

## Tinjauan Kapasitasdaya Dukung Pondasi Sumuran Pada Jembatan Wai Pana Seram Bagian Barat

Muh. Sukri Talla<sup>1</sup>, Hadi Purwanto<sup>2</sup>, Herry Henry Roberth<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negri Ambon, Maluku, Indonesia

<sup>2,3</sup>Politeknik Negri Ambon, Maluku, Indonesia  
Sukritalla11051999@gmail.com

**Abstract:** *Susmurian foundations are the most appropriate choice to be applied in construction areas that have hard soil layers located at a depth of between 3 and 5 meters. If a site foundation or other type of direct foundation is applied in a construction area with a hard soil layer that is below 3 meters, the result will be waste due to excavation of soil that is too deep and wide. The purpose of writing this Final Project Proposal is to determine the carrying capacity of the Wai Pana well foundation land permit in Kawa Village. The data source in this research is primary data. Meanwhile, in collecting data in this research, the author used observation, documentation and literature methods. The results of the calculation of the carrying capacity of the land permit according to sondir test data show that the Wai Pana well foundation in Kawa Village was built with a diameter of 3 meters, with a depth of the well foundation of 2.7 meters. The strength value of the bearing capacity ( $Q_a$ ) of the well foundation on the Wai Pana Bridge at a depth of 2.7 meters meets the requirements for safe strength. This is supported by the  $Q_a$  value  $> Q_{max}$  and/or the  $Q_a$  value (735) being on average higher than the  $Q_{max}$  value in the values (671.4, 625.3, 475.1, 463.8, 540.8). This means that the carrying capacity of the Wai Pana Bridge in Kawa Village can be said to have been proven safe.*

**Keywords:** *Well Foundation, Capacity, Carrying Capacity of Land Permit, Bridge Wai Pana*

**Abstrak :** Pondasi sumuran merupakan pilihan yang paling tepat untuk diterapkan pada area-area konstruksi yang mempunyai lapisan tanah keras yang terletak dikedalaman antara 3 sampai 5 meter. Apabila diterapkan pondasi tapak atau jenis pondasi langsung lainnya diarea pembangunan dengan lapisan tanah keras yang berada dibawah 3 meter, maka imbasnya terjadi pemborosan akibat penggalian tanah yang terlalu dalam dan lebar. Tujuan Penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui kapasitas daya dukung ijin tanah pondasi sumuran Wai Pana Desa Kawa. Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer. Sedangkan pengumpulan data dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode observasi, dokumentasi dan kepustakaan. Hasil perhitungan daya dukung ijin tanah menurut data pengujian sondir yang dimana diketahui Pondasi sumuran Wai Pana Desa Kawa dibangun dengan diameter sebesar 3 meter, dengan kedalaman pondasi sumuran adalah sebesar 2.7 meter. Nilai kuat daya dukung ( $Q_a$ ) pondasi sumuran pada Jembatan Wai Pana pada kedalaman 2.7 meter telah memenuhi syarat aman kuat. Hal ini di dukung dengan nilai  $Q_a > Q_{max}$  dan atau nilai  $Q_a$  (735) rata-rata lebih tinggi dari nilai  $Q_{max}$  yang ada pada nilai (671.4, 625.3, 475.1, 463.8, 540,8). Yang artinya kapasitas daya dukung jembatan Wai Pana Desa Kawa dapat dikatakan telah teruji aman.

**Kata Kunci :** Pondasi Sumuran, Kapasitas, Daya Dukung Ijin Tanah, Jembatan Wai Pan

### Pendahuluan

Pondasi ialah salah satu konstruksi sebagai penghubung dalam sebuah struktur dengan tanah. Dalam pembangunan sebuah struktur bangunan dibutuhkan perencanaan pondasi yang dapat menyambung antara tanah dengan sebuah struktur bangunan dengan tepat. Sementara itu, dalam pemilihan pondasi harus dapat disesuaikan dengan struktur tanah, sehingga pondasi tersebut akan terjadi kecocokan dalam berbagai jenis kondisi alam. Biasanya pondasi terdapat dua macam, antara lain; pondasi dangkal dimana di dalamnya termasuk dalam pondasi rakit dan telapak. Sedangkan pondasi dalam terdapat tiang bos, pondasi *strauss*, pondasi sumuran

dan tiang pancang

Desa Kawa merupakan salah satu desa yang terletak di pulau Seram, tepatnya di Kabupaten Seram Bagian Barat. Desa Kawa merupakan salah satu desa yang menjadi lintasan kendaraan darat menuju ke kecamatan-kecamatan lain seperti kecamatan Taniwel dan lain sebagainya. Fasilitas perhubungan (jalan/jembatan) merupakan unsur vital yang diupayakan pemerintah provinsi guna mempermudah akses perhubungan yang senantiasa mendukung aktivitas perekonomian masyarakat.

Dalam perencanaan struktur pondasi biasanya penyimpangan-penyimpangan yang mungkin terjadi di lapangan biasanya telah diantisipasi dengan asumsi-asumsi desain yang diambil dalam perhitungan, penyajian gambar perencanaan yang detail, penyusunan Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS) yang sistematis. Namun demikian seringkali di dalam pelaksanaan pekerjaan pondasi tidak dilakukan dengan baik oleh kontraktor dan pengawas. Pada kasus pondasi sumuran casing buis beton, seharusnya buis beton akan turun secara gravitasi akibat penggalian tanah sehingga rongga antara casing bagian luar dengan tanah dapat diminimalkan. Namun pelaksanaan di lapangan, pekerjaan penggalian sumuran dapat dilakukan terlebih dahulu sesuai kedalaman pada gambar baru kemudian dilanjutkan dengan penurunan buis-buis beton. Ketidaksiesuaian metode konstruksi ini tentunya akan menimbulkan rongga antara casing dengan tanah.

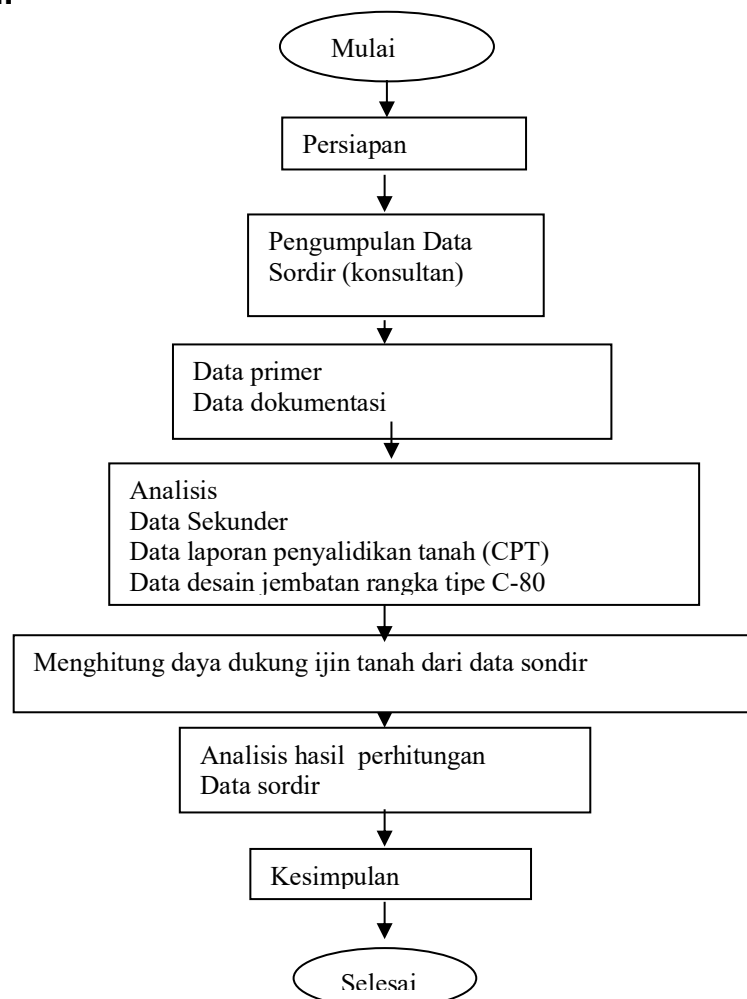
Dalam pembuatan pondasi sumuran. Biasanya terdapat kendala-kendala atau kekurangan pondasi sumuran. Pondasi sumuran biasanya dipengaruhi dan atau sensitive bagi kepadatan tanah. Artinya penerapan pondasi sumuran cukup sensitive bagi kepadatan tanah. Saat melakukan pengeboran, kepadatan tanah di sekitar akang terganggu. Apabila karakteristik tanah berpasir atau berkerikil, maka ada resiko terjadi longsor. Jika terpaksa dilakukan, maka tanah tersebut perlu diberikan *benonite* dan *casing* terlebih dahulu. Masalah yang satu ini juga dapat mempengaruhi kapasitas dan daya dukung tanah terhadap tiang.

Pelaksanaan atau pembuatan jembatan Wai Pana di Desa Kawa yang menggunakan pondasi sumuran, tentunya pihak pekerja mendahulukan factor-faktor pendukung seperti struktur tanah, terlebihnya efisiensi dan efektivitas-nya standar kedalaman pondasi sumuran yang nantinya dipakai dalam mendukung daya dukung jembatan. Faktanya ukuran pondasi sumuran yang efisien dan efektif yakni 3 – 5 meter. Sedangkan data observasi awal di jembatan Wai Pana Desa Kawa pondasi sumuran tersebut dibuat dengan kapasitas kedalam 3 meter, yang merupakan kedalaman minimum. Pembuatan pondasi sumuran pada tingkat kedalaman minimum tersebut kemungkinan akan menjadi masalah kedepan dan atau akan mempengaruhi daya dukung jembatan dikemudian hari.

## **Metode**

Lokasi penelitian dilakukan pada daerah Wai Pana-Pulau Seram- Maluku, Kec. Seram Bagian barat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat dari survey lapangan melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung, yaitu foto-foto kondisi proyek (dokumentasi), data pengalian pondasi sumuran, dan sondir tanah. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait atau literature yang berhubungan dengan penelitian ini seperti data tanah yang digunakan untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah, jenis tanah, data laporan penyelidikan Tanah (CPT), data pembebanan, dan data desain jembatan rangka tipe C-80, sehingga dapat menentukan jenis dan kedalaman pondasi yang akan diteliti. Metode Pengambilan data melalui metode observasi dengan cara mengumpulkan data-data yang dilaksanakan selama pelaksanaanpraktek kerja lapangan (PKL), melihat langsung permasalahan-permasalahanyang terjadi dilapangan, metode kepustakaan, yaitu penulis menggunakan buku-buku referensi dari perpustakaan demi menunjang penulisan ini. Juga penulis mengumpulkan data-data dari internet melalui website dan metode literature, yaitu metode yang digunakan dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, dan mengelola data dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses perencanaan.

### Bagan Pondasi Sumuran



**Gambar 1. Alur Penelitian**

**Hasil dan Pembahasan**

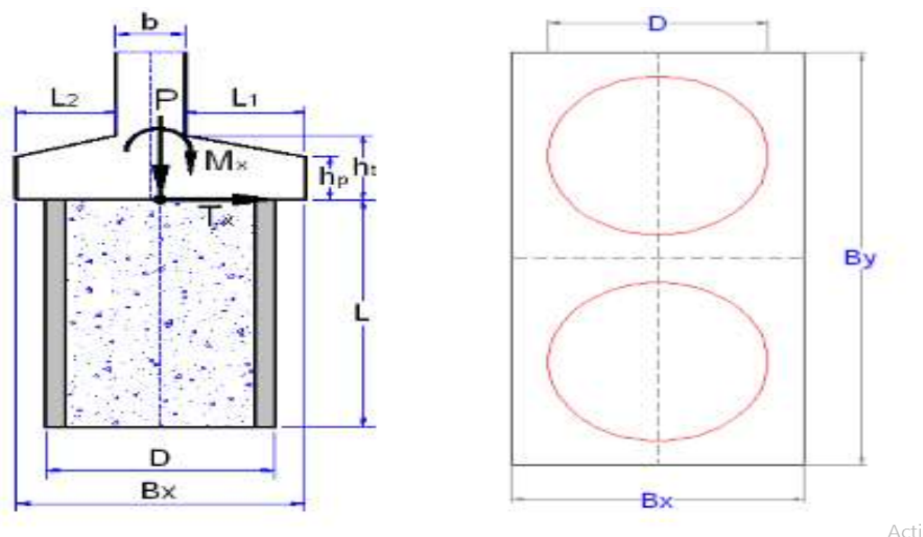
**Sumuran**

Pondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan apa bila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Berikut adalah gambaran pondasi sumuran berdasarkan data lapangan.

**Tabel 1. Dimensi Pondasi Sumuran**

DIMENSI PONDASI SUMURAN			
Diameter Luar,	D	3	M
Kedalaman Sumuran	L	2,7	M
Berat Beton Sumuran,	Wcs	25	kN/m <sup>2</sup>

Sumber: data sekunder Jembatan wai pana (Diolah, 2023)



**Gambar 2. Pondasi sumuran**

Berdasarkan gambaran tabel 1 dan gambar 2 diatas. Terlihat bahwa, diameter luar dari pondari sumuran pada jembaran Wai Pana di Desa Kawa adalah sebesar  $D = 3$  meter, sedangkan kedalaman pondasi sumuran tersebut adalag sebesar  $L = 2.7$  meter. Perencanaan pembuatan pondasi sumuran tersebut juga didapatkan berat beton sumuran adalah sebesar  $Wcs$  25 kN/m<sup>2</sup>.

Bahan/material dan nilai satuan dinding sumuran yang ada pada jembatan Wai Pana Desa Kawa diantaranya bahwa mutu beton yang digunakan untuk pembuatan pondasi sumuran adalah sebesar  $K = 350$ , dengan kuat tekat beton  $Fc' 29.05$ . sedangkan baja tulangan  $-U = 43$ , dengan tegangan leleh baja  $fy = 420$  dan berat beton bertulang yang dipakai untuk menggunakan pondasi adalah  $wc = 25.00$ . disini lain pada tabel 4.3 melihat kadar tanah dasar sumuran. Terlihat bahwa berat volume tanah  $ws = 19$  kN/M<sup>3</sup> dengan kondisi kohesi tanah

adalah  $C = 20 \text{ kg/cm}^2$ . seperti terlihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3 dibawah ini:

**Tabel 2. Bahan/Material Dinding Sumuran**

<b>Bahan/Material Dinding Sumuran dan CAP</b>			
<b>Bahan</b>	<b>Simbol</b>	<b>Nilai Satuan</b>	<b>Satuan</b>
Mutu Beton	K-	350	Mpa
Kuat Tekan Beton	Fc'	29.05	Mpa
Mutu Baja Tulangan	-U	42	Kg/m <sup>3</sup>
Tegangan Leleh Baja	Fy	420	Mpa
Modulus Elastis Beton	Ec	21410	Mpa
Berat Beton Bertulang	Wc	25.00	kN/m <sup>3</sup>

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

**Tabel 3. Tanah Dasar Sumuran**

<b>Tanah Dasar Sumuran</b>			
<b>Bahan</b>	<b>Simbol</b>	<b>Nilai Satuan</b>	<b>Satuan</b>
Berat Volume Tanah	Ws	19	kN/m <sup>3</sup>
Sudut Gesek Dalam	$\phi$	33	O
Kohesi Tanah	C	20	Kg/cm <sup>2</sup>

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

**Tabel 4. Tenaga Beton**

<b>Tegangan Beton</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Mutu beton pondasi sumuran	K -	350
Kuat tekan beton sumuran	f'c =	29, 05
Kuat tekan beton sumuran	f'c =	29050
Tegangan ijin beton sumuran (f ijin) = 0.2*f'c	f ijin =	5810

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

Selain struktur tanah, Pembuatan pondasi sumuran pada jembatan Wai Pana Desa Kawa juga didukung dengan tenaga beton yang nantinya mendukung kekuatan jembatan. Pada tabel 4.4 diatas, terlihat mutu beton yang dipakan dalam membuat pondasi sumuran adalah sebesar  $K = 350$ . Sedakan tekanan dari beton tersebut adalah sebesar  $f'c = 29.05 \text{ Mpa}$  dan atau sebesar  $290.05 \text{ kN/m}^2$ . Sedangkan tegangan ijin beton sumuran/ $f_{ijin} = 5810 \text{ kN/m}^2$ .

### **Daya Dukung Ijin Tanah**

#### **Berdasarkan Data Pengujian Sondir (Meyerhof)**

Daya Dukung Ijin Tanah ( $q_a$ ), dihitung dengan rumus:

$$q_a = q_c / 33 * [(D+0.3) / D]^2 * K_d \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$K_d = 1 + 0.33 * L / D < 1.33$$

**Tabel 5. Daya Dukung Ijin Tanah( $q_a$ )**

<b>Daya Dukung Ijin Tanah(<math>q_a</math>)</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
$q_c =$ nilai konus pada kedalaman L,	$q_c$	250
D = Diameter (lebar) sumuran,	D	3
L = kedalaman sumuran,	L	2,7
	$K_d = 1 + 0.33 * L / D$	1,297
Diambil,	$K_d$	1,297
	$q_a = q_c / 33 * [(D+0.3)/D]^2 * K_d$	11,88917
$Q_a$		1188,917

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

**Berdasarkan Data Pengujian Spt (Bowles)**

Daya Dukung Ijin Tanah (qa), dihitung dengan rumus:

$$qa = 12.5 * N * [(D+0.3/D)^2 * Kd \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$Kd = 1 + 0.33 * L / D < \quad 1.33$$

**Tabel 6. Daya Dukung Ijin Tanah (qa)**

Daya Dukung Ijin Tanah (qa)	Nilai	Satuan
N = nilai SPT hasil pengujian, N	60	pukulan/30 cm
D = Diameter (lebar) sumuran, D	3	M
L = kedalaman sumuran, L	2,7	M
$Kd = 1 + 0.33 * L / D$	1,297	
Diambil, Kd	1,297	
Nilai SPT terkoreksi, $N' = 15 + 1/2 * (N - 15)$	37,5	pukulan/30cm
$qa = qc / 33 * [(D+0.3)/D]^2 * Kd$	735,6422	kN/m <sup>2</sup>

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

**Berdasarkan Data Pengujian Laboratorium (Terzaghi Dan Thomlinson)**

Daya Dukung Ijin Tanah (qa), dihitung dengan rumus:

$$Qult = 1.3 * C * Nc + \gamma * Df * Nq + 0.6 * \gamma * R * Ny$$

**Tabel 7 .Daya Dukung Ijin Tanah (qa)**

Daya Dukung Ijin Tanah (qa)	Satuan	Nilai
Df = Kedalaman Sumuran	Df = L =	2,7 m
R = Jari-jari Penampang Sumuran	R = D/2 =	1,5 m

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

Parameter kekuatan Tanah dasar Sumuran dapat di lihat pada tabel tersebut

**Tabel 8. Parameter Kekuatan Tanah Didasar Sumuran**

Parameter Kekuatan Tana Didasar Sumuran	Nilai	Satuan
Berat Volume Tanah $\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Sudut Gesek Dalam $\phi$	33	°
Kohesi C	1961, 33	kN/m <sup>2</sup>
$Nc = (288 + 4.3*\phi) / (35 - \phi)$	184,95	
$Nq = (40 + 5*\phi) / (35 - \phi)$	102, 5	
$N = (6*\phi) / (35 - \phi)$	99	
$Qult = 1.3 * C * Nc + \gamma * Df * Nq + 0.6 * \gamma * R * Ny$	478523, 5	kN/m <sup>2</sup>
Angka aman, SF	3	
$qa = qult / SF$	159507, 8	kN/m <sup>2</sup>

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

Perhitungan daya dukung pondasi sumuran ini menggunakan tiga rumus yaitu Meyerhoff,

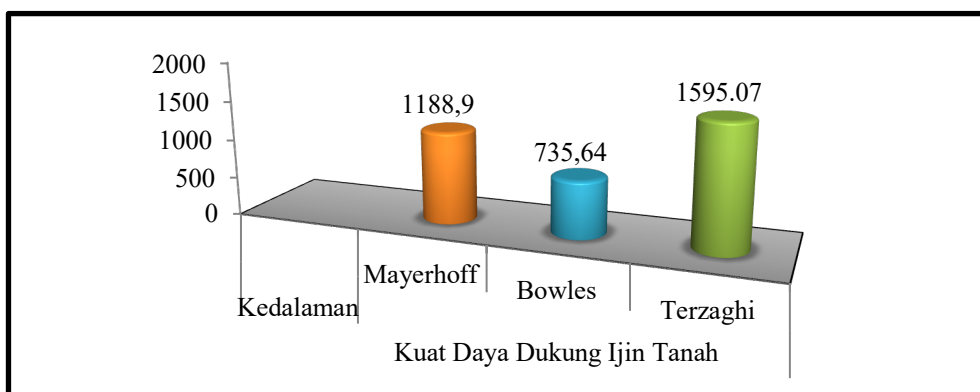
Bowles dan Terzaghi dengan mempelajari sifat-sifat teknis tanah. Data tanah yang digunakan dalam analisa daya dukung pondasi sumuran adalah berdasarkan data sondir (Mayerhoff), data SPT (Bowles) dan data laboratorium.

Hasil analisis daya dukung ijin ( $Q_a$ ) pada beberapa kedalaman pondasi sumuran yang dianalisa dengan ketiga metode diatas dan dapat disajikan dalam tabel 9 dibawah ini.

**Tabel 9. Hasil Uji Daya Dukung ijin Tanah (Meyerhoff, Bowles dan Terzaghi)**

Kedalaman (m)	Kuat Daya Dukung Ijin Tanah		
	Mayerhoff	Bowles	Terzaghi
3.00	1188,917	735,6422	1595.078

Sumber: Data Primer (Diolah, 2023)



**Gambar 2 Hasil Uji Daya Dukung ijin Tanah tiga metode**

Tabel 9 dan gambar 2 menunjukkan uji daya dukung tanah antara metode meyerhoff, bowel dan terzaghi. Besarnya nilai daya dukung ijin tanah ( $q_a$ ) pada kedalaman 2.7 meter pada masing-masing metode yaitu metode meyerhoff adalah sebesar 1188.9, sedangkan beban vertical yang didapat dengan menggunakan metode Bowel adalah sebesar 735.64. terlebihnya hasil uji daya dukung dengan menggunakan metode Terzaghi adalah sebesar 1595.07.

Dari hasil uji daya dukung tanah dari ketiga metode diantaranya metode Meyerhoff, Bowel dan Terzaghi, juga terlihat bahwa terdapat daya dukung ijin tanah terkecil adalah berkisar 735.6442 kN/m<sup>2</sup>. Seperti terlihat pada tabel 10 dibawah ini:

**Rekapitulasi Daya Dukung Ijin Tanah**

**Tabel 10. Uraian Daya Dukung Ijin Tanah**

	Uraian Daya Dukung Ijin Tanah	Nilai	Satuan
1.	Berdasarkan Data Pengujian Sondir	1188,917	kM/m <sup>2</sup>
2.	Berdasarkan Data Pengujian Spt	735, 6422	
3.	Berdasarkan Data Pengujian Laboratorium	1595.078	kM/m <sup>2</sup>
4	Daya Dukung Ijin Tanah Terkecil, $Q_a$	735, 642	kM/m <sup>2</sup>
	Diambil Daya Dukung Ijin Tanah: $Q_a$	735	

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

**Kontrol Tegangan Tanah Didasar Sumuran**

Pada dasarnya daya dukung pondasi sumuran tergantung dari bagaimana nilai  $Q_{max} <$

Qa. Terlihat bahwa kombinasi beban yang terdapat pada tabel 4.11 dibawah, menunjukkan nilai  $Q_{max}$  pada kolom KUAT – 1 adalah sebesar 671.496, KUAT – 2 adalah sebesar 625.347, KUAT-3 adalah 475.176 dan nilai KUAT-4 dan KUAT-5 adalah sebesar 463.82 dan 540.839. nilai ini menunjukkan kombinasi beban dan menentukan kondisi pondasi akan dikatakan aman atau tidak.

Faktanya jika dilihat dari asumsi mendasar bahwa jika  $Q_a > Q_{max}$  menunjukkan bahwa daya dukung pondasi sumuran aman. Sebaliknya jika  $Q_a < Q_{max}$  maka daya dukung pondasi sumuran tidak aman. Maka dapat dilihat nilai  $Q_a$  pada umumnya lebih besar ( $>$ ) dari  $Q_{max}$ . Yang artinya daya dukung pondasi sumuran atas media jembatan dikatakan aman. Seperti ditunjukkan pada hasil tabel 11 dibawah ini:

**Tabel 11. Kombinasi Beban**

No	Kombinasi Beban	K %	$V_{tot}$ (Kn)	$Q_{max}$ (Kn/M <sup>2</sup> )	$Q_a$ (Kn/M <sup>2</sup> )	Keterangan
1.	KUAT – 1	100 %	9493	671,496	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN
2.	KUAT – 2	100 %	8841	625,347	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN
3.	KUAT – 3	100 %	6718	475,176	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN
4.	KUAT – 4	100 %	6557	463,828	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN
5.	KUAT – 5	100 %	7646	540,837	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN
6.	EKSTRIM – I	100 %	7074	498,439	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN
7.	EKTRIM –II	100 %	7373	521,513	735	$q_a > q_{max}$ ..AMAN

Sumber: Data Sekunder jembatan Waipana (diolah, 2023)

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian diatas. Maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut: Nilai kuat daya dukung ( $Q_a$ ) pondasi sumuran pada Jembatan Wai Pana pada kedalaman 2.7 meter telah memenuhi syarat aman kuat. Hal ini di dukung dengan nilai  $Q_a > Q_{max}$  dan atau nilai  $Q_a$  (735) rata-rata lebih tinggi dari nilai  $Q_{max}$  yang ada pada nilai (671.4, 625.3, 475.1, 463.8, 540,8). Yang artinya kapasitas daya dukung jembatan Wai Pana Desa Kawa dapat dikatakan telah teruji aman.

## Referensi

- Bowles, JE. 1992. *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill Book Company:USA.
- Cholid Moh. I, Sigit Winarto, Yosef Cahyo, 2020., *Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Balai Pembangunan SDM dan Pertanian Bantul DIY*. Jumateks. Vol 3. No 1. Hal 45.
- Hardiyatmo,H.C. 2002. *Teknik Pondasi 1*. Beta Offset:Yogjakarta.
- Hardiyatmo,H.C. 2002. *Teknik Pondasi 2*. Beta Offset:Yogjakarta.
- Kalangie, Venita,2014, " *Tinjauan Metode Pelaksanaan dan Analisa DayaDukung Pondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Kantor OtoritasBandar Udara Wilayah VIII Sama Ratulangi Manado*, Politeknik NegeriManado. . Manado
- Leonards. 1962. *Foundation Engineering*. McGraw-Hill Book Company: USA.
- Nasution, A. 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Institut TeknologiBandung:Bandung
- Nawy, E.G. 2010. *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar, terjemahan BambangSuryoatmono*. Refika Aditama : Bandung

- Muhammad,B.A. 2020. Analisis Daya Dukung Pondasi Sumuran, Vol.1, No.1: Universitas Muhammadiyah Puwokerto
- Pamungkas, A., dan Erni, H. 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Andy Offset:Yogyakarta
- Peck, R.B., W.E. Hanson., T.H. Thornburn. 1966. *Teknik Fondasi*. Gadjah MadaUniversity: Yogyakarta.
- Pamungkas, A. Harianti, E, (2013), *Desain Pondasi Tahan Gempa*.ANDIOFFSET
- Poluan, Zwingly. 2014. Tugas Akhir "*Desain pondasi Pada ProyekPembangunan Golden Kawanaud'*",Politeknik Negeri Manado. Manado
- Sardjono.H.S. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*.Sinar Wijaya: Surabaya.
- Simalinga Soaloon P, Agus Purba, Kasimir Sawito, 2021., *Studi Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi (Perbandingan ANtara Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Sumuran)*. Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS). Vol 4. No 1. Hal 22.
- Stiglat,K. dan Wippel, H. 1989. *Pelat Edisi 3*. Erlangga: Jakarta.
- Tomlinson.M.J. 1977.*Pile Design and Construction Pile*. Viewpoint Publications:London.
- Wesley, LD. 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. 1983. *Peraturan PembebananIndonesia Untuk Gedung (PPIUG)*.