



DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL DAN DALAM PADA LOKASI BH01, DAERAH PANYIPATAN, KABUPATEN TANAH LAUT, KALIMANTAN SELATAN.

Nur Hasanah^{1*}, Jodi Prakoso², Zufialdi Zakaria¹, Raden Irvan Sophian¹.

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung.

²PT. Kwarsa Hexagon, Bandung.

*Korespondensi: Nur14036@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Dalam suatu pembangunan, kendala yang dihadapi umumnya terkait masalah daya dukung, sehingga dalam perencanaan pondasi perlu diketahui beban maksimum dari suatu tanah dan batuan agar manfaat bangunan tersebut dapat berjalan sesuai rencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan nilai daya dukung pondasi dangkal dan dalam pada lokasi titik bor BH01 dengan menggunakan data geolistrik, pemboran dan uji SPT (*standard penetration test*) serta pemilihan jenis pondasi yang sesuai dengan konstruksi. Beberapa metode yang digunakan ialah uji geolistrik sebagai penyelidikan awal untuk perkiraan litologi menggunakan tabel dari Loke, kemudian pemboran sekaligus uji SPT untuk mengetahui jenis material serta kekuatan material bawah permukaan, serta persamaan Mayerhoff untuk perhitungan pondasi dangkal dan persamaan Reesa & Wright untuk perhitungan pondasi dalam. Dari hasil uji geolistrik, kondisi lapisan bawah permukaan pada BH01 dibagi menjadi 3 lapisan dimana lapisan pertama merupakan tanah penutup berupa alluvium dengan nilai resistivitas 90-153 Ωm , kemudian lapisan kedua memiliki nilai resistivitas terendah yaitu <128 Ωm diperkirakan merupakan batuan beku atau sedimen yang telah mengalami pelapukan atau terisi oleh air, kemudian lapisan ketiga diperkirakan merupakan batuan beku berupa gabro dengan nilai resistivitas 128-531 Ωm . Hasil perhitungan untuk pondasi dangkal dengan lebar pondasi 0.5m berkisar antara 2.64-6 ton/m² sedangkan pada pondasi dalam dengan lebar yang sama memiliki kisaran nilai 10.76-36.22 ton. Jenis konstruksi pada daerah penelitian memiliki beban dinamis, karenanya akan lebih aman apabila digunakan pondasi dalam berupa tiang bor. Namun perlu dilakukan suatu perlakuan khusus pada batuan yang telah mengalami pelapukan yaitu dengan grouting.

Kata kunci: Daya dukung; pondasi dangkal; pondasi dalam; geolistrik; Pemboran; SPT.

ABSTRACT

In a construction, the problems faced are related to bearing capacity, so the planning of foundation is needed to know the maximum load of a soil or rock. This study aims to determine the value of bearing capacity in shallow and deep foundation at BH01 using geoelectric, drilling and SPT and selection of suitable foundation types. Geoelectric test to estimation of lithology from Loke, drilling and SPT to determine the type of material and the strength of subsurface materials, Mayerhof for calculation of shallow foundation and Reesa&Wright for deep foundation. The result of geoelectric test, the subsurface condition is divided into 3 layers where the first layer is an alluvium soil with a resistivity value of

90-153 Ω m, then the second layer has the lowest resistivity value of <128 Ω m estimated to be igneous rocks or sediments that have weathered or filled by water, then the third layer is estimated igneous rocks with resistivity value 128-531 Ω m. The calculation results for shallow foundation with a width of 0.5m foundation ranges from 2.64-6ton/m² while on the deep foundation has a range of values from 10.76 to 36.22tons. Type of construction in the research area has a dynamic load, therefore it is safer to use deep foundation. But it needs to do a special regimen on rocks that have weathering by grouting.

Keywords: Bearing capacity; Shallow foundation; Deep foundation; geoelectric, drilling, SPT.

1. PENDAHULUAN

Tanah dan batuan selalu mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Kedua material tersebut merupakan pondasi pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Suatu bangunan berdiri di atas tanah atau batuan akan menimbulkan beban terhadap bagian bawahnya. Untuk itu, diperlukan perhitungan daripada daya dukung tanah dan batuan tersebut guna mencegah timbulnya perubahan bentuk yang kemudian akan menyebabkan penurunan pada bangunan. Perencanaan pondasi di peroleh berdasarkan besar daya dukung tanah, sehingga dalam penerapannya konstruksi bagunan dapat dirancang sedemikian hingga agar tidak melampaui daya dukung tanah tersebut.

