



Analisis Pengaruh Review Design Terhadap Daya Dukung Fondasi Jembatan Wai Samaa/Pana Kabupaten Seram Bagian Barat

Alen Stevanio Solaiman¹, Elisabeth Talakua², Sjafrudin Latar³, Hamkah⁴

¹ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

² Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

³ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

⁴ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

alenstevaniosolaiman@gmail.com

Abstrak

Pembangunan Jembatan Wai Samaa/Pana di Kabupaten Seram Bagian Barat, jenis fondasi yang dipakai adalah fondasi tiang pancang, namun pada saat proses pengerjaan yaitu pemancangan terdapat kendala dan permasalahan di lapangan sehingga dilakukan review design fondasi dengan mengganti jenis fondasi disalah satu abutmen dengan fondasi sumuran. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung berapa besar daya dukung dan penurunan yang terjadi pada fondasi tiang pancang dan fondasi sumuran akibat adanya review design serta mendapatkan hubungan antara review design dengan daya dukung fondasi, metode yang digunakan untuk menganalisis daya dukung serta penurunan pada fondasi tiang pancang dan fondasi sumuran adalah metode Meyerhof. Dari hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang pancang tunggal diperoleh hasil 58,341 ton, daya dukung fondasi tiang pancang kelompok diperoleh hasil 845,838 Ton, penurunan tiang pancang tunggal diperoleh hasil 4,86 mm, penurunan tiang pancang kelompok diperoleh hasil 0,004 mm dan perhitungan daya dukung fondasi sumuran 470,73 ton, penurunan fondasi sumuran diperoleh hasil 0,513 cm. Hubungan antara review design dengan daya dukung fondasi yaitu, sebelum adanya review design daya dukung fondasi sebesar 845,838 ton untuk fondasi tiang pancang, setelah adanya review design menjadi fondasi sumuran daya dukung fondasi mengalami penurunan menjadi 470,73 ton, namun tetap dinyatakan aman

Kata kunci: Tiang Pancang, Sumuran, Daya Dukung, Penurunan, Meyerhof.

1. Pendahuluan

Penggantian Jembatan Wai Samaa/Pana merupakan pengadaan strategis dari Kementerian PUPR tahun 2021-2022 yang terletak di pulau Seram kabupaten Seram Bagian Barat provinsi Maluku. Panjang bentang jembatan adalah 50 meter dan lebar 11 meter. Pada saat pelaksanaan dan dalam proses pengerjaan fondasi jembatan yaitu pemancangan, dimana rencana kedalaman tiang pancang yang tertanam adalah 14 meter untuk kedua abutmen, setelah dilakukan pemancangan pada abutmen dua arah Taniwel selesai dan dilanjutkan pada abutmen satu arah Piru terdapat sebuah masalah dimana pada saat pemancangan tiang pancang tidak dapat masuk kedalam tanah lagi kedalaman 4 meter dimana kedalam tersebut tidak memenuhi ketentuan untuk kedalaman tiang pancang tertanam, akhirnya dilakukan penggalian dengan menggunakan alat berat jenis exavator untuk mengetahui lapisan tanah dilokasi fondasi tersebut dan setelah digali kedalaman 4 meter ditemukan lapisan batu keras yang cukup tebal yang menjadi penyebab tidak masuknya tiang pancang kedalam tanah, dari masalah tersebut akhirnya dilakukan review design pada fondasi jembatan di abutmen satu dengan mengganti jenis fondasi menjadi fondasi sumuran.

Salah satu bagian penting dari jembatan adalah fondasi, khususnya untuk jembatan digunakan jenis fondasi dalam dan juga dangkal seperti fondasi tiang pancang, fondasi tiang bor dan fondasi sumuran. Setelah karakteristik tanah dilokasi, struktur bangunan serta beban yang akan ditumpu fondasi jembatan telah diketahui, maka penyusun mencoba untuk mempelajari dan menganalisa kapasitas dukung dan penurunan yang terjadi pada fondasi tiang pancang dan fondasi sumuran dengan data N-SPT menggunakan metode Meyerhof.

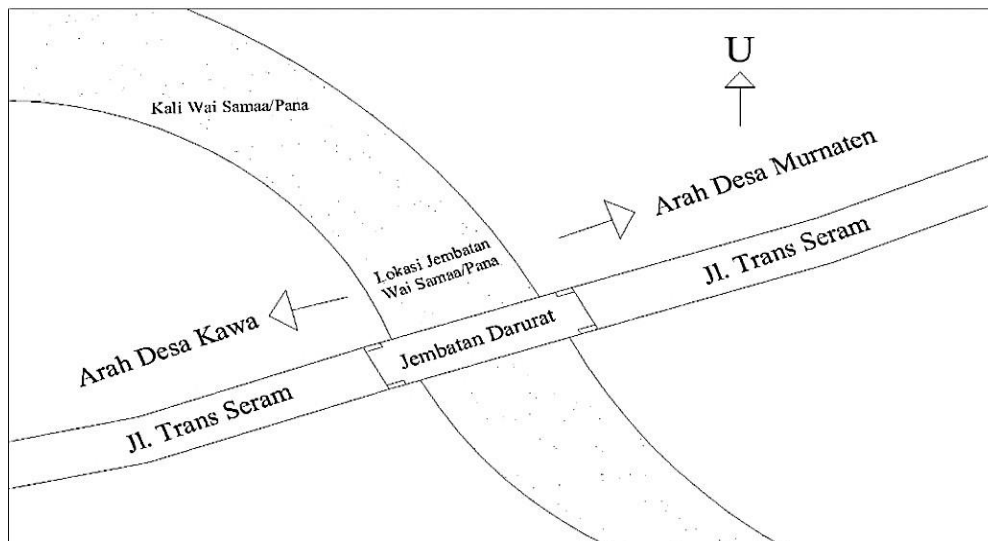
Trinanda (2021) dalam penelitiannya terhadap daya dukung pondasi sumuran pada gedung-X kota Bukit Tinggi, menemukan adanya perbedaan nilai daya dukung ijin pada metode Terzaghi dan metode Meyerhof karena penambahan koefisien-koefisien pada masing-masing metode. Waruwu dan Tanjung (2022) dalam penelitiannya yang menganalisis daya dukung pondasi sumuran pada proyek pembangunan gudang di kabupaten Deli Serdang menyimpulkan bahwa kapasitas daya dukung pondasi sumuran yang terbesar senilai 2,35 . Yang berarti desain pondasi sumuran mampu menahan beban yang bekerja pada bangunan gudang 3 lantai.

Berdasarkan uraian diatas, penulis ingin menghitung daya dukung fondasi dan penurunan yang dapat terjadi pada fondasi jembatan serta membandingkan daya dukung dan penurunan fondasi antara fondasi tiang pancang dan fondasi sumuran akibat dari adanya review design pada pekerjaan jembatan wai samaa/pana.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jembatan wai Samaa/Pana kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku.



Gambar 1.Peta lokasi penelitian

Sumber: Autocad (2022)

2.2. Teknik Pengumpulan Data

2.2.1 Metode Lapangan

- a. Observasi

Adalah teknik pengumpulan data melalui peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan. b. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara mendatangi instansi terkait dan sumber-sumber yang kompeten untuk dijadikan referensi.

2.2.2 Metode Kepustakaan

Adalah teknik pengumpulan data yang diarahkan kepada pencarian data dan informasi melalui dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis, foto-foto, gambar, maupun dokumen elektronik yang dapat mendukung dalam proses penulisan.

2.3. Metode Analisis

Untuk menganalisis daya dukung fondasi jembatan menggunakan metode yang telah ditentukan sebagai berikut :

2.3.1 Metode Meyerhof untuk menganalisis fondasi tiang pancang

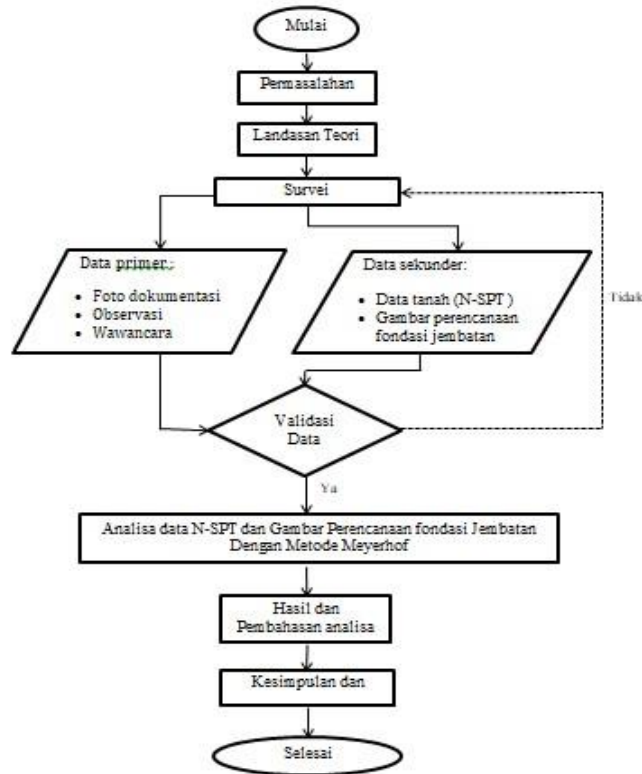
- a. Menghitung daya dukung ujung tiang (Q_p)
- b. Menghitung tahanan selimut tiang (Q_s)
- c. Menghitung kekuatan bahan tiang (P_{tiang})
- d. Menghitung daya dukung ultimate tiang ($Q_{u\text{tiang}}$)
- e. Menghitung daya dukung Allowable (Q_{all})
- f. Menghitung beban netto yang diijinkan
- g. Menghitung Efisiensi tiang dalam tanah kohesif (E_g)
- h. Menghitung daya dukung kelompok tiang (Q_{tk})
- i. Menghitung penurunan tiang tunggal (S)
- j. Menghitung penurunan tiang kelompok (S_g)

2.3.2 Metode Meyerhof untuk menganalisis fondasi sumuran

- a. Menghitung kapasitas dukung ijin bersih (q_a)
- b. Menghitung penurunan fondasi sumuran (S_i)

2.4. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian mengikuti bagan alir sebagaimana gambar berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Perhitungan daya dukung dan penurunan fondasi tiang pancang dengan data N-SPT berdasarkan Metode Meyerhof 1956.

3.1.1 Daya dukung fondasi tiang pancang

a. Daya dukung ujung tiang (Persamaan (2.2))

$$Q_p = 4 \cdot A_{p\text{tiang}} \cdot N_p$$

$$A_p = \text{Rumus luas lingkaran} : \pi r^2 = 3,14 \times 0,3^2$$

$$= 0,283 \text{ m atau } 0,927 \text{ ft}$$

Untuk nilai N_p dihitung dari $8d$ di atas dasar tiang sampai $4d$ di bawah dasar tiang.

1. Pengaruh ujung tiang 14 m yang di asumsikan:

$$\text{Atas } 8d = 8 \times 60 = 480 \text{ cm} = 4,8 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 14 - 4,8 = 9,2 \text{ m}$$

$$\text{Bawah } 4d = 4 \times 60 = 240 \text{ cm} = 2,4 \text{ m} \Rightarrow \text{Elevasi} = 14 + 2,4 = 16,4 \text{ m}$$

$$N_p = (27 + 16 + 22 + 81) \\ Q_p = 4 \times 0,927 \times 36 \\ = 135,342 \text{ Ton} \quad ,54 = 36,5$$

2. Ujung fondasi berada di kedalaman 14 m (45,93 ft), untuk N_p digunakan di kedalaman : $L - 8d$ sampai $L + 4d$, yaitu diantara kedalaman 9,2 m (30,18 ft) sampai dengan 16,4 m (53,81 ft).

- a. Tahanan selimut tiang (Q_s) Persamaan (2.3)

$$Q_s = \frac{A_{s\text{tiang}} \cdot \bar{N}}{50}$$

$$A_s = \text{Rumus luas selimut tabung} : 2\pi r t = 2 \times 3,14 \times 0,3 \times 14 \\ = 26,376 \text{ m} \quad \text{atau} \quad 283,911 \text{ ft}$$

$$\bar{N} = (19 + 25 + 28 + 25 + 27 + 16 + 22) / 7 = 23,143$$

$$Q_s = \frac{283,911 \times 23,143}{50} \\ = 131,411 \text{ Ton}$$

- b. Daya dukung ultimate tiang (Q_{ult})

Persamaan (2.4)

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

$$Q_{ult} = 135,342 + 131,411 = 266,753 \text{ Ton}$$

- c. Daya dukung Allowable tiang (Q_{all})

Persamaan (2.5)

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF}$$

SF (2,5 266 7534) Diambil 3

$$Q_{all} = \frac{266,753}{3} \\ = 88,918 \text{ Ton}$$

- d. Beban Netto yang diijinkan (Q_{tiang})

Persamaan (2.6)

$$Q_{all} - \text{Berat Tiang Sendiri}$$

$$88,918 - 1,23 = 87,688 \text{ Ton}$$

- e. Cek kekuatan bahan tiang (P_{tiang})

Persamaan (2.7)

$$P_{\text{tiang}} = \sigma_{\text{tiang}} \cdot A_{\text{tiang}}$$

Tegangan ijin bahan tiang baja : $\sigma = 0,35 - 0,50 \times f_y$

Tegangan leleh baja : $f_y = 280 - 500 \text{ Mpa}$

Diambil 300 Mpa = 3059,1 (kg/)

Diambil 0,35

$$\sigma_{\text{tiang}} = 0,35 \times 3059,1 = 1070,685 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{\text{tiang}} = \pi r^2 = 3,14 \times 30^2 = 2826$$

$$P_{\text{tiang}} = 1070,685 \times 2826 = 3025755,81 \text{ kg}$$

$$= 3025,756 \text{ Ton} > (\text{kg/})$$

f. Efisiensi Tiang

Persamaan (2.8)

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n'-1)m+(m-1)n'}{90mn'}$$

$$\theta = 20^\circ$$

$$E_g = 1 - 20 \frac{(7-1)2+(2-1)7}{90 \times 2 \times 7}$$

$$= 0,698$$

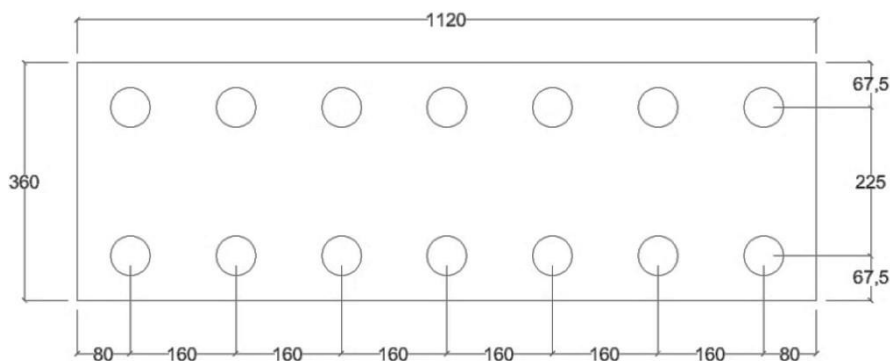
g. Daya dukung kelompok tiang (Q_{tk})

Persamaan (2.9)

$$Q_{tk} = E_g \cdot n \cdot Q_{\text{tiang}}$$

N = Jumlah tiang dalam satu grup

$$Q_{tk} = 0,689 \times 14 \times 87,688 = 845,838 \text{ Ton}$$



Gambar 1. Denah Fondasi Tiang Pancang

Sumber : Olah Data Penulis (2022)

3.1.2 Penurunan fondasi tiang pancang

a. Penurunan tiang tunggal Metode Poulos dan Davis (1980)

1) Dari tabel 2.2 jenis tanah lempung berpasir nilai E_s adalah:

$$E_s = 30000 - 42500 \text{ kN/m}^2, \text{ diambil } 42500 \text{ kN/m}^2 \\ = 425 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } 41,693 \text{ Mpa}$$

$$E_b = 10 \times E_s \\ = 10 \times 41,$$

$$693 = 416,925 \text{ Mpa}$$

2) Untuk nilai E_b karena bahan tiang terbuat dari baja maka modulus elastisitas baja adalah 200.000 Mpa.

3) Menentukan Rasio area tiang

Persamaan (2.13)

$$R_A = \frac{A_p}{\frac{1}{4}\pi d^2} \\ R_A = \frac{3,14 \times 30^2}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 60^2} = 1$$

4) Menentukan faktor kekakuan tiang pancang Persamaan (2.12)

$$K = \frac{E_p R_A}{E_s} \\ K = \frac{200.000 \times 1,00}{41,693} = 4797,026$$

5) Persamaan (2.15)

$$\frac{d}{L} = \frac{60}{1400} = 0,0428$$

$$\frac{b}{h} = \frac{60}{1400} = 0,0428$$

6) Persamaan (2.16)

$$\frac{d}{L} = \frac{60}{1400} = 0,0428$$

7) Persamaan (2.17)

$$\frac{d}{L} = \frac{60}{1400} = 0,0428$$

- 8) Dari tabel 2.1 jenis tanah lempung berpasir nilai poisson ratio adalah 0,2 – 05, diambil 0,2
- 9) Dari masing-masing grafik diperoleh:

$$I_0 = 0,08$$

$$R_k = 1,08$$

$$R_h = 0,2$$

$$R_\mu = 0,89$$

$$R_b = 0,5$$

- a) Untuk tiang friksi

Persamaan (2.10) dan (2.11)

$$S = \frac{QI}{E_s d}$$

$$I = I_0 R_k R_h R_\mu$$

$$I = 0,08 \times 1,08 \times 0,2 \times 0,89 = 0,0154$$

$$S = \frac{247600 \times 0,0154}{425 \times 60}$$

$$= 0,149 \text{ cm} = 1,49 \text{ mm}$$

- b) Untuk tiang dukung ujung

Persamaan (2.12) dan (2.13)

$$S = \frac{QI}{E_s d}$$

$$I = I_0 R_k R_b R_\mu$$

$$I = 0,08 \times 1,08 \times 0,5 \times 0,89 = 0,0384$$

$$S = \frac{247600 \times 0,0384}{425 \times 60}$$

$$= 0,373 \text{ cm} = 3,37 \text{ mm}$$

Maka perkiraan penurunan total tiang tunggal adalah sebesar 4,86 mm

Penurunan ijin () = 25 mm

Jadi 4,86 mm < 25 mm, maka perkiraan penurunan total tiang tunggal memenuhi syarat aman.

- b. Penurunan kelompok tiang

Persamaan (2.21)

$$S_g = \frac{q \cdot Bg \cdot I}{2 \cdot Q_p}$$

$$q = \frac{247600}{360 \times 1120} = 0,6141 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 1 - \frac{1400}{8 \times 360} \geq 0,5 = 0,514$$

$$Q_p = 135,342 \text{ Ton} = 135342 \text{ kg}$$

Maka:

$$S_g = \frac{0,6141 \times 360 \times 0,514}{2 \times 135342}$$

$$S_g = 0,0004 \text{ cm} = 0,004 \text{ mm} < 25 \text{ mm}$$

Penurunan kelompok tiang aman.

3.2. Perhitungan daya dukung dan penurunan fondasi sumuran dengan data N-SPT berdasarkan Metode Meyerhof .

3.2.1 Daya Dukung Fondasi Sumuran

Digunakan rumus Meyerhof untuk tanah pasir, dengan $B > 1,2 \text{ m}$

Persamaan (2.23)

$$q_a = 8 \times N \times \left(\frac{B+0,3}{B+1}\right)^2$$

$$q_a = 8 \times 60 \times \left(\frac{3+0,3}{3+1}\right)^2 = 326,7 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_a = q_a \times A_s \times n$$

$$Q_a = 326,7 \times (3 \times 1,5^2) \times 2 = 4616,27 \text{ kN}$$

Persamaan (2.24)

$$W_{\text{tiang}} = n \times ((V_{\text{isian}} \times W_{\text{isian}}) + (V_{\text{selimt}} \times W_{\text{selimt}}))$$

$$W_{\text{tiang}} = 2 \times ((13,247 \times 22) + (5,829 \times 24)) = 862,66 \text{ kN}$$

$$\text{Syarat: } Q_a > P_{\text{maks}} + W_{\text{tiang}}$$

$$4616,27 \text{ kN} > 2428,15104 \text{ kN} + 862,66 \text{ kN}$$

$$4616,27 \text{ kN atau } 470,73 \text{ Ton} > 3290,81104 \text{ kN atau } 335,57 \text{ Ton}$$

$$470,73 \text{ Ton} > 335,57 \text{ Ton (Aman)}$$

3.2.2 Penurunan Fondasi Sumuran

Untuk Penurunan fondasi, digunakan metode Meyerhof dengan persamaan dibawah ini:

Persamaan (2.27)

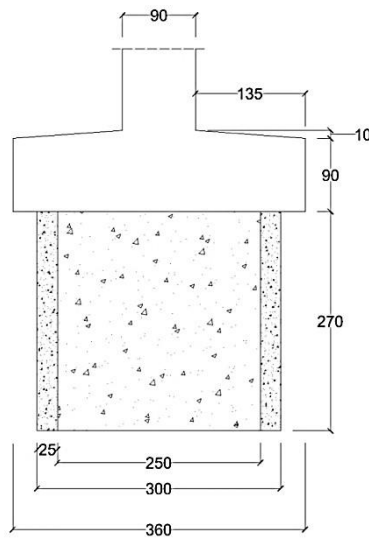
$$q = (P/A_t) / 47,88$$

$$q = (2428,15104 / 3,589 \text{kip/ft}^2) \cdot (0,25 \times 14 \times 3^2 \times 2) / 47,88 \text{kip/ft}^2 = 3$$

$$S_i = \frac{6q}{N} \times \left(\frac{B}{B+1}\right)^2$$

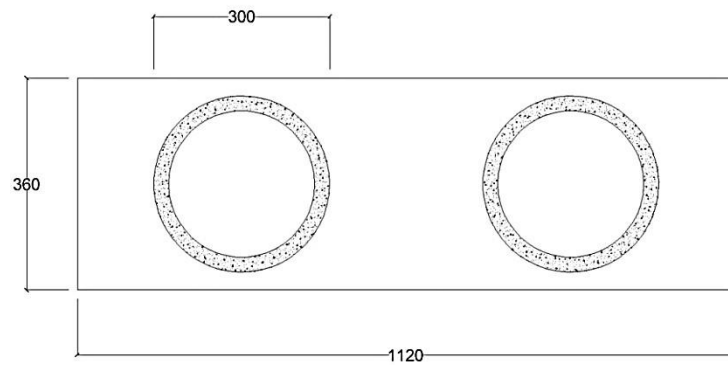
$$S_i = \frac{6 \times 3,589}{60} \times \left(\frac{3}{3+1}\right)^2$$

$$S_i = 0,20188125 \text{ in} = 0,513 \text{ cm} = < 2,54 \text{ cm (Aman)}$$



Gambar 2. Tampak Samping Penempatan Fondasi Sumuran

Sumber : Olah Data Penulis (2022)



Gambar 3. Tampak Atas Penempatan Fondasi Sumuran

Sumber : Olah Data Penulis (2022)

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung dan penurunan dua jenis fondasi diatas, maka dapat diringkaskan daya dukung dalam Tabel 1 dan penurunan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Hasil perhitungan daya dukung fondasi

