
ANALISIS PENGARUH KEDALAMAM PONDASI TERHADAP RESPON BEBAN STATIS DAN BEBAN DINAMIS PADA SISTEM PONDASI BLOK

Ferra Fahriani

Jurusan Teknik Sipil
Kampus Terpadu UBB Gd. Darma Pendidikan Balunijuk Bangka
f2_ferra@yahoo.com

ABSTRAK

Pondasi mesin digunakan untuk menahan beban dari mesin di atas pondasi ke dalam tanah. Dalam perencanaan pondasi mesin tidak hanya memperhitungkan gaya statis yang berasal dari berat pondasi tetapi juga memperhitungkan gaya dinamis yang di hasilkan oleh getaran pada mesin. Salah satu jenis pondasi mesin yang sering diaplikasikan dilapangan adalah pondasi mesin blok. Pondasi mesin blok dapat terletak di permukaan tanah ataupun tertanam di dalam tanah. Selain memiliki tahanan tanah dasar, pondasi mesin yang tertanam memiliki tahanan tanah samping sehingga mempengaruhi respon pondasi terhadap beban statis dan dinamis. Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas maka perlu dilakukan suatu analisis mengenai pengaruh kedalaman penanaman pondasi terhadap respon beban statis dan dinamis pada system pondasi mesin blok. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan nilai daya dukung, amplitudo, dan frekuensi alami system pondasi blok mesin pada pondasi tertanam dan tidak tertanam dengan memvariasikan kedalaman penanam pondasi (D_f). Variasi penanaman pondasi dimodelkan terhadap ketebalan pondasi (H) dengan $D_f = 0,5 H$ sampai $2,5 H$. Daya dukung pondasi akan dianalisis menggunakan persamaan Terzaghi, sedangkan nilai amplitudo dan frekuensi alami sistem akan dianalisis menggunakan sistem lumped parameter. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa penanaman pondasi berpengaruh terhadap daya dukung pondasi, nilai amplitudo sistem dan nilai frekuensi alami sistem. Semakin dalam penanaman pondasi, daya dukung pondasi yang terjadi semakin besar dengan persentase peningkatan daya dukung pondasi yang semakin kecil, amplitudo sistem yang terjadi semakin kecil dengan persentase penurunan amplitudo yang semakin besar sedangkan frekuensi alami sistem yang terjadi semakin besar dengan persentase peningkatan frekuensi alami yang semakin menurun.

Kata Kunci : *Pondasi Mesin Blok, Respon Statis Pondasi, Respon Dinamis Pondasi*

PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian bawah dari elemen struktur yang meneruskan beban dari struktur atas ke tanah. Pada pondasi mesin digunakan untuk menahan beban dari mesin di atas pondasi ke dalam tanah. Dalam perencanaan pondasi mesin tidak hanya memperhitungkan gaya statis yang berasal dari berat pondasi tetapi juga memperhitungkan gaya dinamis yang di hasilkan oleh getaran pada mesin. Perhitungan gaya dinamis tidak dapat diabaikan meskipun umumnya relatif lebih kecil dari pada gaya statis karena gaya dinamis bekerja secara berulang dan beroperasi dalam jangka waktu yang cukup lama. Keberadaan gaya dinamis ini lah yang membedakan antara pondasi mesin dengan pondasi bangunan lainnya.

Dalam perencanaannya pondasi mesin harus memenuhi kriteria desain yang baik terhadap beban statis dan beban dinamis. Pondasi mesin harus direncanakan memiliki daya dukung yang lebih besar dari pada beban statis sehingga aman terhadap keruntuhan geser. Beban dinamis yang dialami pondasi

mesin mengakibatkan terjadinya amplitudo dan frekuensi alami system. Dalam kriteria perencanaan yang baik amplitudo yang terjadi tidak boleh melebihi amplitudo izin serta frekuensi alami yang terjadi tidak boleh menyebabkan terjadinya resonansi.

Salah satu jenis pondasi mesin yang sering diaplikasikan dilapangan adalah pondasi mesin blok. Pondasi mesin blok dapat terletak di permukaan tanah ataupun tertanam di dalam tanah. Selain memiliki tahanan tanah dasar, pondasi mesin yang tertanam memiliki tahanan tanah samping. Hal ini yang membedakan pondasi tertanam dan pondasi tidak tertanam. Pada pondasi tidak tertanam hanya memiliki tahanan tanah dasar. Beberapa penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa penanaman pondasi tersebut menyebabkan peningkatan frekuensi alami dan penurunan amplitudo getaran dari system pondasi mesin dan tanah. Apabila dalam perencanaan pondasi tidak tertanam, tidak memenuhi kriteria desain yang baik maka dapat dilakukan perencanaan pondasi tertanam.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan diatas maka perlu dilakukan suatu analisis mengenai

pengaruh kedalaman penanaman pondasi terhadap respon beban statis dan dinamis pada system pondasi mesin blok. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan nilai daya dukung, amplitudo dan frekuensi alami system pondasi mesin blok pada pondasi tertanam dan tidak tertanam dengan memvariasikan kedalaman penanam pondasi.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan mesin diesel dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Frekuensi : 50Hz
- Kecepatan Operasi : 1500 Rpm
- Berat : 0,71 ton
- Dimensi LxWxH (m) : 1,5 x 0,76x1,070

Berdasarkan data mesin, dalam penelitian ini digunakan dimensi pondasi mesin seperti pada tabel 1

Tabel 1. Data Pondasi Blok Mesin

Data pondasi	Dimensi
Panjang P (m)	1.9
Lebar L(m)	1.16
Tebal H (m)	0.268
Berat W (ton)	1.42

Pondasi berada pada tanah dengan parameter tanah sebagai berikut

- Angka Pori (e) : 0.9
- Sudut Geser (ϕ) : 28°
- Kohesi (cu) : 10 kN/m³
- Modulus Elastisitas (E) : 95 kg/cm²
- Angka Poison : 0.1
- Modulus Geser : 204.546 t/m²
- Berat volume : 1.86 t/m²

Analisis respon statis pondasi mesin blok dianalisis dengan menghitung daya dukung pondasi menggunakan metode Terzaghi (1943) yaitu

$$q_u = c_2 N_c + D_f \gamma_1 N_q + 0,5 \gamma_2 N_\gamma \dots \dots \dots (1)$$

Sedangkan analisis respon dinamis dilakukan dengan menghitung nilai amplitudo dan menghitung frekuensi alami mesin yang terjadi akibat getaran vertikal pada mesin berdasarkan sistem lumped parameter. Besarnya frekuensi alami dan amplitudo getaran sistem dihitung berdasarkan persamaan (2) dan (3).

Frekuensi alami f_n ,

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_z}{m}} \dots \dots \dots (2)$$

Amplitudo getaran A_z ,

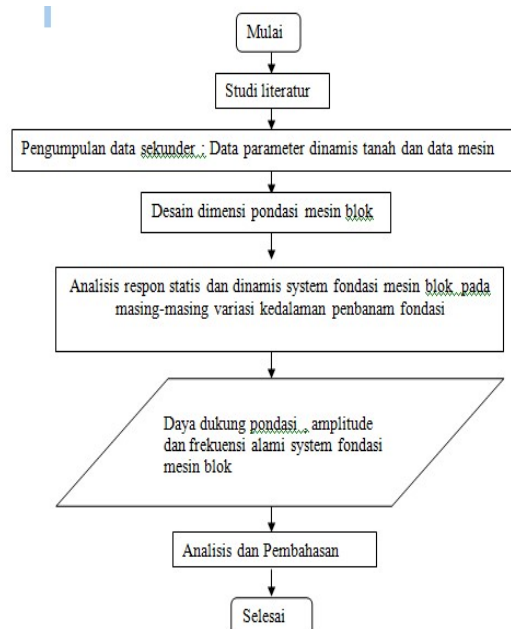
$$A_z = \frac{(U_0/k_z)}{\sqrt{[1 - (\omega^2/\omega_n^2)]^2 + 4D_z^2(\omega^2/\omega_n^2)}} \dots \dots \dots (3)$$