Penelitian ini digunakan sebagai data pendukung untuk membangun konstruksi bangunan dengan beban dinamis. Untuk itu, penyelidikan dilakukan guna mengetahui keberadaan batuan sebagai tempat diletakkannya pondasi dengan nilai daya dukung yang baik. Pemilihan penggunaan pondasi dalam atau pondasi dangkal, akan bergantung daripada kedalaman lapisan batuan serta lebar pondasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah dan batuan digunakan sebagai bahan konstruksi ataupun sebagai tempat diletakkannya struktur. Batuan merupakan agregat padat yang terbentuk di alam secara alami, yang terdiri dari mineral dan kristal yang saling terikat

GEOFISIKA

Uji geofisika bersifat dangkal sehingga banyak digunakan dalam bidang geologi teknik. Dan umumnya digunakan sebagai penyelidikan awal guna mengetahui kedalaman lapisan dan keterdapatan air tanah. Penyelidikan ini dilakukan atas dasar sifat fisika batuan terhadap arus listrik, dimana setiap batuan yang berbeda akan mempunyai harga tahanan jenis yang berbeda pula. Data yang ada dilapangan harus diolah terlebih dahulu untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya. Pengolahan data dilakukan dengan memasukkan data ke software Res2Dinv untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya. Kemudian akan diperoleh suatu penampang geolistrik yang memperlihatkan perbedaan nilai resistivitas. Dari perbedaan tersebut dapat diperkirakan jenis material penyusun melalui tabel 2.1 dibawah ini. Namun karena perbedaan nilai resistivitas yang terlalu jauh maka perkiraan jenis material masih perlu dikoreksi.

Tabel 2.1 Nilai tahanan jenis batuan (M.H. Loke, 2000)

Material	Resistivity ($\Omega \cdot m$)	Conductivity (Siemen/m)
Igneous and Metamorphic Rocks		
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 2 \times 10^{-4}$
Basalt	$10^3 - 10^6$	$10^{-6} - 10^{-3}$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$	$2.5 \times 10^{-8} - 1.7 \times 10^{-3}$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$	$4 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Quartzite	$10^3 - 2 \times 10^8$	$5 \times 10^{-9} - 10^{-2}$
Sedimentary Rocks		
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^{-4} - 0.125$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$	$5 \times 10^{-4} - 0.05$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$	$2.5 \times 10^{-3} - 0.02$
Soils and waters		
Clay	1 - 100	0.01 - 1
Alluvium	10 - 800	$1.25 \times 10^{-3} - 0.1$
Groundwater (fresh)	10 - 100	0.01 - 0.1
Sea water	0.2	5
Chemicals		
Iron	9.074×10^{-8}	1.102×10^7
0.01 M Potassium chloride	0.708	1.413
0.01 M Sodium chloride	0.843	1.185
0.01 M acetic acid	6.13	0.163
Xylene	6.998×10^{16}	1.429×10^{-17}

PEMBORAN

Pemboran merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan insitu di lapangan untuk mendapatkan data-data yang paling baik dan meyakinkan mengenai keadaan lapisan tanah maupun batuan di bawah permukaan. Data pemboran ini akan menjadi data pendukung dari penyelidikan geolistrik sebagai penyelidikan awal.

UJI SPT

Uji ini dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Pada waktu uji SPT dilakukan, proses pengeboran dihentikan.

DAYA DUKUNG TANAH DAN BATUAN

Kapasitas/daya dukung (bearing capacity) adalah kekuatan tanah atau batuan untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui pondasi. Kapasitas/daya dukung batas ($q_u = q_{ult}$ = ultimate bearing capacity) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah atau batuan akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling pondasi. Sedangkan

kapasitas/daya dukung yang diizinkan (q_a = allowable bearing capacity) merupakan nilai daya dukung batas dibagi dengan faktor keamanan. Nilai faktor keamanan yang digunakan berkisar antara 1 hingga 3, namun untuk lebih aman penelitian ini menggunakan nilai faktor keamanan sebesar 3. Penentuan nilai dan desain bentuk pondasi tergantung pada jenis lapisan tanah yang ada di bawahnya. Apabila lapisan tanah tersebut keras maka daya dukung tanah tersebut cukup kuat untuk menahan beban yang ada, tetapi bila tanah lunak maka diperlukan penanganan khusus agar mempunyai daya dukung yang baik. Hal ini memerlukan studi yang lebih terperinci terhadap sifat dan kondisi dasar tanah dan batuan.