Daya Dukung Fondasi				
Jenis Fondasi	Tunggal (Ton)	Kelompok (Ton)	Berat Abutmen (Ton)	Ket.
Tiang Pancang	58,34	845,84	247,6	Aman
Sumuran	-	470,73	247,6	Aman

Sumber: Olah Data Penulis (2022)

Tabel 1 menunjukkan daya dukung kelompok fondasi sumuran dibandingkan dengan fondasi tiang pancang. Daya dukung fondasi sumuran hasil review design senilai 470,73 ton lebih kecil dari daya dukung fondasi tiang pancang (845,84 ton) yang merupakan desain awal fondasi jembatan wai samaa/pana.

Tabel 2. Hasil perhitungan penurunan fondasi

Penurunan Fondasi				
Jenis Fondasi	Tunggal	Kelompok	Penurunan Ijin	Ket.
Tiang Pancang	4,86 mm	0,004 mm	25 mm	Aman
Sumuran	-	0,513 cm	2,54 cm	Aman

Sumber: Olah Data Penulis (2022)

Tabel 2 menunjukkan adanya penurunan tunggal dan kelompok fondasi tiang pancang masing-masing sebesar 4,86 mm dan 0.004 mm, keduanya lebih kecil dari penurunan yang diijinkan (25 mm). Dibandingkan dengan fondasi sumuran, penurunan fondasi senilai 0,513 cm juga masih lebih kecil dari penurunan fondasi sumuran yang diijinkan (2,54 cm) yang merupakan review design fondasi jembatan wai samaa/pana.

4. Kesimpulan

Daya dukung dua jenis fondasi cukup aman digunakan, masing-masing nilai daya dukung: Fondasi tiang pancang dan daya dukung fondasi sumuran

Penurunan dua jenis fondasi juga aman, nilai lebih kecil dari penurunan ijin, penurunan tiang pancang tunggal sebesar 4,86 mm < 25 mm dan penurunan kelompok tiang sebesar 0,004

mm < 25 mm. Kemudian untuk perhitungan pada fondasi sumuran penurunan yang diperoleh sebesar 0,513 cm < 2,54 cm.

Hubungan antara review design dengan daya dukung fondasi yaitu, sebelum adanya review design daya dukung fondasi sebesar 845,838 ton untuk fondasi tiang pancang, setelah adanya review design menjadi fondasi sumuran daya dukung fondasi mengalami penurunan menjadi 470,73 ton. Meskipun mengalami penurunan namun daya dukung fondasi tetap aman dan mampu memikul beban yang bekerja di atasnya.

Daftar Rujukan

- Alparep, S. 2020. Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dermaga Trestle Menggunakan Data SPT Pada Proyek Pembangunan Pelabuhan Curah Kabil. Skripsi. Batam. Fakultas Teknik Universitas Internasional Batam.
- Hardiyatmo, H.C. 2022, Analisis dan Perancangan Fondasi II. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Roschedy, G., Manoppo, F, Johanes., Mendagi, A Tekla. 2019, Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan Gorr I, Jurnal Sipil Statik. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado, 7(4), pp. 397408.
- Santoso, T.H. 2021, Pondasi Pancang: Part 2c_Contoh Hitungan Daya Dukung Berdasar Uji N-SPT, (Online). (<https://youtu.be/RMnrCDvW03M>). Diakses Pada 7 Juni 2022.
- Sulista, Fithrosyam A. 2018. Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Meyerhoff. Artikel Ilmiah. Mataram. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Trinanda, A.Y. 2021. Tinjauan Daya Dukung Pondasi Sumuran Pada Gedung-X Di Kota Bukittinggi. Jurnal RIVET (Riset dan Inovasi Teknologi). Program Studi Teknik Sipil Universitas Dharma Andalas. Vol.01 No.01, hal. 26-31.
- Waruwu, P. P., Tanjung, D. 2022. Analisis Daya Dukung Pondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gudang Di Kabupaten Deli Serdang. Jurnal Teknik Sipil (JTSIP). Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan. Vol 1 No. 1, hal. 8-14.