

ANALISIS DAYA DUKUNG IZIN PONDASI SUMURAN PADA JEMBATAN SUNGAI PANGI KABUPATEN MERANGIN

Melia Juniza¹, M Nuklirullah², dan Dila Oktarise Dwina³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian, KM. 15, Mendalo Indah, Jambi
melia_juniza@yahoo.com

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian, KM. 15, Mendalo Indah, Jambi
nuklirullah@unja.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian, KM. 15, Mendalo Indah, Jambi
diladwina@unja.ac.id

Masuk: 18-01-2022, revisi: 09-11-2022, diterima untuk diterbitkan: 22-11-2022

ABSTRACT

This study aims to analyze the bearing capacity of the foundation permit for the Sungai Pangi bridge. The well foundation will be analyzed in the form of permit carrying capacity which will be compared with the load working on it. The Sungai Pangi Bridge in Merangin Regency is a concrete bridge that is included in the class C bridge, the total length of the bridge is 41,1 meters. The span of the bridge at the foundation point under consideration is 15 meters long. The maximum load acting on the foundation is 4332,09 kN. This bridge uses a type of well foundation with varying depths. The analysis of the calculation of the bearing capacity of the foundation uses three methods, namely the Direct Method with the result of the permit carrying capacity of 13121,8 kN, the Price & Wardle method with the result of the permit carrying capacity of 6880,87 kN and the Philipponant Method with the result of the permit carrying capacity of 7614,34 kN. The three methods used in calculating the permit load analysis, have a permit carrying capacity value that meets the requirements for safe foundations, where the value of the bearing capacity of the foundation permit is greater than the load received by the foundation.

Keywords: bearing capacity; maximum load; weel foundation

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung izin pondasi sumuran jembatan Sungai Pangi. Pondasi sumuran akan dilakukan analisis berupa daya dukung izin yang nantinya akan dibandingkan dengan beban yang bekerja di atasnya. Jembatan Sungai Pangi Kabupaten Merangin merupakan jembatan beton yang termasuk pada jembatan kelas C, panjang total jembatan 41,1 meter. Bentang jembatan pada titik pondasi yang ditinjau adalah sepanjang 15 meter. Beban maksimum yang bekerja pada pondasi adalah sebesar 4332,09 kN. Jembatan ini menggunakan jenis pondasi sumuran dengan kedalaman bervariasi. Analisis perhitungan daya dukung pondasi menggunakan tiga metode yaitu Metode Langsung dengan hasil daya dukung izin sebesar 13121,8 kN, Metode Price & Wardle dengan hasil daya dukung izin sebesar 6880,87 kN dan Metode Philipponant dengan hasil daya dukung izin sebesar 7614,34 kN. Ketiga metode yang digunakan dalam perhitungan analisis beban izin memiliki nilai daya dukung izin yang memenuhi syarat aman pondasi, yang mana nilai daya dukung izin pondasi lebih besar dibandingkan beban yang diterima oleh pondasi.

Kata kunci: daya dukung izin; beban maksimum; pondasi sumuran

1. PENDAHULUAN

Pondasi memiliki fungsi untuk menyalurkan beban struktur kelapisan tanah keras yang mempunyai kapasitas daya dukung tinggi yang letaknya cukup dalam di dalam lapisan tanah (Setiyo et al., 2019), atau dapat dikatakan pondasi memiliki fungsi menyalurkan beban melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah ke lapisan tanah dengan daya dukung tinggi (Suwarno et al., 2018). Letak lapisan tanah keras memiliki keberagaman kedalaman untuk setiap lokasi pada tanah. Kedalaman tanah keras menjadi salah satu faktor dalam perencanaan pondasi.

Beban yang diterima pondasi berdasarkan acuan pembebanan untuk jembatan SNI 1725:2016 dengan beban yang bekerja yaitu beban permanen, beban lalu lintas dan aksi lingkungan. Kombinasi beban dan faktor beban serta keadaan batas yang digunakan pada Jembatan Sungai Pangi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi beban dan faktor beban

Keadaan Batas	MS	MA	TT	TD	TB	TP	EW
Kuat I	γ_{MS}	γ_{MA}	1,8	1,8	1,8	1,8	-
Kuat II	γ_{MS}	γ_{MA}	1,4	1,4	1,4	1,4	-
Kuat III	γ_{MS}	γ_{MA}	-	-	-	-	1,4
Kuat IV	γ_{MS}	γ_{MA}	-	-	-	-	-
Kuat V	γ_{MS}	γ_{MA}	-	-	-	-	0,4