PONDASI

Pondasi merupakan bagian paling bawah dari suatu konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan beban langsung dari struktur bangunan tersebut lapisan tanah atau batuan. Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal (shallow foundation) dan pondasi dalam (deep foundation), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal kedalamannya kurang dari 4x lebar pondasi

($D \leq 4B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya berada dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah atau memenuhi syarat kedalamannya $4x$ lebih besar dari lebar pondasi ($D > 4B$). Selain kedalaman dan lebar pondasi tersebut, jenis konstruksi yang memiliki beban dinamis umumnya dilakukan suatu perlakuan yang berbeda. Dimana pondasi akan diberikan suatu anker (semen yang diinjeksikan hingga ke batuan dasar) untuk mempertahankan posisi pondasi agar tidak ikut bergerak akibat beban dinamis. Pada penelitian ini akan digunakan metode berdasarkan pendekatan Mayerhoff pada perhitungan pondasi dangkal dan serta Reesa & Wright pada perhitungan pondasi dalam. Mayerhoff (1956) memberikan beberapa persamaan untuk pondasi dangkal yang dibedakan berdasarkan nilai lebar pondasi (B).

Untuk $B < 1.2 \text{ m}$

$$q_a = 0.12 N \dots\dots\dots (1)$$

Untuk $B > 1.2 \text{ m}$

$$q_a = 0.08 \{(3.38B + 1)/(3.28B)\}^2 \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

q_a = Daya Dukung Izin (ton/m²)

N = Nilai N SPT (pukulan/ft)

B = Lebar Pondasi (m)

Sedangkan untuk pondasi dalam, dalam hal ini menggunakan pondasi tiang bor, digunakan persamaan Reesa & Wright (1977) sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

Q_u = daya dukung ultimit tiang (ton)

Q_p = daya dukung ujung tiang (ton)

Q_s = daya dukung selimut tiang (ton)

Daya dukung ujung tiang bor.

$$Q_p = q_p \times A \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

Q_p = daya dukung ujung tiang (ton)

q_p = tahanan ujung per satuan luas (ton/m²)

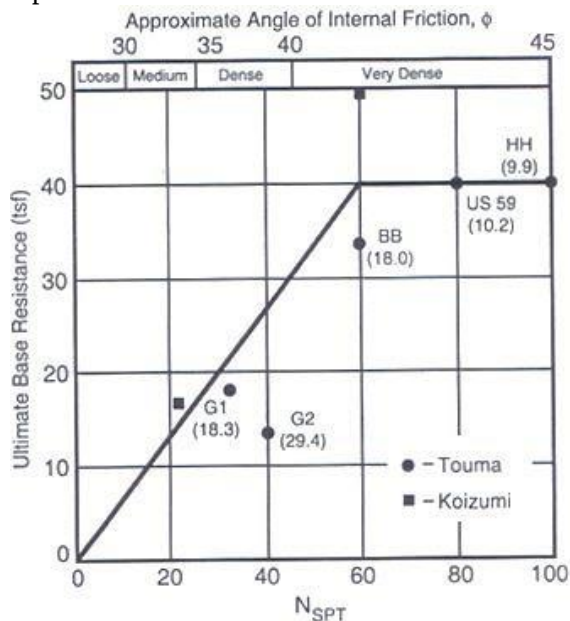
A = luas penampang tiang bor (m²)

Perhitungan

-Nilai A (Luas penampang ujung tiang bor).

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \dots\dots\dots (5)$$

-Nilai q_p diambil dari N SPT pada ujung lapisan.



Gambar 2.1 Tahanan ujung ultimit (Reesa & Wright, 1977)

Daya dukung selimut tiang.

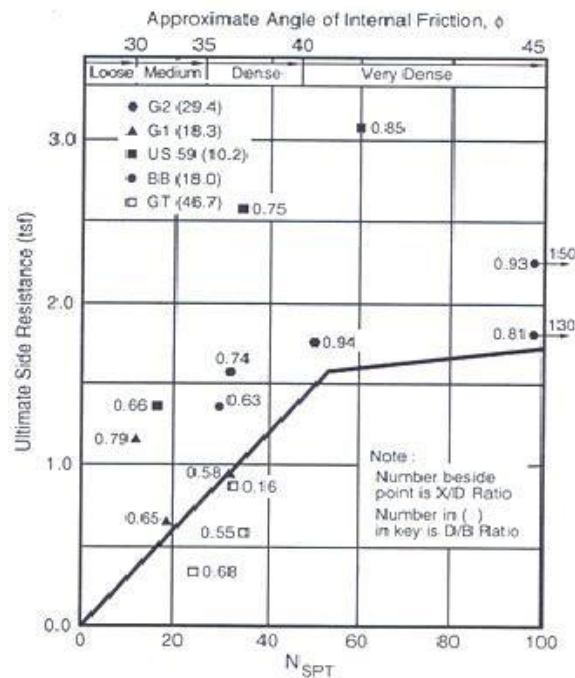
$$Q_s = f \times L \times p \dots\dots\dots (6)$$

Perhitungan

-Mencari P (keliling tiang)

$$P = \pi d \dots\dots\dots (7)$$

Mencari f dari nilai $NSPT$.



Gambar 2.2 Tahanan selimut ultimit pada tanah (Wright, 1977)

3. METODE

Data yang berkaitan dianalisis dan diolah melalui analisis laboratorium dan pekerjaan studio yang terdiri dari :

- Analisis data geofisika yang diolah menurut persamaan yang telah ditentukan guna mendapatkan nilai resistivitas semu dan geometri lapisan. Digunakan software RES2DNV untuk mengetahui resistivitas sebenarnya dan kenampakan secara 2D sebagai penampang. Pengolahan data dilakukan dengan menginput data geolistrik dari lapangan dalam format .dat ke dalam software RES2DNV, kemudian software akan memberikan titik-titik sounding dari kenampakan bawah permukaan yang kemudian akan di koreksi, lalu akan muncul hasil dari koreksi yang telah dilakukan berupa kenampakan 2D berupa penampang dengan nilai error tertentu. Dari penampang tersebut akan terlihat perbedaan nilai resistivitas pada material bawah permukaan dari perbedaan warna

yang kemudian dapat diperkirakan jenis material penyusun dari material penyusun menurut klasifikasi Hook (2000).

- Data pemboran diolah menjadi log menggunakan LogPlot yang selanjutnya dibuat menjadi penampang untuk mempermudah dalam melihat penyebaran material dan susunan stratigrafi.
- Analisis uji SPT menentukan nilai N SPT yang akan digunakan sebagai penentuan nilai daya dukung dan penentuan batuan dasar sebagai tempat diletakkannya struktur pondasi dengan mempertimbangkan nilai SPT, dan parameter lainnya.
- Perhitungan nilai daya dukung tanah dan batuan serta penentuan jenis pondasi. Pada perhitungan pondasi dangkal digunakan persamaan Mayerhoff sedangkan untuk perhitungan pondasi dalam digunakan persamaan dari Reesa&Wright.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Bawah permukaan

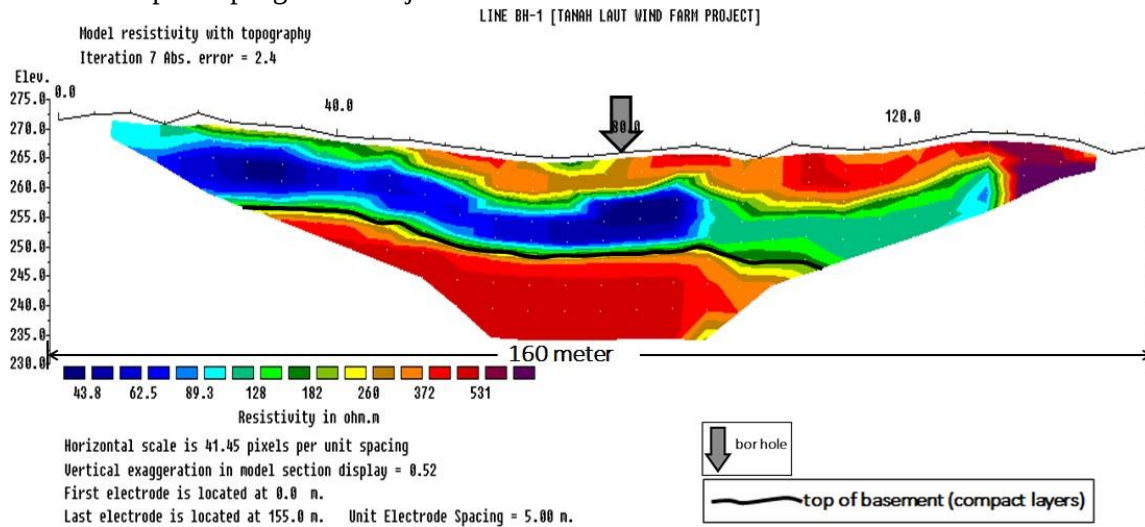
Kondisi geologi bawah permukaan perlu diketahui guna menjelaskan secara pasti susunan material penyusun pada daerah penelitian. Untuk mengetahui kondisi geologi bawah permukaan dari lokasi penelitian digunakan pendekatan geolistrik serta pemboran. Berikut akan dijelaskan hasil dari pendekatan-pendekatan tersebut.

4.1.1 Data Geolistrik

Bentangan uji geolistrik memiliki jarak 160m, sehingga secara teori akan memiliki kedalaman kurang lebih sebesar $\frac{1}{3}$ dari jarak bentangan. Bentangan geolistrik ini dilakukan disekitar pemboran, sebagai penyelidikan awal untuk mengetahui susunan material bawah permukaan dengan memanfaatkan sifat beda listrik dari setiap material tersebut. Hasil dari metode ini akan dibuat menjadi penampang 2D dari

setiap titik bor menggunakan software RES2DNV. Hasil kenampakan 2D berupa penampang dari data geolistrik ini akan memperlihatkan penyebaran lapisan serta kedalamannya. Pada gambar 4.1 akan dapat dilihat hasil penampang 2D dari uji

geolistrik pada lokasi bentangan beserta nilai tahanan jenis serta perkiraan litologi penyusun.



Gambar 4.1 Penampang geolistrik BH01

Variasi nilai resistivitas berkisar antara 40.8-531 Ωm . Perkiraan jenis material penyusun tanah bagian atas ialah endapan aluvium berupa lempung, lanau, pasir, kerikil hingga kerakal dengan ketebalan 2 hingga 3 meter pada lapisan awal nilai resistivitas berkisar 90 Ωm dan menebal ke arah ujung garis pengukuran (hingga 5m) dengan nilai resistivitas hingga 153 Ωm . Pada kedalaman 3-20m terdapat lapisan dengan resistivitas rendah (<128 Ωm) yang diperkirakan sebagai sedimen atau batuan beku yang mengalami pelapukan kuat dan terisi air. Lalu, lapisan basement dengan nilai resistivity >128 Ωm berada di kedalaman lebih dari 20m.

4.1.2 Pemboran

Pemboran pada BH01 dilakukan dengan kedalaman 30m.

Dari hasil pemboran jenis material yang pada BH01 ialah lempung dengan kedalaman 0-8.8m dengan intensitas pelapukan yang sangat tinggi (D-CW), lempung lanauan pada kedalaman 8.8-21.3m dengan intensitas pelapukan tinggi (HW), kemudian gabro pada kedalaman 21.3-30m dengan intensitas pelapukan tinggi-sedang (HW-MW).

4.2 Nilai daya dukung dan jenis pondasi

Perhitungan daya dukung menggunakan pondasi dangkal dengan mengambil metoda Mayerhoff dengan lebar pondasi (B) sebesar 0.5m. Sedangkan perhitungan daya dukung pondasi dalam berupa tiang bor menggunakan metoda Reesa&Wright (1977) dengan lebar pondasi 0.5m.

Tabel 4.1 Perhitungan nilai daya dukung pondasi dangkal BH01

Lubang Bor	Kedalaman (m)			Nspt	Jenis tanah /batuan	B1 (m)	qa 1 (Ton/m ²)
BH01	3.7	-	8.8	22	Lempung sangat kaku	0.5	2.64
	10	-	21.3	50	Lempung lanauan keras	0.5	6
	21.3	-	30	50	Gabro	0.5	6

Tabel 4.2 Perhitungan nilai daya dukung pondasi dalam BH01

Lubang Bor	Kedalaman (m)			N spt	Jenis tanah/batuan	d (m)	A (m ²)	qp (Ton/m ²)	Qp (Ton)	f (Ton/m ²)	L (m)	P (m)	Qs (Ton)	Qu (ton)	Qa (Ton)
BH01	3.7	-	8.8	22	Lempung sangat kaku	0.5	0.2	13	27.4623	0.6	5.1	1.57	4.8042	32.27	10.76
	10	-	21.3	50	Lempung lanauan keras	0.5	0.2	38	80.2745	1.6	11.3	1.57	28.386	108.7	36.22
	21.3	-	26.4	50	Gabro (MW)	0.5	0.2	38	80.2745	1.6	5.1	1.57	12.811	93.09	31.03
	26.4	-	27.8	50	Gabro (HW)	0.5	0.2	38	80.2745	1.6	1.4	1.57	3.5168	83.79	27.93
	27.8	-	30	50	Gabro (MW)	0.5	0.2	38	80.2745	1.6	2.2	1.57	5.5264	85.8	28.6

Pada BH01, keberadaan lapisan keras berupa lempung dengan nilai SPT 50 pukulan/ft berada pada kedalaman 10-21.3m dengan nilai daya dukung cukup besar namun nilai resistivitas yang kecil ($<89\Omega m$) yang umumnya disebabkan oleh adanya air atau tingkat pelapukan yang cukup tinggi. Batuan gabro pada kedalaman 21.3-26.4m dapat dijadikan suatu pilihan lain, selain merupakan batuan keras, nilai daya dukung serta nilai resistivitas dari lapisan ini cukup tinggi. Perhitungan daya dukung pondasi dangkal pada lebar pondasi 0.5m nilai daya dukung sebesar 6 ton/m², sedangkan pada perhitungan pondasi dalam pada lebar pondasi yang sama, nilai daya dukung sebesar 31.03 ton, serta memiliki nilai resistivitas yang mendukung yaitu berkisar antara 128-530 Ωm .

Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa lapisan batuan yang sesuai sebagai tempat diletakkannya pondasi berada pada kedalaman 21.3m yang merupakan batuan gabro. Dari kedalaman dan lebar pondasi dapat terlihat bahwa nilai kedalaman lapisan keras atau batuan dasar lebih besar daripada lebar pondasi, Untuk itu dalam penentuan jenis pondasi akan lebih baik bila digunakan pondasi dalam, berupa pondasi tiang bor. Dari hasil perhitungan,

pada kedalaman 21.3m dapat menahan beban sebesar 31.03 ton untuk satu tiang bor dengan lebar 0.5m. Namun kondisi batuan keras pada BH01 ini tidaklah utuh, sebagian besar telah mengalami pelapukan dengan tingkat sedang-cukup tinggi, sehingga untuk mengoptimalkan nilai daya dukung diperlukan pemboran lebih lanjut guna menemukan batuan utuh atau pilihan lain dengan dilakukan grouting untuk memperkuat batuan dan tanah disekitar pondasi tersebut.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diolah dan diinterpretasi, pada pondasi dangkal diperoleh nilai daya dukung yang diizinkan untuk lebar pondasi 0.5m ialah 2.64-6 ton/m², sedangkan pada perhitungan pondasi dalam, didapatkan nilai daya dukung yang diizinkan untuk lebar pondasi 0.5m ialah 10.76-36.22 ton dengan rentang nilai resistivitas 43.8-531 Ωm . Keberadaan batuan keras pada kedalaman 21.3m serta jenis beban konstruksi yang merupakan beban dinamis, maka pondasi dalam merupakan jenis pondasi yang paling sesuai dan aman untuk daerah penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tulisan ini yaitu kedua dosen pembimbing serta teman-teman yang telah banyak memberikan kritik dan masukan untuk tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1984. *Analisis dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Second Edition*.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. diterjemahkan: Endah NM, Surya IBM. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M.. 2004. *Principles of Foundation Engineering*. USA: Thomson Brooks/Cole.
- Hunt, R.E. 1984. *Geotechnical engineering investigation manual*. McGrawHill Book Co., 984 p.
- Loke, M.H. 2004. *2 D and 3 D Electrical Imagine Surveys*. Penang. Malaysia.
- Mayerhof, G. G. 1956. *Penetration Test and Bearing Capacity of Cohesionless Soils*
- Zakaria, Zufialdi. 2006. *Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal*. Jatinangor. Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran.