang pancang

Data Bahan

Jenis tiang pancang beton bertulang tampang lingkaran

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tiang pancang (D)} &= 0,40 \text{ m} \\
 \text{Panjang tiang pancang (L)} &= 20,00 \text{ m} \\
 \text{Kuat tekan beton tiang pancang (f}_c\text{)} &= 30 \text{ Mpa} \\
 \text{Berat beton bertulang} &= 2,4/ \text{ kN}^3
 \end{aligned}$$

Tahanan Aksial Tiang Pancang

Berdasarkan kekuatan bahan

Luas penampang

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 40^2 \\
 &= 0,1256 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Berat tiang pancang

$$\begin{aligned}
 W_p &= A \times L \times W_c \\
 &= 0,1256 \times 20.00 \times 24 \\
 &= 60,288 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$f_c = 30 \text{ Mpa} = 30000 \text{ kPa}$$

Kapasitas dukung tiang pancang

$$\begin{aligned}
 P_n &= 0,30 \times f_c \times A - 1,2 \times W_p \\
 &= 0,30 \times 30000 \times 0,1256 - 1,2 \times 60,288 \\
 &= 1058,054 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Faktor reduksi kekuatan

$$\phi = 0.80$$

Tahanan aksial tiang pancang

$$\begin{aligned}
 \phi \times P_n \\
 &= 0,80 \times 1058,054 \\
 &= 634,832
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Hasil Uji Sondir (Bagemann)

Tahanan Ujung

Tahanan ujung nominal dihitung dengan rumus:

$$P_b = w \times A_b \times q_c$$

Keterangan:

$$W = \text{faktor nilai tahanan ujung nominal tiang}$$

A_b = luas ujung bawah tiang (m²)
 q_c = tahanan penetrasi kerucut statis yang merupakan nilai rata-rata dihitung dari 8D di dasar tiang sampai 4D dibawah dsar tiang
 D = 40 cm

Luas tampang tiang pancang

$$\begin{aligned} A_b &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 40^2 \\ &= 0.127 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tahanan penetrasi kerucut statis rata-rata dari 8D di atas dasar s.d 4D dibawah dasar tiang pancang.

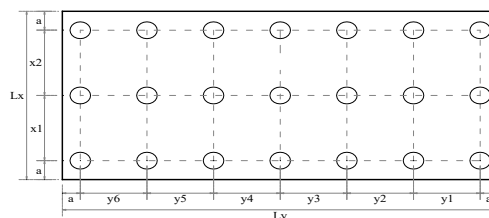
$$\begin{aligned} 8D &= 8 \times 0,40 \\ &= 3,2 \\ &= 20 - 3.2 \\ &= 16,800 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4D &= 4 \times 0,40 \\ &= 1,6 \\ &= 20 + 1,6 \\ &= 21,600 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_c = 8D &= \text{diambil nilai } q_c \text{ rata-rata pada kedalaman 5 m ke atas} \\ &= 50+50+50+50+50+50+50+50 \\ &= 50 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

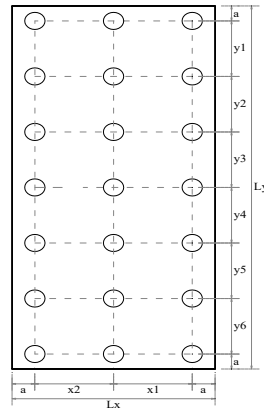
$$\begin{aligned} 4D &= \text{diambil nilai } q_c \text{ rata-rata pada kedalaman 5 m ke bawah} \\ &= 52,5 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_c \text{ rata-rata} &= 51,25 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 51250 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 6.
Susunan tiang pancang arah x

$$\begin{aligned} \text{Lebar pile cap arah x} \\ L_x &= x_1 + x_2 + (2 \times a) \\ &= 1,55 + 1,55 + (2 \times 0,45) \\ &= 4.00 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 7.
Susunan tiang pancang arah y

Lebar pile cap arah y

$$\begin{aligned} L_y &= y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + (2 \times a) \\ &= 1,3 + 1,3 + 1,3 + 1,3 + 1,3 + (2 \times 0,35) \\ &= 8,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Kapasitas ijin kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q_g &= 2D (B+L) c_u + 1,3 c_b N_c BL \\ &= 2 \times 20 (4+8,5) \times 45,80 + 1,3 \times 45,80 \times 9 \times 4 \times 8,5 \\ &= 41119,24 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas ijin kelompok tiang} &= 41119,24/3 \\ &= 13706,413 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kapasitas ijin didasarkan pada tiang tunggal

$$C_u = 45,80 \quad ad = 0,98$$

$$\begin{aligned} Q_s &= ad C_u A_s \\ &= 0,98 \times 45,80 \times \pi \times 0,3 \times 20 \\ &= 845,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_b &= A_b C_u N_c \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,3^2 \times 45,80 \times 9 \\ &= 29,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$Q_u = Q_s = 845,6 \text{ kN}$$

Dengan F = 2,5

Kapasitas tiang tunggal

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_u/2,5 \\ &= 845,6/2,5 \\ &= 338,24 \text{ kN} \\ &= 34,491 \text{ ton} \end{aligned}$$

Efisiensi

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \theta \frac{(n-1)x m + (m-1)x n}{90 (m \times n)} \\ &= 1 - (14) \frac{(3-1)x 7 + (7-1)x 3}{90 \times 7 \times 3} \\ &= 0,7629 \end{aligned}$$

Kapasitas kelompok tiang ijin

$$\begin{aligned} &= E_g n Q_a \\ &= 0,7629 \times 21 \times 338,24 = 5418,909 \text{ kN} \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan maka diperoleh kesimpulan yaitu Abutment direncanakan memiliki tinggi 7,000 m dengan pile cap berukuran 4,000 x 8,500 m dan ketebalan pile cap 0,800 m. pada pembesian pile cap digunakan tulangan lentur arah x dengan D25-150 ($A_s = 27802.083 \text{ mm}^2$), tulangan lentur arah y dengan D25-200 ($A_s = 9817,48 \text{ mm}^2$), dan tanpa menggunakan tulangan geser satu arah. Berdasarkan perhitungan pondasi, kedalaman tiang direncanakan dengan kedalaman 20,000 m dengan jumlah tiang 21 tiang dengan diameter 0,40 meter dan dimana, daya dukungnya diperoleh sebesar 16 m hingga 22 m memiliki nilai qc 250 kg/cm yang dimana jenis tanah ialah tanah keras. Dalam kondisi tanah seperti ini kondisi tanah termasuk kuat dan untuk penurunan dianggap tidak terjadi atau nilai penurunan sangat kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2022. Jenis-jenis jembatan. Wikipededia. Diakses 5 januari 2022, pukul 7.00 WIT
<http://id.m.wikipedia.org/wiki/jembata>
- Anonim, 2014. UU Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. JDIH BPK RI. Diakses 5 januari 2022 pukul 7.00 WIT. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/40785/uu-no-38-tahun-2004>.
- Anonim, 2022, Desain Spektra Indonesia diakses 21 oktober 2022, pukul 19.45 WIT, <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2010/>
- Anonim, 2022, Kriteria Pembebanan dan dan pembebanan jembatan.
- Anonim, 2015 Seri Analisis Pembangunan Wilayah Provinsi Maluku Utara.
- Asiyanto, 2008, Metode Konstruksi Jembatan beton, UI Press.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2016, SNI 2833:2016, Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk jembatan.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2016,, SNI 1725:2016, Pembebanan untuk jembatan.
- Hardiyatmo C.H, 2022, Analisis dan Perancangan Fondasi 2, Gamapress, Yogyakarta.
- Hartanto T, Kurnoawan M.A, 2018, Perhitungan Struktur dan Volume Bangunan Abutment jembatan Beton Bertulang (Studi Kasus Jembatan Beton Bertulang di Desa Jolosutro Blitar, Jurnal Qua Teknika, Vol 8. No. 1, Fakultas Teknik, Universitas Islam Blitar.
- Muhammad. F.I, 2019. Analisis Struktur Jembatan Sei Kampung Tengah Kecamatan Pelayangan Kots Jsmbi, Tugas Akhir, Fakultas teknik Universitas Batanghari, Jambi.
- Fitriyani N, 2021. Perencanaan Abutment dan Pondasi Tiang Pancang pada pembangunan Jembatan PCI Girder Jalan Tol Pandaan-Malang Sekki V (STA 35+900 Pakis Kabupaten Malang), Skripsi, UNiversitas Muhammdiyah Malang.
- Santosa A, Priskasari E. Wilis L.W. 2020, Studi Alternatif Perencanaan Abutment dan Pondasi Bored Pile Pda Jembatan Sambirejo STA 163+144 Tol Solo-Kertosono Fase 1. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Malang.
- Satyarno I, 2003. Analisis Struktur Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.