Bangunan sipil pada umumnya menggunakan pondasi sebagai bangunan bawah struktur tersebut untuk menjaga kestabilan. Salah satu bangunan sipil adalah jembatan. Jembatan merupakan bangunan yang menghubungkan dua bagian yang terputus yang diakibatkan suatu rintangan yang tidak biasa (Suhendra et al., 2019). Perencanaan pondasi jembatan sangat memperhitungkan daya dukung dan letak kedalaman tanah keras, sehingga perencanaan dilakukan sedemikian rupa agar tidak terjadi kegagalan pondasi. Daya dukung pondasi merupakan jumlah dari tahanan gesek dinding dan tahanan ujung dasar, sama seperti pondasi tiang. Pondasi sumuran mendukung beban vertikal dengan mengandalkan kombinasi dari tahanan gesek dinding dan tahanan dukung ujung (Hardiyatmo, 2008). Daya dukung pondasi tiang secara umum dituliskan berdasarkan Persamaan 1.

$$Qu = Qb + Qs \quad (1)$$

dengan Qu = daya dukung ultimit tiang (kg), Qb = daya dukung ujung tiang (kg), Qs = daya dukung selimut tiang (kg).

Daya dukung pondasi sumuran dapat dihitung menggunakan berbagai jenis metode perhitungan. Data pengujian tanah dilapangan merupakan salah satu yang dapat digunakan. Pengujian tanah yang dilakukan pada Jembatan Sungai pangi adalah pengujian sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT). Berdasarkan data penyelidikan tanah pengujian sondir (CPT) yang digunakan, ada beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu:

1. Metode Langsung

Daya dukung pondasi dengan menggunakan metode langsung dinyatakan dalam Persamaan 2 dan 3.

$$Qu = qc \times Ap + Tf \times kll \quad (2)$$

$$Qu = \frac{qc \times Ap}{3} + \frac{JHL \times kll}{5} \quad (3)$$

dengan Qu = daya dukung ultimit (kg), qc = tahanan ujung sondir (kg/cm^2), Ap = luas penampang tiang (cm^2), Tf = jumlah hambatan lekat (kg/cm), kll = keliling tiang (cm), Qa = daya dukung izin (kg)

2. Metode Price dan Wardle (1982)

Daya dukung tiang diperhitungkan dengan menentukan nilai tahanan ujung tiang dan nilai tahanan selimut tiang berdasarkan nilai qb dan fb pada data sondir menggunakan metode Price dan Wardle (1982) adalah dengan Persamaan 5 dan 6, sedangkan untuk nilai daya dukung ultimit dan daya dukung izin tiang masing masing berdasarkan Persamaan 4 dan 7.

$$Qu = qb \times Ab + Tb \times As \quad (4)$$

$$fb = ks \times Afs \quad (5)$$

$$qb = kb \times qc(\text{tip}) \quad (6)$$

$$Qa = \frac{Qu}{SF} \quad (7)$$

dengan qb = tahanan ujung tiang (kg/cm^2), Ab = luas penampang bawah tiang (cm^2), fb = tahanan selimut tiang (kg/cm^2), As = luas selimut tiang (cm), $qc(\text{tip})$ = tahanan ujung sondir (kg/cm^2), ks = konstanta berdasarkan pada jenis tiang (nilai dilihat pada Tabel 2), kb = konstanta berdasarkan jenis tiang (nilai dilihat pada Tabel 3), SF = faktor aman

Tabel 2. Konstanta ks (Bowles,1993)

Jenis Tiang	ks
<i>Driven piles</i>	0,53
<i>Jacked piles</i>	0,62
<i>Drilled shaft</i>	0,49

Tabel 3. Konstanta kb (Bowles,1993)

Jenis Tiang	kb
<i>Driven piles</i>	0,35
<i>Jacked piles</i>	0,3

3. Metode Philipponant (1980)

Philipponant (1980) melakukan pengembangan sebuah metode umum berbasis CPT atau sondir untuk mengestimasi kapasitas daya dukung tiang untuk kondisi tanah yang berbeda. Adapun persamaan yang digunakan pada metode ini dapat dilihat pada Persamaan 8 dan 9.

$$Q_u = q_b \times A_b + f_p \times A_s \quad (8)$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (9)$$

dengan Q_u = daya dukung ultimit tiang tunggal (Kg), q_b = tahanan ujung tiang (Kg/cm²), A_b = luas ujung bawah tiang (cm²), A_s = luas selimut tiang (cm²), f_p = tahanan gesek satuan tiang (Kg/cm²), SF = *safety factor* (diambil 2,5),

Untuk menentukan nilai daya dukung ultimit tiang diperlukan nilai tahanan ujung tiang q_b dan nilai tahanan gesek tiang f_p yang diperhitungkan menggunakan Persamaan 10 dan 11.

$$q_b = k_b \times q_{ca}(tip) \quad (10)$$

$$f_p = q_{ca}(side) \times \frac{\alpha_s}{F_s} \leq f_p(\text{maksimum}) \quad (11)$$

dengan q_b = tahanan ujung tiang (kg/cm²), k_b = koefisien jenis tanah (nilai dilihat pada Tabel 4), $q_{ca}(tip)$ = nilai qc pada ujung tiang (kg/cm²), $q_{ca}(side)$ = bacaan rata-rata qc sepanjang tiang (kg/cm²), α_s = variasi nilai jenis tiang (nilai dilihat pada Tabel 5), F_s = variasi nilai jenis tanah (nilai dilihat pada Tabel 6), $f_p(\text{maks})$ = variasi nilai jenis tiang (nilai dilihat pada Tabel 7).

Tabel 4. Koefisien kb (Lim, 2014)

kb	Jenis Tanah
0,35	Kerikil
0,40	Pasir
0,45	Lanau
0,5	Lempung

Tabel 5. Koefisien αs (Lim, 2014)

αs	Jenis Tiang
1,25	<i>Driven PCC piles and drolled shaft with casing</i>
0,85	<i>Drilled shaft (d < 1,5 m)</i>
0,75	<i>Drilled shaft (d > 1,5 m)</i>
1,10	<i>H-piles (circumscribed perimeter)</i>
0,60	<i>Driven / jacked steelpipe piles</i>
0,30	<i>OE steel pipe pile</i>

Tabel 6. Koefisien F_s (Lim, 2014)

F_s	Jenis Tanah
50	Clay and calcareous clay
60	Silt, sandy clay and clayey sand
100	Loose sand
150	Medium dense sand
200	Dense sand and gravel

Dalam pelaksanaan konstruksi jembatan terdapat beberapa perbedaan atau perubahan panjang pondasi dari yang direncanakan. Pembangunan Jembatan Sungai Pangi yang menggunakan pondasi sumuran merupakan salah satu contoh pelaksanaan pekerjaan pondasi yang mengalami perubahan panjang pondasi dari yang direncanakan. Perubahan pada tersebut dapat menyebabkan batasan beban yang akan diterima pondasi dengan nilai kapasitas dukung izin pondasi. Berdasarkan permasalahan yang ada, perlu rasanya dilakukan analisis daya dukung pondasi yang terlaksana apakah mampu dalam memikul beban yang bekerja pada jembatan tersebut. Metode yang digunakan adalah metode langsung, metode Price dan Wardle (1982) dan metode Philipponant (1980) berdasarkan data pengujian sondir dengan grafik terendah. Perhitungan beban yang bekerja pada jembatan berdasarkan acuan pembebanan jembatan SNI 1725:2016.

Tabel 7. Koefisien f_p (maksimum) (Lim, 2014)

f_p	Jenis Tiang
120	Driven PCC piles and drolled shaft with casing
100	Drilled shaft ($d < 1,5$ m)
80	Drilled shaft ($d > 1,5$ m)
50	H-piles (circularibest perimeter)
25	Driven / jacked steelpipe piles

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bangunan jembatan baru yang berlokasi pada Desa Muara Pangi, Kecamatan Lembah Masurai, Kabupaten Merangin. Adapun klasifikasi jembatan yang akan ditinjau pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

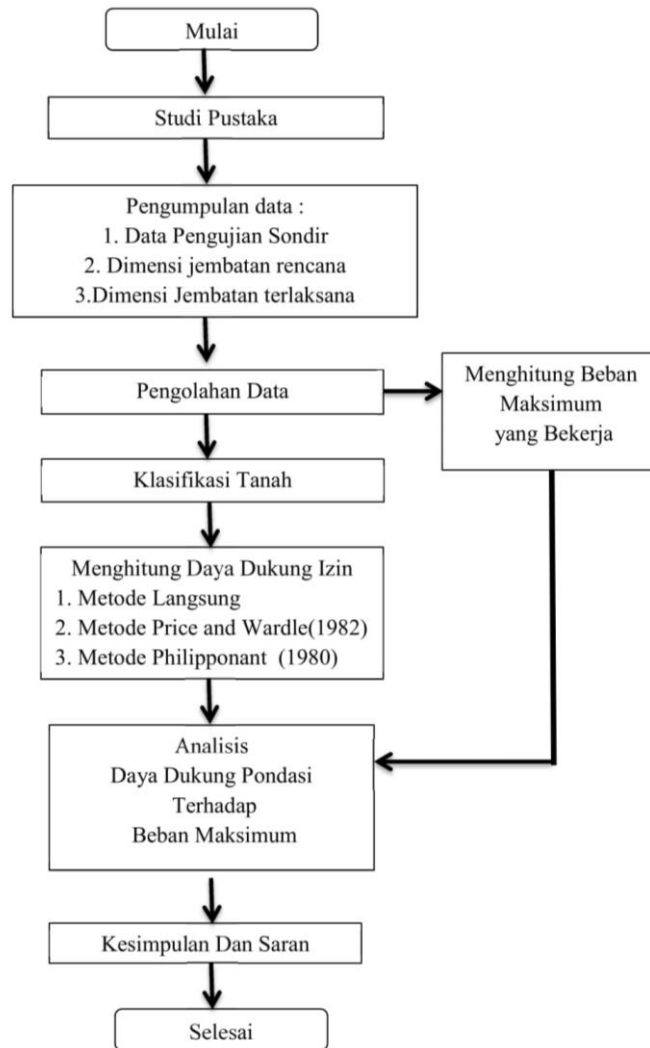
1. Bangunan atas
 - Tipe struktur : Jembatan Beton
 - Kelas Jembatan : C
 - Panjang Jembatan : 41,1 m
 - Konfigurasi bentaang : (15,00 + 13,10 + 13,00) m
 - Bentang tinjauan : 15,00 m
 - Lebar Jembatan : 4,00 m
 - Lebar trotoar : 2 x 0,6 m
 - Plat lantai dan balok : beton bertulan $f_c' = 25$ MPa
2. Bangunan bawah
 - Abutmen : beton bertulang $f_c' = 20$ Mpa
 - Pondasi : Sumuran
 - Diameter pondasi : 2 m
 - Kedalaman pondasi ditinjau : 3 m

Waktu penelitian dimulai pada tanggal 23 Februari 2021. Kegiatan yang dilakukan dimulai dengan melakukan pengumpulan data dari sumber dan melanjutkan studi pustaka serta analisis data. Apabila data-data yang diperlukan sudah diperoleh maka dilakukan analisis untuk mengevaluasi daya dukung pondasi sumuran. Pada penelitian ini langkah-langkah yang akan dilakukan berturut adalah:

1. Menghitung beban yang bekerja pada pondasi sumuran berdasarkan acuan pembebanan untuk jembatan SNI 1725:2016.
2. Menentukan beban maksimum berdasarkan hasil kombinasi beban.
3. Menganalisis data sondir yang akan digunakan.
4. Menentukan klasifikasi tanah dengan berdasarkan data sondir.

5. Menghitung daya dukung izin pondasi dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode Langsung, metode Price dan Wardle (1982) dan metode Philipponant (1980).
6. Menganalisis daya dukung izin pondasi terhadap beban yang bekerja pada pondasi sumuran.
7. Menarik kesimpulan berdasarkan analisis daya dukung izin pondasi terhadap beban yang bekerja.
8. Memberikan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.

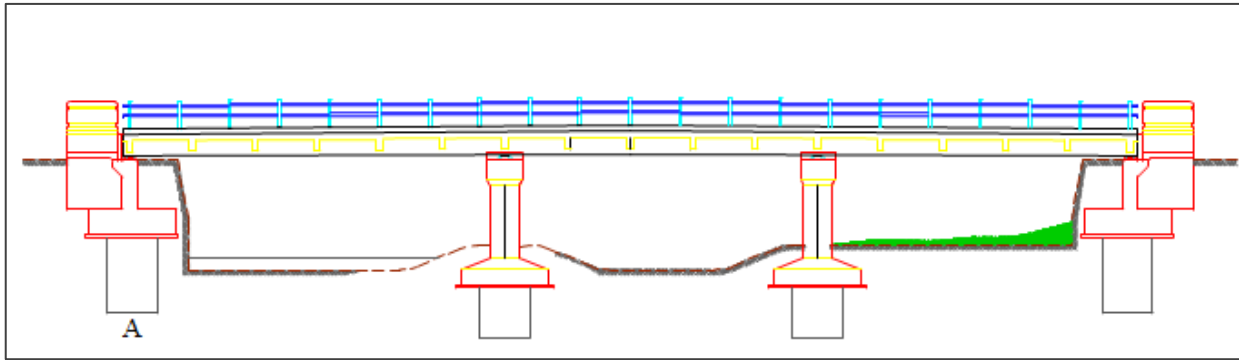


Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban pada jembatan Sungai Pangsi

Beban yang bekerja pada pondasi yang ditinjau terdiri dari beberapa jenis baik beban mati maupun beban hidup. Untuk tinjauan beban yang diterima pondasi yaitu beban yang terjadi pada bentang jembatan yang ditinjau yaitu sepanjang 15 meter dari pondasi yang ditinjau yaitu pondasi pada titik A (Gambar 2).



Gambar 2. Jembatan Sungai Pangi (*as built drawing* jembatan Sei. Pangi)

Berdasarkan kondisi jembatan dan mengacu pada SNI 1725:2016 didapat hasil beban yang bekerja pada Jembatan Sungai Pangi disajikan pada Tabel 8.

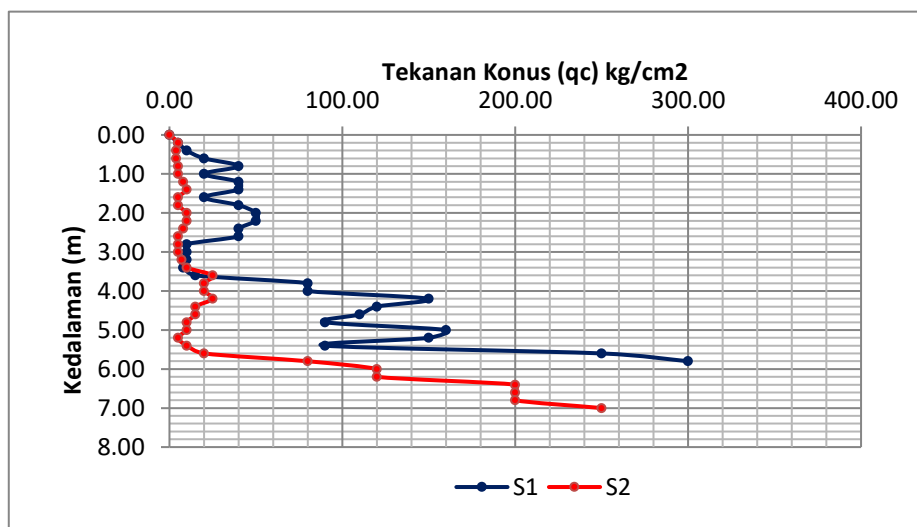
Tabel 8. Beban yang bekerja pada jembatan Sungai Pangi

Keadaan Batas	MS (kN)	MA (kN)	TD (kN)	TT (kN)	TB (kN)	TP (kN)	EW (kN)	TOTAL (kN)
Kuat I	1751,18	123,91	1501,20	360	450	145,80	-	4332,09
Kuat II	1751,18	123,91	1167,60	280	350	113,40	-	3780,09
Kuat III	1751,18	123,91	-	-	-	-	90,72	1965,81
Kuat IV	1751,18	123,91	-	-	-	-	-	1875,09
Kuat V	1751,18	123,91	-	-	-	-	25,92	1901,01

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa masing-masing keadaan batas memiliki nilai yang berbeda, yaitu pada keadaan batas Kuat I total beban yang diterima yaitu sebesar 4332,09 kN, pada Kuat II total beban yang diterima sebesar 3780,09 kN, pada Kuat III total beban yang diterima sebesar 1965,81 kN, pada Kuat IV total beban yang diterima sebesar 1875,09 kN dan pada Kuat V total beban yang diterima sebesar 1901,01 kN. Berdasarkan rekap kombinasi beban diketahui bahwa beban maksimum diperoleh pada keadaan batas Kuat I yaitu senilai 3972,09 kN, maka beban yang digunakan untuk analisis daya dukung pondasi terhadap beban adalah beban dengan keadaan batas pada Kuat I.

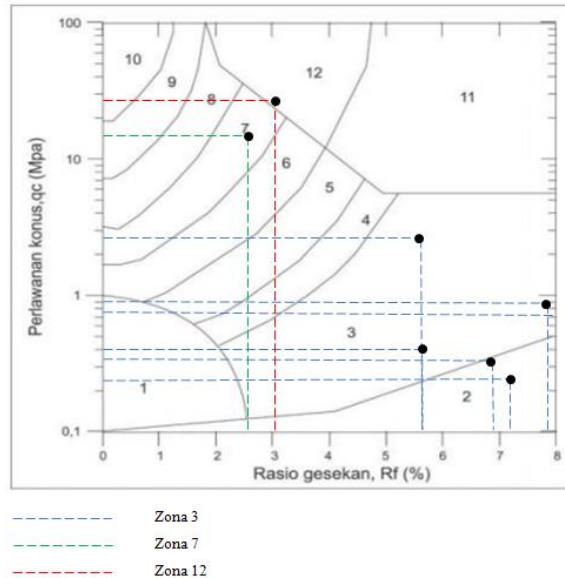
Kondisi tanah

Kondisi tanah pada lokasi pembangunan Jembatan Sungai Pangi dapat dilihat pada Gambar 3. Masing-masing data sondir memiliki kedalaman akhir yang berbeda, untuk titik S2 pengujian sondir mencapai kedalaman 5,8 meter dan untuk titik S2 pengujian sondir mencapai kedalaman 7,4 meter. Kedalaman ujung pondasi yang ditinjau adalah 6 meter, sehingga data sondir yang digunakan untuk analisis adalah data sondir pada titik S2.



Gambar 3. Grafik nilai perlawanan konus dan kedalaman tanah berdasarkan pengujian sondir

Jenis tanah sangat berpengaruh dalam menentukan metode perhitungan nilai daya dukung yang digunakan. Penentuan jenis tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dari grafik Robertson (1986) adalah dengan cara menghubungkan nilai antara dua faktor yaitu nilai penetrasi konus (q_c) terhadap nilai rasio gesekan (FR) dan melihat jenis tanah pada posisi zona pada Gambar 4. Berdasarkan data sondir yang digunakan didapat klasifikasi jenis tanah pada Tabel 9.



Gambar 4. Grafik klasifikasi tanah

Tabel 9. Hasil klasifikasi tanah data sondir S2

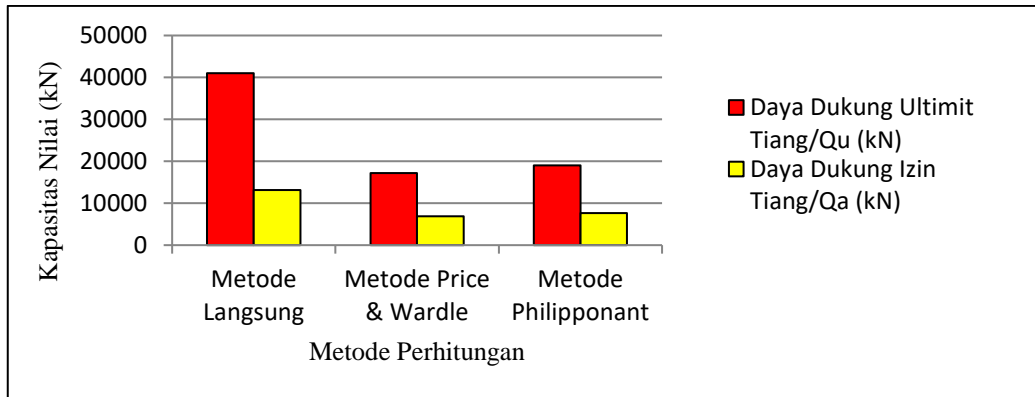
Kedalaman	Qc rata-rata/ meter (MPa)	FR (Rasio Gesekan)	Zona	Jenis Tanah
1	0.45	7,27	3	Clay
2	0.75	5,63	3	Clay
3	0.65	6,89	3	Clay
4	1.61	7,83	3	Clay
5	1.47	9,81	3	Clay
6	4.61	5,60	3	Clay
7	19.00	2,60	7	Silty Sand to Sandy Silt
7,40	34,33	3,08	12	Sand to Clayey Sand

Daya dukung izin pondasi sumuran

Nilai daya dukung izin pondasi yang ditinjau dihitung menggunakan tiga metode perhitungan yaitu Metode Langsung, Metode Price & Wardle serta Metode Philipponant. Adapun hasil analisis dengan ketiga metode ini disajikan pada Tabel 10 dan Gambar 5.

Tabel 10. Hasil kapasitas daya dukung tiang tunggal

Metode Perhitungan	Daya Dukung ultimit Tiang / Q_u (kN)	Daya Dukung Izin tiang / Q_a (kN)
Metode Langsung	40991,5	13121,8
Metode Price & Wardle	17202,2	6880,87
Metode Philipponant	19035,8	7614,34

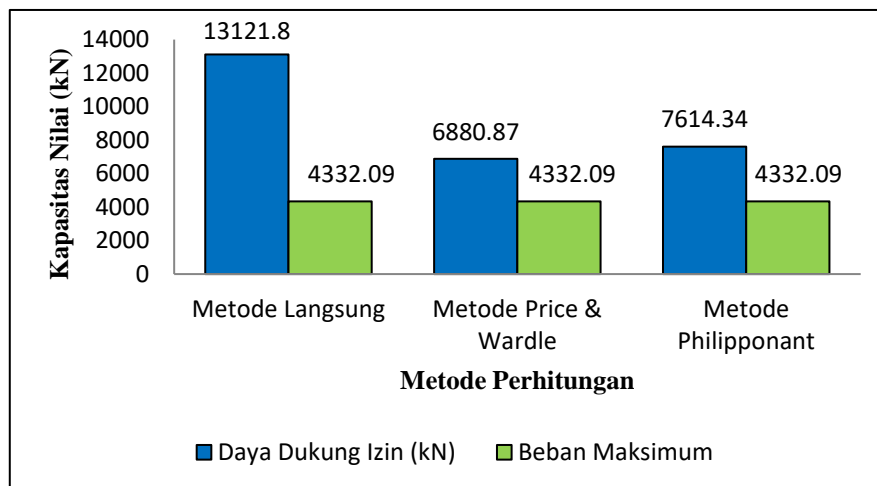


Gambar 5. Grafik nilai daya dukung tiang tunggal

Berdasarkan grafik nilai daya dukung tiang pada Gambar 5 dapat dilihat perbedaan antara hasil nilai daya dukung ultimit dan daya dukung izin pada pada Metode Price & Wardle dan Metode Philipponant tidak terlalu jauh dibandingkan dengan hasil nilai pada Metode Langsung, hal ini dikarenakan setiap persamaan yang digunakan pada Metode Price & Wardle dan Metode Philipponant dibedakan dengan nilai koefisien baik berdasarkan jenis tanah maupun jenis pondasi yang digunakan. Berbeda dengan Metode Langsung yang tidak memperhitungkan koefisien jenis tanah pada setiap lapisan maupun jenis tiang yang digunakan dan hanya menggunakan seluruh faktor hambatan lekat pada hasil pengujian sondir untuk daya dukung sisinya, hal ini menyebabkan hasil nilai daya dukung ultimit dan daya dukung izin Metode Langsung memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dua metode lainnya.

Analisis beban izin

Pada Tabel 8 yang berisikan rekap kombinasi beban dapat dilihat bahwa beban maksimum yang diterima oleh pondasi adalah senilai 4332,09 kN, artinya beban tersebut merupakan beban terbesar yang diterima oleh pondasi. Sedangkan untuk nilai daya dukung pondasi yang dihitung dengan beberapa metode yaitu dengan menggunakan Metode Langsung sebesar 13121,8 kN, Metode Price & Wardle sebesar 6880,87 kN dan Metode Philipponant sebesar 7614,34 kN. Perbandingan nilai daya dukung tiap metode terhadap beban yang bekerja disajikan pada Gambar 6 dan Tabel 11.



Gambar 6. Grafik perbandingan nilai daya dukung izin terhadap beban maksimum

Tabel 11. Analisis daya dukung izin terhadap beban

Metode Perhitungan	Daya Dukung Izin/Qa (kN)	Beban/Qn (kN)	Hasil Analisis
Metode Langsung	13121,8	4332,09	Aman
Metode Price & Wardle	6880,87	4332,09	Aman

Tabel 11 (lanjutan). Analisis daya dukung izin terhadap beban

Metode Perhitungan	Daya Dukung Izin/Qa (kN)	Beban/Qn (kN)	Hasil Analisis
Metode Philipponant	7614,34	4332,09	Aman

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai daya dukung izin pondasi pada masing-masing metode perhitungan yang digunakan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai beban maksimum yang diterima oleh pondasi yaitu sebesar 4332,09 kN, Selain itu, dari ketiga metode yang digunakan dapat dilihat perbandingan yang terjadi antara nilai daya dukung izin terhadap beban yang diterima pondasi dan pada Metode Langsung nilai daya dukung izin jauh berada diatas beban yang diterima pondasi dibandingkan dua metode lainnya. Sehingga metode perhitungan dengan menggunakan Metode Price & Wardle dan Metode Philipponant dinilai lebih baik untuk digunakan dalam analisis daya dukung dibandingkan menggunakan Metode Langsung. Hal ini membuktikan bahwa koefisien-koefisien variasi nilai baik itu jenis tanah maupun jenis tiang sangat mempengaruhi dalam nilai daya dukung izin pondasi.

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa analisis daya dukung izin terhadap beban yang diterima oleh pondasi memperoleh kategori aman dari ketiga metode yang digunakan, hal tersebut dapat dilihat dari nilai daya dukung izin masing-masing metode yang digunakan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan beban yang bekerja.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan serta hasil analisis daya dukung izin terhadap beban yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa:

1. Jembatan Sungai Pangi Kabupaten Merangin merupakan jembatan beton yang termasuk pada jembatan kelas C, panjang total jembatan 41,1 meter dengan bentang yang bervariasi. Bentang jembatan pada titik pondasi yang ditinjau adalah sepanjang 15 meter. Beban maksimum yang bekerja pada pondasi adalah sebesar 4332,09 kN.
2. Jembatan Sungai Pangi Kabupaten Merangin dibangun diatas tanah yang rata-rata berjenis *clay* dari lapisan permukaan hingga kedalaman 6 meter. Jembatan ini menggunakan jenis pondasi sumuran dengan kedalaman bervariasi. Analisis perhitungan daya dukung pondasi menggunakan tiga metode yaitu Metode Langsung dengan hasil daya dukung izin sebesar 13121,8 kN, Metode Price & Wardle dengan hasil daya dukung izin sebesar 6880,87 kN dan Metode Philipponant dengan hasil daya dukung izin sebesar 7614,34 kN.
3. Ketiga metode yang digunakan dalam perhitungan analisis beban izin yaitu Metode Langsung, Metode Price & Wardle dan Metode Philipponant memiliki nilai daya dukung izin yang memenuhi syarat aman pondasi, yang mana nilai daya dukung izin pondasi lebih besar dibandingkan beban yang diterima oleh pondasi.

Berdasarkan hasil perhitungan, pembahasan, analisis serta kesimpulan, maka hal-hal berikut dapat disarankan:

1. Penyelidikan jenis tanah dan daya dukung pondasi akan lebih akurat jika disertai dengan data-data hasil penyelidikan laboratorium.
2. Disarankan untuk penelitian berikutnya melakukan analisis struktur jembatan akibat perubahan panjang dan variasi bentang jembatan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. (1993). *Analisa dan Desain pondasi*. Erlangga.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Pembebanan untuk Jembatan* (SNI 1725:2016).
- Hakam, A. (2008). *Rekayasa Pondasi*. Bintang Grafika.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Fondasi 2*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kartikasari, D. & Sanhadi, D. (2019). Studi Evaluasi Pondasi Tiang Pancang (Spun Pile) dengan Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) pada Gedung Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan. *U kaRsT*, 3(2), 121-130. DOI:10.30737/ukarst.v3i2.602
- Lim, A. (2014). *Evaluasi Formula Penentuan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal Menggunakan Data CPT Berdasarkan Metode Langsung (Direct Method)*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan. <https://core.ac.uk/download/pdf/290547945.pdf>

- Setiyo, D., Suhendra, S., & Nuklirullah, M. (2019). Analisis Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Tiang Pancang pada Rencana Pembangunan Komplek Pendidikan Islam Al Azhar 57 Jambi. *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(2), 80-92.
- Suhendra, S., Nuklirullah, M., & Muhammad, F. (2019). Analisis Struktur Jembatan Sungai Kampung Tengah Kecamatan Pelayangan Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 2(2). 50-56.
- Suwarno, S., Siswanto, E., & Wahyudiono, H. (2018). Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Studi Kasus: Pembangunan Gedung STKIP PGRI Trenggalek. *U kaRsT*, 2(2), 145-153.