Pemodelan dibuat dalam 5 model dengan variasi kedalaman penanaman pondasi yang berbeda – berbeda. Variasi penanaman pondasi dimodelkan terhadap ketebalan pondasi (H) dengan $D_f = 0,5 H$ sampai $2,5 H$ seperti pada tabel 2.

Tabel 2 Variasi Kedalaman Penanaman Pondasi

No	Pemodelan	Kedalaman Pondasi
1	Pemodelan 1	Pondasi tertanam sedalam $D_f = 0,5 H$ (m)
2	Pemodelan 2	Pondasi tertanam sedalam $D_f = 1 H$ (m)
3	Pemodelan 3	Pondasi tertanam sedalam $D_f = 1.5 H$ (m)
4	Pemodelan 4	Pondasi tertanam sedalam $D_f = 2 H$ (m)
5	Pemodelan 5	Pondasi tertanam sedalam $D_f = 2.5 H$ (m)

Adapun diagram alir penelitian seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Gambar diagram Alir Penelitian

Pada tahap akhir penelitian dilakukan analisis perbandingan daya dukung, amplitudo dan frekuensi alami yang terjadi pada masing-masing pemodelan

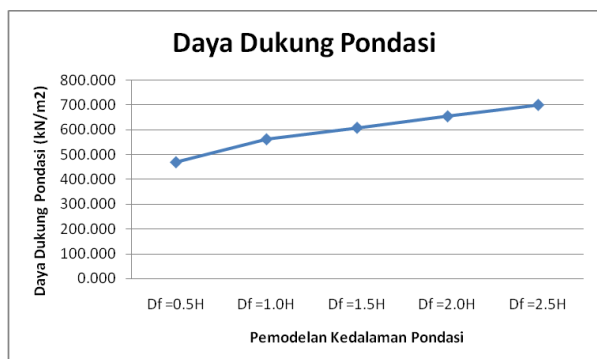
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis daya dukung pondasi menggunakan metode Terzaghi (1943) pada persamaan (1) di dapatkan daya dukung pondasi untuk masing-masing pemodelan seperti tertera pada tabel 3.

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 2 dapat dilihat adanya pengaruh penanaman pondasi terhadap daya dukung pondasi. Semakin dalam penanamam pondasi ,daya dukung pondasi yang terjadi semakin besar dengan persentase peningkatan daya dukung pondasi yang semakin kecil.

Tabel 3 Daya Dukung Pondasi Pada Tiap Pemodelan

Pemodelan	Daya Dukung Pondasi	Persentase Peningkatan q_u setiap $D_f = 0.5H$
	q_u (kN/m^2)	%
1	469.610	-
2	562.384	19.76
3	608.770	8.25
4	655.157	7.62
5	701.154	7.02



Gambar 2. Hubungan antara Kedalaman Pondasi dengan Daya Dukung Pondasi

Pada pemodelan 2 terjadi peningkatan daya dukung pondasi sebesar 19,76 % terhadap daya dukung pondasi pemodelan 1. Pada pemodelan 3 terjadi peningkatan daya dukung pondasi sebesar 8,25 % terhadap daya dukung pondasi pemodelan 2. Pada pemodelan 4 terjadi peningkatan daya dukung pondasi sebesar 7,62 % terhadap daya dukung pondasi pemodelan 3. Pada pemodelan 5 terjadi peningkatan daya dukung pondasi sebesar 7,02 % terhadap daya dukung pondasi pemodelan 4.

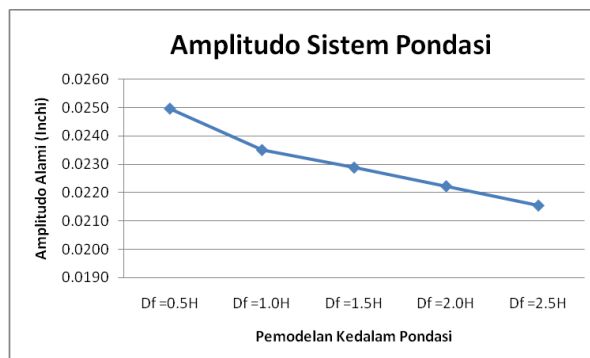
Pada pemodelan 2 persentase peningkatan daya dukung pondasi tinggi terhadap pemodelan 1. Hal ini dikarenakan pada pemodelan 1 pondasi tidak seluruhnya tertanam didalam pondasi, sehingga pondasi hanya memiliki tahanan tanah dasar, tahanan tanah samping sangat kecil dalam mendukung pondasi

Analisis respon dinamis dilakukan dengan menghitung nilai amplitudo dan menghitung frekuensi alami mesin yang terjadi akibat getaran vertikal pada mesin berdasarkan sistem lumped parameter. Nilai amplitudo getaran sistem dihitung berdasarkan persamaan 3. Tabel 4 berikut menunjukan nilai amplitudo sistem yang terjadi pada masing-masing pemodelan penanaman pondasi blok.

Tabel 4 dan gambar 3 menunjukkan adanya penurunan nilai amplitudo sistem setiap penambahan kedalaman pondasi. Semakin dalam penanamam pondasi, amplitudo sistem yang terjadi semakin kecil dengan persentase penurunan amplitudo yang semakin besar.

Tabel 4 Amplitudo Sistem Pada Tiap Pemodelan

Pemodelan	Amplitudo Sistem	Persentase Penurunan A_z setiap $D_f = 0.5H$
	A_z (inchi)	%
1	0.0250	-
2	0.0235	5.83
3	0.0229	2.63
4	0.0222	2.87
5	0.0215	3.06



Gambar 3. Hubungan antara Kedalaman Pondasi dengan Amplitudo Sistem Pondasi

Pada pemodelan 2 terjadi penurunan nilai amplitudo sistem pondasi sebesar 5,83 % terhadap amplitudo sistem pondasi pemodelan 1. Pada pemodelan 3 terjadi penurunan amplitudo sistem pondasi sebesar 2,63 % terhadap amplitudo sistem pondasi pemodelan 2. Pada pemodelan 4 terjadi penurunan amplitudo sistem pondasi sebesar 2,87 % terhadap amplitudo sistem pondasi pemodelan 3. Pada pemodelan 5 terjadi penurunan amplitudo sistem pondasi sebesar 3,06 % terhadap amplitudo sistem pondasi pemodelan 4.

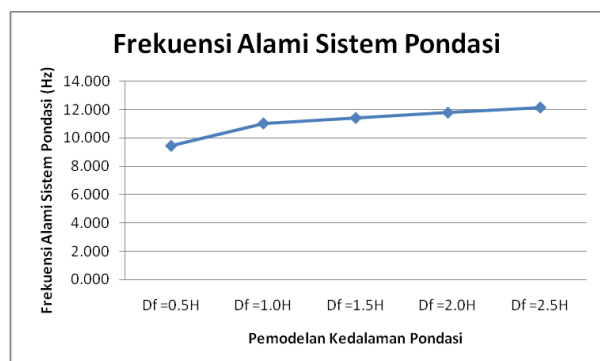
Pada pemodelan 2 persentase penurunan amplitudo pondasi tinggi terhadap pemodelan 1 hal ini dikarenakan pada pemodelan 1 pondasi tidak seluruhnya tertanam didalam pondasi, sehingga pengaruh tanah disamping pondasi sebagai peredam geratan sangat kecil

Nilai frekuensi alami sistem dihitung berdasarkan persamaan 2. Hasil analisis nilai frekuensi alami sistem yang terjadi pada masing-masing pemodelan penanaman pondasi blok seperti pada tabel pada tabel 5.

Tabel 5 dan gambar 4 menunjukkan adanya peningkatan nilai frekuensi alami sistem setiap penambahan kedalaman pondasi. Semakin dalam penanamam pondasi, frekuensi alami sistem yang terjadi semakin besar dengan persentase peningkatan frekuensi alami yang semakin menurun.

Tabel 5 Frekuensi Alami Sistem Pada Tiap Pemodelan

Pemodelan	Frekuensi Alami	Persentase Peningkatan F_n setiap $D_f = 0.5H$
	F_n (Hz)	%
1	9.430	-
2	11.015	16.81
3	11.401	3.50
4	11.774	3.27
5	12.137	3.08

**Gambar 4.** Hubungan antara Kedalaman Pondasi dengan Frekuensi Alami Sistem Pondasi

Pada pemodelan 2 terjadi peningkatan frekuensi alami sistem pondasi sebesar 16.81 % terhadap daya frekuensi alami sistem pemodelan 1. Pada pemodelan 3 terjadi peningkatan frekuensi alami sistem pondasi sebesar 3.50 % terhadap frekuensi alami sistem pondasi pemodelan 2. Pada pemodelan 4 terjadi peningkatan frekuensi alami sistem pondasi sebesar 3.27 % terhadap frekuensi alami sistem pondasi pemodelan 3. Pada pemodelan 5 terjadi peningkatan frekuensi alami sistem pondasi sebesar 3.08 % terhadap frekuensi alami sistem pondasi pemodelan 4.

Pada pemodelan 2 persentase peningkatan frekuensi alami pondasi tinggi terhadap pemodelan 1 hal ini dikarenakan pada pemodelan 1 pondasi tidak seluruhnya tertanam didalam pondasi, sehingga pengaruh tanah disamping pondasi sebagai peredam gerakan sangat kecil

Berdasarkan gambar 2,3, dan 4 dapat dilihat adanya pengaruh dari penanaman pondasi terhadap respon beban statis maupun beban dinamis. Semakin dalam

penanaman pondasi maka pondasi akan mengalami peningkatan daya dukung pondasi, penurunan nilai amplitudo sistem dan peningkatan nilai frekuensi alami sistem. Selain memiliki tahanan tanah dasar, pondasi mesin yang tertanam memiliki tahanan tanah samping, sehingga menyebabkan perubahan nilai konstanta kekakuan dan rasio redaman dan mempengaruhi respon pondasi terhadap beban statis dan dinamis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Semakin dalam penanaman pondasi, daya dukung pondasi yang terjadi semakin besar dengan persentase peningkatan daya dukung pondasi yang semakin kecil.
2. Semakin dalam penanaman pondasi, amplitudo sistem yang terjadi semakin kecil dengan persentase penurunan amplitudo yang semakin besar.
3. Semakin dalam penanaman pondasi, frekuensi alami sistem yang terjadi semakin besar dengan persentase peningkatan frekuensi alami yang semakin kecil.

REFERENSI

- Briaud, J.-L., 2013. *Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils*. Wiley: United States
- Bowles, J.E., 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid 1. Erlangga: Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah I, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2014. *Analisis dan Perancangan Pondasi I, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Irsyam, dkk. 2008. *Dinamika Tanah dan Pondasi Mesin*. Bandung: Penerbit ITB.
- Prakash, Shamser. 2006. *Foundation for Vibrating Machines*. Journal of Structural Engineering: India
- Wibowo, A.E. 2014. *Perencanaan Pondasi Mesin Generator Set Pada Pabrik NPK Super PT. Pupuk Kaltim Bontang Dengan Perhatian Khusus Pada Pengaruh Karet Peredam Getaran*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta