

PENERAPAN PONDASI *BORED PILE* GEDUNG BALAI PELAKSANAAN JALAN NASIONAL I ACEH

Maimunah¹, Hamzah²

¹⁾Dosen Tetap. Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

³⁾Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Aceh

Email : maimunnah@unmuha.ac.id

ABSTRAK

Pondasi *bored pile* menjadi salah satu alternatif tipe pondasi yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi apabila tidak memungkinkan menggunakan tiang pancang. Pondasi *bored pile* berfungsi untuk menyalurkan beban struktur kelapisan tanah keras yang mempunyai kapasitas daya dukung tinggi pada suatu lapisan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya kapasitas dukung dan penurunan yang akan terjadi pada Gedung Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) I Aceh yang direncanakan menggunakan pondasi *bored pile* diameter 40 cm dengan kedalaman 30,5 m. Analisa daya dukung pondasi dilakukan dengan metode statis berdasarkan data *standard penetration test* (SPT), beban yang bekerja pada kelompok tiang dan data pendukung lain seperti gambar perencanaan dan data laporan struktur. Hasil analisa dan perhitungan daya dukung dengan menggunakan metode Meyerhof untuk tiang pondasi diameter 40 cm memiliki daya dukung ultimit sebesar 331,458 ton dan kapasitas izin tiang sebesar 165,729 ton. Berdasarkan efisiensi kelompok tiang yang dilakukan dalam penelitian, jumlah total kebutuhan tiang yang diperoleh sebanyak 30 tiang dengan konfigurasi tiang yang berbeda disetiap *pile cap*, hal ini disebabkan oleh variasi beban aksial dan lateral yang bekerja pada tiap kolom (*joint*). Hasil perhitungan kapasitas dukung pondasi diperoleh besarnya kapasitas dukung kelompok tiang melebihi beban – beban yang bekerja pada tiap kolom (*joint*), sehingga pondasi *bored pile* dinyatakan aman digunakan dan mampu mendukung beban struktur bangunan yang bekerja pada kelompok tiang. Penurunan yang terjadi pada kelompok tiang pada lapisan tanah non kohesif berdasarkan data SPT sebesar 1,410 mm, analisa penurunan yang terjadi memenuhi syarat penurunan izin toleransi untuk konstruksi dan struktur pondasi gedung BPJN I Aceh.

Kata kunci : pondasi, *bored pile*, kapasitas dukung

I. PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan gedung Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) I Aceh merupakan salah satu kantor pemerintahan dalam mendukung fungsi pelayanan terkait infrastruktur jalan dan jembatan nasional. Seiring dengan tingginya permintaan akan lahan fungsional serta adanya kenyataan ketersediaan lahan di kota yang semakin terbatas dan mahal maka model bangunan gedung pemerintahan dengan okupansi lahan yang luas bukan lagi menjadi pilihan bagi para perencana konstruksi. Setiap konstruksi bangunan gedung bertingkat akan selalu dihadapkan pada permasalahan pondasi dan stabilitas yang erat kaitannya dengan karakteristik, klasifikasi serta daya dukung tanah di lokasi bangunan tersebut.

Perhitungan dan pemilihan tipe pondasi memiliki pengaruh besar terhadap keberhasilan suatu pelaksanaan konstruksi bangunan dengan memperhatikan faktor jenis tanah, kondisi geografis, lokasi sekitar proyek, biaya konstruksi, kemudahan pelaksanaan dilapangan, besarnya beban statis dan dinamis yang bekerja serta kebutuhan fungsi dan

operasional bangunan. Bangunan gedung BPJN I Aceh direncanakan 6 lantai dengan menggunakan pondasi *bored pile* diameter 40 cm. Gedung ini berada dilokasi padat penduduk dan bangunan pertokoan, sehingga pemilihan tipe pondasi *bored pile* menjadi alternatif apabila dalam pelaksanaan tidak memungkinkan untuk menggunakan tiang pancang, dikarenakan dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan sekitar (getaran dan kebisingan), lokasi yang sempit serta kondisi lain yang dapat mengganggu atau mempengaruhi aktifitas disekitar lokasi gedung.

Analisa dan perhitungan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah penentuan besarnya kapasitas dukung pondasi *bored pile* dan penurunan yang akan terjadi pada gedung BPJN I Aceh sesuai dengan persyaratan penurunan izin (toleransi) dengan memperhatikan batasan permasalahan seperti tinjauan terhadap *pile cap* dan data titik *boring* BH-02 yang digunakan.

II. TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Pondasi Bored Pile

Hardiyatmo (2010) berpendapat bahwa pondasi *bored pile* adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu. Pemasangan pondasi *bored pile* ke dalam tanah dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, yang kemudian diisi tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton. Apabila tanah mengandung air, maka dibutuhkan pipa besi atau yang biasa disebut dengan *temporary casing* untuk menahan dinding lubang agar tidak terjadi kelongsoran, dan pipa ini akan dikeluarkan pada waktu pengecoran beton.

Ada beberapa keuntungan dalam pemakaian pondasi *bored pile* jika dibandingkan dengan tiang pancang, yaitu sebagai berikut :

1. Pemasangan tidak menimbulkan gangguan suara dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya.
2. Mengurangi kebutuhan beton dan tulangan pada pelat penutup tiang (*pile cap*). Kolom dapat secara langsung diletakkan di puncak *bored pile*.
3. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
4. Tanah dapat diperiksa dan dicocokkan dengan data laboratorium.
5. *Bored pile* dapat dipasang menembus batuan, sedang tiang pancang akan kesulitan bila pemancangan menembus lapisan batuan.
6. Diameter tiang memungkinkan dibuat besar, bila perlu ujung bawah tiang dapat dibuat lebih besar guna mempertinggi kapasitas dukungnya.
7. Tidak ada risiko kenaikan muka tanah.

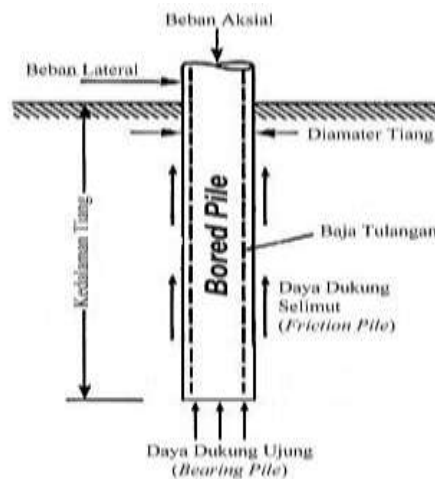
Selain keuntungan dari pemakaian pondasi *bored pile*, pondasi jenis ini juga memiliki beberapa kerugian seperti di bawah ini :

1. Pengecoran *bored pile* dipengaruhi kondisi cuaca.
2. Pengecoran beton agak sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik.

3. Mutu beton hasil pengecoran bila tidak terjamin keseragamannya di sepanjang badan *bored pile* mengurangi kapasitas dukung *bored pile*, terutama bila *bored pile* cukup dalam.
4. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah yang berkerikil.
5. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tiang.
6. Akan terjadi tanah runtuh jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang *temporary casing* untuk mencegah terjadinya kelongsoran.

2.2 Kapasitas Dukung Pondasi *Bored Pile*

Kapasitas tiang (*pile capacity*) adalah kapasitas daya dukung tiang dalam mendukung beban yang dihitung berdasarkan hasil penyelidikan tanah, salah satunya berdasarkan data *Boring / Standard Penetration Test (SPT)*.



Gambar 2.1 Cara Pondasi menahan beban

2.2.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Hasil SPT

Standard Penetration Test (SPT) adalah penyelidikan tanah dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan *split spoon* ke dalam tanah. Data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang *bored pile* sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai. Menurut Hardiyatmo (2010), kapasitas ultimit tiang merupakan penjumlahan tahanan ujung tiang dan tahanan gesek tiang, dihitung dengan persamaan 2.1, sedangkan daya dukung izin satu tiang dihitung dengan persamaan 2.2.

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (2.1)$$

$$Q_a = Q_u / SF \quad (2.2)$$

dimana:

Q_u = kapasitas ultimit tiang (kN)

Q_b = tahanan ujung ultimit tiang (kN)

Q_s = tahanan gesek dinding tiang (kN)
 Q_a = kapasitas izin tiang (kN)
 SF = faktor keamanan

2.2.2 Kapasitas Tahanan Ujung

Tiang yang ditentukan dari tahanan dukung ujung (*bearing pile*) lapisan keras berada di bawah ujung tiang, tahanan ujung tiang dinyatakan dengan persamaan :

$$Q_b = A_b \cdot f_b \quad (2.3)$$

dengan :

Q_b = tahanan ujung ultimit tiang (kN)
 A_b = luas penampang ujung tiang bor (m^2)
 f_b = tahanan ujung satuan tiang (kN/m^2)

2.2.3 Kapasitas Tahanan Gesek

Hardiyatmo, (2010), menyatakan bahwa kapasitas tahanan gesek dinyatakan dengan Persamaan 2.7 dan 2.8 berikut :

$$Q_s = A_s \cdot f_s \quad (2.4)$$

$$A_s = p \cdot \Delta L \quad (2.5)$$

dengan :

Q_s = tahanan gesek dinding tiang (kN)
 A_s = luas selimut tiang (m^2)
 f_s = tahanan gesek dinding persatuan luas (kN/m^2)
 p = keliling tiang (m)
 ΔL = panjang segmen tiang (m)

2.2.4 Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas izin tiang (Q_a), maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud sebagai berikut:

1. Meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja, serta variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
2. Meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi.
3. Meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

Hardiyatmo (2010), menyatakan bahwa untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter $d < 2$ m faktor aman ($SF = 2,5$), sedangkan tiang tanpa pembesaran dibagian

bawahnya faktor aman ($SF = 2$).

2.3 Kapasitas Dukung Tiang Kelompok (*Pile Group*)

Hardiyatmo (2010), menyatakan bahwa pondasi *bored pile* merupakan gabungan dari beberapa tiang yang disebut dengan tiang kelompok (*pile group*). Di atas *pile group* diletakkan suatu konstruksi poer (*footing/pile cap*) yang mempersatukan kelompok tiang tersebut. Dalam perhitungan-perhitungan poer dianggap/dibuat kaku sempurna, sehingga:

1. Bila beban-beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan maka setelah penurunan bidang poer tetap akan merupakan bidang datar.
2. Gaya-gaya yang bekerja pada tiang berbanding lurus dengan penurunan tiang - tiang tersebut.

2.3.1 Jarak Tiang

Jarak antar tiang pancang didalam kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas dukung dari kelompok tiang tersebut. Untuk bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang yang dipakai adalah menurut peraturan – peraturan bangunan pada daerah masing-masing. Sardojono (1998), menyatakan bahwa pada prinsipnya jarak tiang (S) makin rapat, ukuran *pile cap* makin kecil dan secara tidak langsung biaya lebih murah. Tetapi bila pondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen. Jarak tiang biasanya dipakai apabila :

1. Ujung tiang tidak mencapai tanah keras maka jarak tiang minimum ≥ 2 kali diameter tiang atau 2 kali diagonal tampang tiang.
2. Ujung tiang mencapai tanah keras, maka jarak tiang minimum $\geq$ diameter tiang ditambah 30 cm atau panjang diagonal tiang ditambah 30 cm.

2.3.2 Daya Dukung Lateral

Pondasi *bored pile* terkadang harus menahan beban lateral (horizontal) seperti beban angin, beban gempa dan tekanan tanah lateral. Beban-beban tersebut akan bekerja pada ujung atas kepala tiang. Hal ini menyebabkan kepala tiang terdeformasi lateral. Hal ini menimbulkan gaya geser pada tiang dan tiang akan melentur. Gaya lateral yang paling mempengaruhi daya dukung lateral pada pondasi adalah gaya akibat tekanan tanah. Jika gaya lateral yang harus didukung tiang sangat besar, maka dapat digunakan tiang miring. Dalam analisis gaya lateral, tiang-tiang perlu dibedakan menurut model ikatannya dengan pelat penutup tiang. Model ikatan tersebut sangat mempengaruhi kelakuan tiang dalam mendukung beban lateral. Tiang-tiang dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Tiang ujung jepit (*fixed end pile*)
McNulty (1956), menyatakan bahwa tiang ujung jepit adalah tiang yang ujung atasnya terjepit (tertanam) dalam pelat penutup kepala tiang paling sedikit sedalam 60 cm (24 inch)
2. Tiang ujung bebas (*free end pile*)
Tiang ujung bebas adalah tiang yang bagian atasnya tidak terjepit atau terjepit kedalam pelat penutup kepala tiang tetapi kurang dari 60 cm.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Data Umum

Lokasi Gedung BPJN I Aceh berada di jalan Prof. Ali Hasyimi, Desa Pango Raya, Banda Aceh, dengan jarak ± 5 km dari pusat kota Banda Aceh. Data umum konstruksi bangunan gedung Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) I Aceh dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1. Data umum konstruksi

No.	Uraian	Keterangan
1.	Pekerjaan	Pembangunan gedung BPJN I Aceh
2.	Konstruksi	Bangunan gedung 6 lantai
3.	Material	Beton bertulang dan rangka baja

Sumber : BPJN I Aceh

3.2 Data Teknis Bored Pile

Data teknis pondasi dalam penelitian tugas akhir “Penerapan Pondasi *Bored Pile* Gedung BPJN I Aceh” ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2. Data teknis *bored pile*

No.	Uraian	Keterangan	Satuan
1.	Diameter <i>bored pile</i>	40	cm
2.	Mutu beton	K-350 (f'_c 29,05)	MPa
3.	Mutu baja	400	Mpa
4.	Diamater tulangan	D19 $\emptyset 10$ (Spiral)	mm

Sumber : BPJN I Aceh

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dapat terlaksana dengan adanya sejumlah data yang berasal dari data sekunder yang digunakan sebagai acuan dan dasar penelitian, antara lain hasil *Standard Penetration Test* (SPT) dari Laporan Penyelidikan Tanah, Gambar Detail Desain dan Laporan Struktur dimana gambar tersebut diperoleh dari PT. CV. Aceh Lhee Dimensi. Pengeboran yang dilaksanakan pada Gedung BPJN I Aceh terdiri dari 2 titik pengeboran dengan kedalaman 30,50 m.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Kapasitas Dukung dari Data SPT

Permukaan tanah di lokasi titik boring BH-02 terdiri dari tanah timbun setebal 2 m. Dibawah lapisan tanah timbun terdapat lapisan tanah lempung lunak hingga kedalaman 4,2 m, pada kedalaman 4,2 s/d 8,0 m terdapat lapisan tanah pasir kasar dengan tingkat kepadatan “sedang”. Pada kedalaman 8,0 s/d 19,5 m lapisan tanah didominasi oleh lapisan pasir halus berlanau dengan kepadatan sedang hingga rendah. Pada lapisan pasir ini terdapat lapisan lensa padat di kedalaman 14 m. Pada kedalaman 28,0 s/d 30,0 terdapat lapisan pasir halus yang sangat padat (NSPT > 50). Perhitungan kapasitas daya dukung *Bored Pile* berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dengan menggunakan metode Meyerhof dan data hasil tes boring (*Boring Log*) pada titik BH-02. Pada titik pemboran diperoleh hasil deskripsi tanah yang memiliki klasifikasi dan perbedaan jenis tanah disetiap lapisan, hasil deskripsi tanah dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1. Hasil deskripsi tanah titik boring BH-02

No.	Kedalaman lapisan (m)	Klasifikasi Tanah	SPT
1	±0,00 s/d -2,50	tanah lempung dan sedikit beton	10
2	±2,50 s/d -4,50	tanah lempung	8
3	±4,50 s/d -6,50	tanah pasir halus	30
4	±6,50 s/d -8,50	tanah pasir kasar	22
5	±8,50 s/d -10,50	tanah pasir halus	18
6	±10,50 s/d -12,50	tanah pasir berlanau	20
7	±12,50 s/d -14,50	tanah pasir halus	52
8	±14,50 s/d -16,50	tanah pasir halus	15
9	±16,50 s/d -18,50	tanah pasir berlanau sedikit lempung	29
10	±18,50 s/d -20,50	tanah pasir berlanau	7
11	±20,50 s/d -22,50	tanah lempung berlanau	9
12	±22,50 s/d -24,50	tanah lempung	6
13	±24,50 s/d -26,50	tanah lempung	11
14	±26,50 s/d -28,50	tanah lempung	30
15	±28,50 s/d -30,50	tanah pasir halus	50

Sumber : *Boring Log* BPJN I Aceh

4.2. Perhitungan Kapasitas *Bored Pile*

Berdasarkan kapasitas tahanan ujung *bored pile*, Dari persamaan (2.1) kapasitas tahanan ujung *bored pile* berdasarkan data SPT pada titik *boring* BH-02 dinyatakan $0,1256 \text{ m}^2$, sedangkan pada persamaan 2.2 ialah $18.526 \text{ kN} \leq 2.512 \text{ kN}$, dan pada persamaan 2.3 didapat $147.500 \text{ kN/m}^2 \leq 20.000 \text{ kN/m}^2$, dan hal ini yang di pakai pada tahanan ujung ialah $= 20.000 \text{ kN/m}^2$. Sehingga nilai tahanan ujung ultimit tiang yang diperoleh 2.512 kN.

Dari persamaan (2.4) dinyatakan Perhitungan kapasitas tahanan gesek *bored pile* sesuai deskripsi dan lapisan tanah. Hasil perhitungan kapasitas tahanan gesek yang didapat sampai dengan kedalaman 30,50 m yaitu sebesar 802,584 kN. Kapasitas dukung ultimit

bored pile diperoleh dengan cara menambahkan kapasitas tahanan ujung *bored pile* dengan kapasitas tahanan gesek *bored pile* adalah 3314,584 kN, dan kapasitas izin tunggal ialah 1657,292 kN

4.3 Daya Dukung Kelompok Tiang

Bangunan gedung BPJN I Aceh direncanakan 6 lantai dengan pondasi menggunakan pondasi *bored pile* dengan diameter 40 mm dan memiliki ukuran dimensi kolom yang berbeda. Denah bangunan yang tidak simetris menghasilkan beban yang berbeda - beda pada tiap kolom. Hal ini menyebabkan perhitungan efisiensi tiang kelompok yang dihitung hanya pada kolom yang memiliki beban terbesar pada masing-masing kelompok kebutuhan tiang. Kebutuhan tiang tiap joint, Setelah didapatkan kebutuhan dan jumlah pondasi *bored pile* untuk masing – masing perletakan (*joint*), selanjutnya dilakukan perhitungan daya dukung kelompok tiang dengan memperhatikan nilai efisiensi kelompok tiang untuk masing – masing kebutuhan tiang di tiap *pile cap*. Nilai efisiensi kelompok tiang dihitung berdasarkan jumlah tiang, jarak tiang (dari as-as) dan susunan tiang. Berdasarkan untuk perhitungan daya dukung kelompok tiang dilakukan dengan mengalikan efisiensi kelompok tiang dengan jumlah tiang dan daya dukung tiang tunggal, sehingga hasil daya dukung kelompok tiang pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang

Joint	Jumlah Pondasi (n)	Efisiensi (Eg)	Daya Dukung Kelompok (ton)
J1	3	0,875	435,038
J2	3	0,875	435,038
J3	2	0,938	310,907
J4	2	0,938	310,907
J11	6	0,771	766,662
J12	4	0,813	538,950
J13	2	0,938	310,907
J14	2	0,938	310,907
J15	3	0,875	435,038
J16	3	0,875	435,038

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* diperoleh jumlah pondasi yang dibutuhkan sebanyak 30 tiang. Jumlah tiang pondasi *bored pile* lebih sedikit jika dibandingkan dengan pondasi tiang pancang. Perbedaan dimensi dan rencana kedalaman tiang ditinjau dari sisi teknis sangat berpengaruh terhadap kapasitas dukung dan rencana pondasi *bored pile* pada konstruksi bangunan. Penggunaan pondasi *bored pile* ditinjau dari segi ekonomis ekonomis lebih menguntungkan karena pertimbangan faktor produksi dan

mobilisasi, dari segi lingkungan sekitar penggunaan pondasi *bored pile* tidak mengganggu lingkungan sekitar dimana banyak rumah yang menjadi hunian masyarakat dan tidak menimbulkan getaran serta polusi suara (kebisingan) dibandingkan dengan menggunakan pondasi tiang pancang yang menggunakan *hammer* pada saat pemancangan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pondasi *Bored Pile* Gedung BPJN I Aceh, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pondasi *bored pile* dengan diameter 40 cm memiliki kapasitas dukung ultimit tiang (Q_u) sebesar 331,458 ton dan kapasitas dukung ijin tiang (Q_a) sebesar 165,729 ton.
2. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi *Bored Pile* dan pembebanan pada kelompok pondasi tiang, hasil yang diperoleh tidak melebihi daya dukung ultimit tiang, sehingga pondasi *Bored Pile* yang telah dihitung dinyatakan aman untuk digunakan.
3. Tipe pondasi *bored pile* tidak mengalami penurunan yang signifikan sehingga penggunaan pondasi *bored Pile* dinyatakan aman dan tidak melebihi penurunan sesuai dengan batas-batas toleransi.
4. Perbedaan kedalaman tiang pondasi *bored pile* yang dihitung mempengaruhi jumlah tiang dan dimensi *pile cap*. Hasil dari perhitungan lebih sedikit yaitu 30 tiang *Bored Pile*. Hal ini mungkin dapat menjadi pertimbangan dikarenakan okupansi dan ketersediaan lahan yang terbatas pada lokasi pekerjaan dengan tetap memperhatikan beban struktur atas yang bekerja pada konstruksi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dari penelitian pondasi *Bored Pile* Gedung BPJN I Aceh, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk melakukan perhitungan kapasitas dukung suatu pondasi *Bored Pile* harus memiliki data sekunder yang lengkap, dikarenakan kelengkapan data – data teknis akan sangat membantu untuk mendapatkan perhitungan yang lebih akurat dalam menunjang penelitian dan rencana analisa pondasi *bored pile*.
2. Penelitian daya dukung pondasi *Bored Pile* disarankan tidak hanya berdasarkan data lapangan saja, namun juga perlu ditambahkan analisis berdasarkan data laboratorium, hal ini diperlukan sebagai perbandingan untuk mendapatkan keakuratan hasil analisa daya dukung pondasi *Bored Pile*.
3. Penurunan *pile group* sangat tergantung pada beban yang bekerja, diameter tiang *bored pile* dan dimensi *pile cap*, sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan variasi pembebanan, diameter pondasi dan dimensi *Pile Cap*.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Hardiyatmo, H, C., 2001, *Teknik Fondasi II*, Yogyakarta : Beta Offset.

Hardiyatmo, H.C., 2010, Analisis dan Perancangan Pondasi I. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Sardjono, H, S, 1988, *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid II, Surabaya : Sinar Wijaya

McNulty, J.F., 1956., *Thrust Loading on Piles. Journal Soil Mech. and Foundation*. Div. LXXII. ASCE.