

**NILAI KAPASITAS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI DANGKAL  
PADA DAERAH X, PULAU SERAM, MALUKU****Ilham Gulamanzaki Muharraran Renaldi\*, Zufaldi Zakaria\*, Raden Irvan Sophian\*,  
(Corresponding email : ilhamgm29@gmail.com)**

\*Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

---

**ABSTRACT**

*Bearing capacity and foundation settlement analysis is required to minimize the possibility of collapsing in construction. This research is located at Seram Island, Maluku. The purpose of this study is to identify the bearing capacity of shallow foundation and its settlement based on the strength of the constituent materials in the study area. The methods used in this study is quantitative research using the equation from Mayerhoff and Burland to get the value of bearing capacity and settlement. The results show that the study area has various values at each bore hole. TB-5 has the highest allowable bearing capacity ( $q_a$ ) of 8,47 t/m<sup>2</sup>, with the lowest foundation settlement of 0,207 cm. TB-4 has the lowest  $q_a$  of 0,34t/m<sup>2</sup>, with the highest foundation settlement of 3,068 cm. Based on the research results, footings reinforcement is needed to increase the value of the bearing capacity in this area.*

**Keywords :** *Bearing Capacity, Foundation Settlement, Shallow Foundation, Seram Island*

**ABSTRAK**

Analisis terhadap kapasitas daya dukung serta penurunan pondasinya dibutuhkan untuk meminimalisir kemungkinan terjadi keruntuhan pada bangunan. Daerah penelitian berada di Pulau Seram, Provinsi Maluku. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengidentifikasi besar kapasitas daya dukung pondasi dangkal serta penurunannya berdasarkan kondisi kekuatan dari material penyusun pada daerah penelitian. Metode penelitian kuantitatif menggunakan persamaan dari Mayerhoff dan Burland untuk mendapatkan nilai daya dukung serta besar penurunannya. Hasil menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai yang beragam pada setiap titik bor. TB-5 memiliki nilai kapasitas daya dukung izin ( $q_a$ ) terbesar yaitu 8,47 t/m<sup>2</sup>, dengan penurunan pondasi terkecil yaitu 0,207 cm. TB-4 memiliki  $q_a$  terkecil dengan 0,34t/m<sup>2</sup> dan penurunan pondasi terbesar yaitu 3,068 cm. Berdasarkan hasil penelitian, pada daerah ini diperlukan perkuatan pada pondasi untuk meningkatkan nilai daya dukung.

**Kata Kunci:** Kapasitas Daya Dukung, Penurunan Pondasi, Pondasi Dangkal, Pulau Seram

---

## PENDAHULUAN

Kapasitas daya dukung sangat penting untuk menjadi dasar dalam mendirikan suatu konstruksi. Daya dukung adalah tegangan atau tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu pondasi tanpa mengalami keruntuhan pada tanah atau batuan (Bobrowsky, 2018). Pondasi dangkal diartikan sebagai pondasi yang hanya mampu menerima beban relatif kecil dan secara langsung menerima beban bangunan (Hardiyatmo, 2002). Pondasi dikategorikan dangkal jika lebar pondasi, sama atau lebih besar kedalaman pondasi (Bowles, 1984). Diperlukan analisis yang baik terhadap kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi untuk meminimalisir kemungkinan keruntuhan pada konstruksi.

Daerah penelitian berada di Pulau Seram, Provinsi Maluku. Tujuan penelitian ini ialah untuk mengidentifikasi nilai kapasitas daya dukung pondasi dangkal serta penurunannya berdasarkan kondisi kekuatan dari material penyusun pada daerah penelitian.

## GEOLOGI REGIONAL

Daerah penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Regional Lembar Masohi, Maluku skala 1 : 250.000 (Tjokrosapoetro, 1993). Daerah ini merupakan zona pedataran wilayah Pulau Seram. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Masohi,

Maluku, Stratigrafi pada daerah penelitian didominasi oleh endapan kuartar yaitu berupa aluvium dan batugamping koral. Batugamping Koral (Q1), formasi ini terdiri dari batugamping koral berstruktur terumbu. Aluvium (Qa), formasi ini terdiri dari lanau, pasir dan kerikil (Tjokrosapoetro, dkk., 1993).

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Menurut Creswell (1944) penelitian kuantitatif adalah penelitian empiris di mana data-datanya dalam bentuk sesuatu yang dapat dihitungkan, penelitian kuantitatif memperhatikan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik. Hasil penelitian diperoleh dari pengukuran terkontrol sehingga hasil yang didapat berupa fakta dan diharapkan dapat menjelaskan hubungan sebab-akibat dari permasalahan yang ada.

Tahapan penelitian dijelaskan dalam bagan alir (Gambar 1). Data yang digunakan berupa hasil uji SPT (*Standard Penetration Test*) pada 6 titik pada daerah penelitian. Data tersebut lalu di konversi menjadi sifat fisik dan mekanik yang dibutuhkan untuk analisa seperti kohesi (c), sudut geser dalam ( $\phi$ ), serta *unit weight*. Untuk mengkonversi tersebut penulis menggunakan metode dari Kumar

(2016) untuk menghitung kohesi serta sudut geser dalam, sedangkan untuk *unit weight* penulis mengacu pada tabel yang dibuat oleh Whiliam (1962). Setelah didapat nilai sifat fisik dan mekanik, dilakukan analisis kapasitas daya dukung dangkal dan analisis penurunan pondasi dangkal. Pondasi yang digunakan memiliki kedalaman 3 m serta memiliki panjang dan lebar 9 m. Analisis kapasitas daya dukung dangkal menggunakan metode Meyerhoff (1974) , dan analsis penurunan pondasi dangkal menggunakan metode Burland (1985). Analisis tersebut dilakukan pada setiap titik bor pada daerah penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Material Daerah Penelitian

Litologi penyusun pada daerah penelitan terbagi menjadi satuan aluvium (SA) dan satuan batugamping koral (SBGk) (Gambar 2). Satuan aluvium tersebar dibagian utara daerah penelitian Utara yang tersebar dari barat ke timur. Karakteristik dari Satuan Aluvium (Sa) dicirikan dengan terdapatnya material lempung, pasir, dan batugamping. Karakteristik dari Satuan Batugamping Koral (SBGk) dicirikan dengan terdapatnya batugamping dengan warna lapuk abu abu kecoklatan, warna segar putih, ukuran butir pasir halus, kemas tertutup, pemilahan baik, kekerasan keras.

Uji *Standard Penetration Test* (SPT) dilakukan pada 6 titik bor yang tersebar pada daerah penelitian (Gambar 2) dengan kedalaman bervariasi mulai dari 21- 30 m. Secara umum 6 titik bor memiliki litologi yang didominasi oleh material kohesif dan juga terdapat maetrial nonkohesif. Material kohesif memiliki tingkat kepadatan *Stiff – Hard* dengan nilai N-SPT berkisar dari 11 – 50. Material nonkohesif memiliki tingkat kepadatan *very loose – loose* dengan nilai N-SPT berkisar dari 1 – 4.

### Sifat Fisik dan Mekanik Material

Pada penelitian ini digunakan pondasi dangkal dengan kedalaman 3 m, maka dari itu lapisan material yang menjadi fokus adalah material ujung pondasi tersebut. Nilai kohesi didapatkan dari hasil korelasi menggunakan persamaan yang dibuat oleh Kumar (2016):

$$C = -2,2049 + 6,484N \text{ (Tanah Kohesif)}$$

$$C = -16,5 + 2,15N \text{ (Tanah Non-kohesif)}$$

Di mana C merupakan kohesi ( $\text{kN/m}^2$ ) dan N merupakan nilai N-SPT (blows/feet). Persamaan untuk korelasi nilai N-SPT ( $N \leq 4$ ) dan ( $N=4-50$ ) dengan nilai sudut geser dalam sebagai berikut:

$$\phi = 7N \text{ (} N \leq 4 \text{)}$$

$$\phi = 27,12 + 0,2857N \text{ (} N=4-50 \text{)}$$

Di mana  $\phi$  merupakan sudut geser dalam ( $^\circ$ ) dan N merupakan nilai N-SPT

(blows/feet). *Unit weight* mengacu pada tabel yang dibuat oleh Whiliam (1962, dalam Kumar, et al 2016).

Didapat hasil dari korelasi tersebut (Tabel 1). TB-1 memiliki nilai kohesi 179,3 kN/m<sup>2</sup>, sudut geser dalam 35,1°, dan *unit weight* 20 kN/m<sup>3</sup>; TB-2 memiliki nilai kohesi 82,1 kN/m<sup>2</sup>, sudut geser dalam 30,8°, dan *unit weight* 19 kN/m<sup>3</sup>; TB-3 memiliki nilai kohesi 69,1 kN/m<sup>2</sup>, sudut geser dalam 30,3°, dan *unit weight* 19 kN/m<sup>3</sup>; TB-4 memiliki nilai kohesi 23,7 kN/m<sup>2</sup>, sudut geser dalam 28°, dan *unit weight* 17 kN/m<sup>3</sup>; TB-5 memiliki nilai kohesi 198,8 kN/m<sup>2</sup>, sudut geser dalam 36°, dan *unit weight* 22 kN/m<sup>3</sup>; TB-4 memiliki nilai kohesi 88,6 kN/m<sup>2</sup>, sudut geser dalam 31,1°, dan *unit weight* 19 kN/m<sup>3</sup>.

### Daya Dukung Pondasi Dangkal

Metode perhitungan daya dukung dangkal yang digunakan yaitu Meyerhoff (1974). Pada penelitian ini pondasi dangkal memiliki kedalaman 3 m dengan lebar dan panjang pondasi 9 m, dan besar sudut inklinasi beban dibuat 0°. Perhitungan daya dukung dilakukan pada setiap titik bor (TB) pada daerah penelitian.

Dalam Meyerhoff (1963) dalam menghitung daya dukung pondasi dangkal diperlukan beberapa faktor diantaranya faktor daya dukung, bentuk, kedalaman, serta inklinasi. Didapat hasil sebagai berikut

(Tabel 2), untuk faktor daya dukung nilai NC berkisar dari 27,86 – 75,31; Nq berkisar dari 16,44 – 64,2; dan Ny berkisar dari 13,236 – 93,69. Untuk faktor bentuk nilai λ<sub>cs</sub> berkisar dari 1,105 – 1,238; nilai λ<sub>qs</sub> berkisar dari 1,053 – 1,119; dan λ<sub>ys</sub> berkisar dari 1,053 – 1,119. Untuk faktor kedalaman nilai λ<sub>cd</sub> berkisar dari 1,461 – 1,694; nilai λ<sub>qd</sub> berkisar dari 1,231 – 1,347; dan λ<sub>yd</sub> berkisar dari 1,231 – 1,347. Dan faktor inklinasi memiliki nilai 1.

Setelah didapat nilai faktor yang dibutuhkan untuk perhitungan daya dukung dangkal metode Meyerhoff, dibutuhkan nilai daya dukung batas (q<sub>ult</sub>) melalui persamaan:

$$q_{ult} = C' \lambda_{cs} \lambda_{cd} \lambda_{ci} N_c + q \lambda_{qs} \lambda_{qd} \lambda_{qi} N_q + 1/2 \lambda_{ys} \lambda_{yd} \lambda_{yi} N_\gamma$$

Di mana q<sub>ult</sub> merupakan kapasitas daya dukung batas (t/m<sup>2</sup>); C merupakan kohesi (kN/m<sup>2</sup>); q merupakan tekanan pada lapisan dasar pondasi (kN/m<sup>2</sup>); λ<sub>cs</sub>, λ<sub>qs</sub>, λ<sub>ys</sub> merupakan faktor bentuk pondasi; λ<sub>cd</sub>, λ<sub>qd</sub>, λ<sub>yd</sub> merupakan faktor kedalaman pondasi λ<sub>ci</sub>, λ<sub>qi</sub>, λ<sub>yi</sub> merupakan faktor inklinasi atau kemiringan beban dan N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub>, N<sub>γ</sub> merupakan faktor daya dukung.

Melalui persamaan tersebut didapat angka daya dukung batas (q<sub>ult</sub>) pada setiap titik bor (Tabel 3) sebagai berikut: TB-1 memiliki nilai 17,24 t/m<sup>2</sup>; TB-2 memiliki nilai 3,9 t/m<sup>2</sup>; TB-3 memiliki nilai 2,7

t/m<sup>2</sup>; TB-4 memiliki nilai 1,01 t/m<sup>2</sup>; TB-5 memiliki nilai 25,4 t/m<sup>2</sup>; TB-6 memiliki nilai 4,23 t/m<sup>2</sup>.

Dalam Zakaria (2006) dijelaskan bahwa daya dukung izin (*allowable bearing capacity* atau  $q_a$ ) bergantung kepada seberapa besar faktor keamanan (F) yang dipilih. Pada penelitian ini digunakan F sebesar 3.

$$q_a = \frac{q_{ult}}{F}$$

Di mana  $q_a$  merupakan kapasitas daya dukung izin (t/m<sup>2</sup>) dan F merupakan faktor keamanan. Didapat hasil sebagai berikut: TB-1 memiliki nilai 5,75 t/m<sup>2</sup>; TB-2 memiliki nilai 1,3 t/m<sup>2</sup>; TB-3 memiliki nilai 0,9 t/m<sup>2</sup>; TB-4 memiliki nilai 0,34 t/m<sup>2</sup>; TB-5 memiliki nilai 8,47 t/m<sup>2</sup>; TB-6 memiliki nilai 1,41 t/m<sup>2</sup>.

### Penurunan Pondasi Dangkal

Perhitungan daya dukung dilakukan pada setiap titik bor (TB) pada daerah penelitian menggunakan persamaan dari (Burland,1985):

$$S = \sigma'_{v0} \cdot B^{0,7} \cdot \frac{I_c}{3} + B^{0,7} \cdot I_c$$

Dengan S adalah penurunan total (m),  $\sigma'_{v0}$  adalah tekanan geostatik pada kedalaman tertentu (kN/m<sup>2</sup>), B merupakan lebar dari pondasi (m), dan  $I_c$  adalah indeks kompresibilitas. Tekanan geostatik dapat dihitung menggunakan

persamaan dari (Vitale, 2013) dan indeks kompresibilitas dapat dicari dengan persamaan (Burland, 1985):

$$I_c = \frac{1,7}{N^{1,4}}$$
$$\sigma'_{v0} = \gamma \cdot D$$

Dengan N merupakan nilai N-SPT (*blows/feet*),  $\gamma$  adalah *unit weight* material serta D merupakan kedalaman pondasi (m). Setelah melalui perhitungan (Tabel 4), didapat TB-1 memiliki nilai  $I_c$  0,016 dan  $\sigma'_{v0}$  6 kN/m<sup>2</sup>; TB-2 memiliki nilai  $I_c$  0,0469 dan  $\sigma'_{v0}$  5,7 kN/m<sup>2</sup>; TB-3 memiliki nilai  $I_c$  0,0592 dan  $\sigma'_{v0}$  5,7 kN/m<sup>2</sup>; TB-4 memiliki nilai  $I_c$  0,2441 dan  $\sigma'_{v0}$  5,1 kN/m<sup>2</sup>; TB-4 memiliki nilai  $I_c$  0,2441 dan  $\sigma'_{v0}$  5,1 kN/m<sup>2</sup>; TB-5 memiliki nilai  $I_c$  0,0139 dan  $\sigma'_{v0}$  6,6 kN/m<sup>2</sup>; TB-6 memiliki nilai  $I_c$  0,0423 dan  $\sigma'_{v0}$  4,7 kN/m<sup>2</sup>.

Lalu didapat besar nilai penurunan sebagai berikut (Tabel 5), TB-1 memiliki penurunan sebesar 0,224 cm; TB-2 sebesar 0,622 cm; TB-3 sebesar 0,8 cm; TB-4 sebesar 3,068 cm; TB-5 sebesar 0,207 cm; TB-6 sebesar 0,57 cm.

### KESIMPULAN

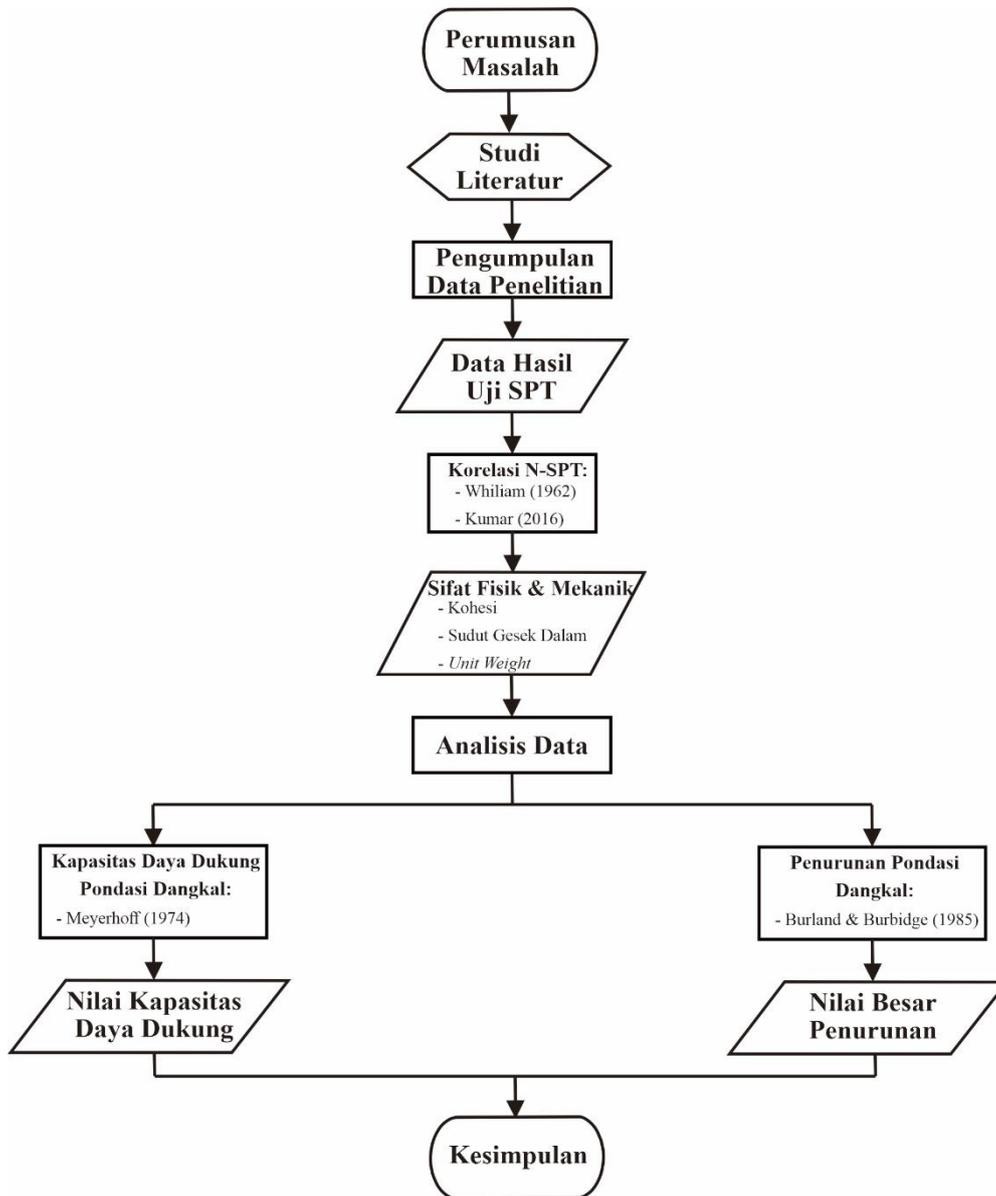
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada daerah penelitian kapasitas daya dukung masih tergolong kecil dengan penurunannya yang besar maka dari itu diperlukan tambahan perkuatan pada

pondasi untuk meningkatkan nilai daya dukung serta mengurangi besar penurunan pada pondasi.

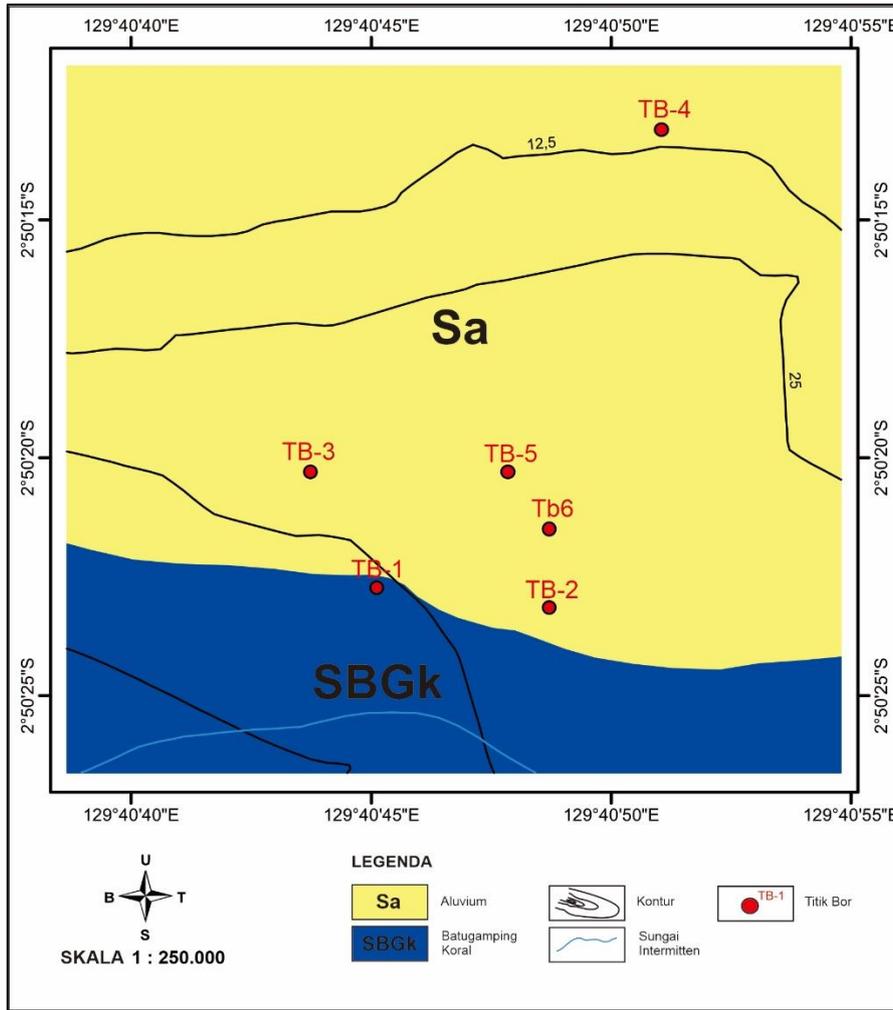
#### DAFTAR PUSTAKA

- Bobrowsky, P., T., Marker, B. (2018). *Encyclopedia of Engineering Geology*. New York: Springer International Publishing. 1200 pp.
- Bowles, J.E. (1984). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. USA: McGrawHill, Inc. 578 pp.
- Burland, J., B., Burridge, M., C. (1985). *Settlement of Foundations on Sand and Gravel*. Proc. Instn Ch Engrs, Part 1, 78, 1325-1381.
- Creswell, J. (1994). *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*. London: SAGE Publications. 228 pp.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 399 hal.
- Kumar, R., Bhargava, K., Choudhury, D. (2016). *Estimation of Engineering Properties of Soils from Field SPT Using Random Number Generation*. INAE Letter, 1(3-4), 77-84.
- Meyerhof, G.G. (1963). *Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations*, Canadian Geotechnical Journal, 1, 16-26.
- Meyerhof, G.G. (1974) *Ultimate Bearing Capacity of Footings on Sand Layer Overlying Clay*. Canadian Geotechnical Journal, 11, 223-229.
- Tjokrosoetro, S., Achdan, A., Suwitodirjo, K., Rusmana, E. (1993). *Peta Geologi Lembar Masohi Maluku (Skala 1:250.000)*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Vitale, P., Skuodis, S. (2013). *Analysis of Shallow Foundations Settlements Via Different Calculation Methods*. Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers Science, 20, 1-8
- Zakaria, Z. (2006). *Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal*. Sumedang: Laboratorium Geologi Teknik - Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran. 14 hal.

## LAMPIRAN



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



**Gambar 2.** Peta Kondisi Litologi dan Sebaran Titik Bor Daerah Penelitian

**Tabel 1.** Sifat Fisik dan Mekanik Hasil Korelasi N-SPT

Lubang Bor	Litologi	Kedalaman (m)	N-SPT	Kohesi (kN/m <sup>2</sup> )	Phi (°)	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )
TB-1	Lempungan	1,50 - 3,70	28	179,3	35,1	20
TB-2	Lempung	1,00 - 4,00	13	82,1	30,8	19
TB-3	Lempung	2,00 - 4,00	11	69,1	30,3	19
TB-4	Pasir Lempungan	1,80 - 4,00	4	23,7	28	17
TB-5	Lempungan	1,20 - 4,00	31	198,8	36	22
TB-6	Lempungan	1,30 - 4,00	14	88,6	31,1	19

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Faktor Metode Meyerhoff

Titik Bor	Faktor Daya Dukung				Faktor Bentuk			
	Phi (°)	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>	Panjang (m)	λ <sub>cs</sub>	λ <sub>qs</sub>	λ <sub>γs</sub>
TB-1	38,66	61,35	48,93	64,073	9	1,149	1,074	1,074
TB-2	31,12	32,67	20,63	18,564	9	1,140	1,070	1,070
TB-3	29,83	27,86	16,44	13,236	9	1,132	1,066	1,066
TB-4	23,94	27,86	16,44	13,236	9	1,105	1,053	1,053
TB-5	43,25	75,31	64,2	93,69	9	1,238	1,119	1,119
TB-6	31,73	32,67	20,63	18,564	9	1,143	1,072	1,072
Titik Bor	Faktor Kedalaman				Faktor Inklinasi			
	Kedalaman (m)	λ <sub>cd</sub>	λ <sub>qd</sub>	λ <sub>γd</sub>	Sudut (°)	λ <sub>ci</sub>	λ <sub>qi</sub>	λ <sub>γi</sub>
TB-1	9	1,518	1,259	1,259	0	1	1	1
TB-2	9	1,461	1,231	1,231	0	1	1	1
TB-3	9	1,694	1,347	1,347	0	1	1	1
TB-4	9	1,538	1,269	1,269	0	1	1	1
TB-5	9	1,694	1,347	1,347	0	1	1	1
TB-6	9	1,538	1,269	1,269	0	1	1	1

**Tabel 3.** Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal

Daya Dukung	TB-1	TB-2	TB-3	TB-4	TB-5	TB-6
q <sub>ult</sub> (t/m <sup>2</sup> )	17,24	3,9	2,7	1,01	25,4	4,23
q <sub>a</sub> (t/m <sup>2</sup> )	5,75	1,3	0,9	0,34	8,47	1,41

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Indeks Kompresibilitas dan Tekanan Geostatik

Lubang Bor	TB-1	TB-2	TB-3	TB-4	TB-5	TB-6
I <sub>c</sub>	0,016	0,0469	0,0592	0,2441	0,0139	0,0423
σ <sup>2</sup> <sub>v0</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	6	5,7	5,7	5,1	6,6	5,7

**Tabel 5.** Nilai Penurunan Pondasi Dangkal

Lubang Bor	TB-1	TB-2	TB-3	TB-4	TB-5	TB-6
Penurunan (cm)	0,224	0,633	0,8	3,068	0,207	0,57