

PENGARUH DIMENSI DAN KEDALAMAN TERTANAM TERHADAP RESPONS DINAMIS PONDASI MESIN TIPE BLOK PADA GETARAN ROCKING DAN TORSI

oleh

Ir. Sjachrul Balamba, MT

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

e-mail : balambas@gmail.com

Pondasi mesin merupakan pondasi yang digunakan untuk menopang beban dinamis berupa getaran yang dihasilkan oleh mesin yang berada diatas pondasi tersebut. Untuk pondasi yang menopang beban dinamis ini digunakan perhitungan yang jelas berbeda dengan pondasi yang hanya menopang beban statis, dimana harus memperhatikan adanya beban dinamis akibat kerja mesin selain beban statis yang ada. Desain pondasi mesin yang menggunakan tipe blok didasarkan atas 2 keadaan yaitu pondasi blok tidak tertanam dan pondasi blok tertanam. Pada penelitian ini digunakan pondasi blok tertanam, dengan variasi panjang, lebar pondasi dan kedalaman tertanam dari pondasi. Beban dinamis yang digunakan adalah getaran rocking dan torsi. Hasil penelitian ini mendapatkan kesimpulan bahwa dimensi pondasi blok $L=3B$ dan $G=2B$ akan memberikan amplitudo yang kecil pada $G=G_s$ dan $G=0,5G_s$. Untuk ragam getaran besar akan memberikan amplitudo kecil.

Kata kunci : respon dinamis, pondasi mesin, getaran vertikal dan horizontal

PENDAHULUAN

Pondasi mesin merupakan pondasi yang digunakan untuk menopang beban dinamis berupa frekuensi getaran yang dihasilkan oleh mesin yang berada diatas pondasi tersebut. Untuk pondasi yang menopang beban dinamis ini digunakan perhitungan yang jelas berbeda dengan pondasi yang hanya menopang beban statis, dimana harus memperhatikan adanya beban dinamis akibat kerja mesin selain beban statis yang ada. Dengan memperhatikan Laporan Penyelidikan Tanah yang dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sam Ratulangi Manado, yang terdiri dari percobaan Kadar Air, Berat Jenis, Berat Isi, Boring, Sondir dan Analisa Saringan, yaitu berat isi basah = 1,52 (gram/cm²), kadar air = 33,90 dan berat isi kering = 1,14 gr/cm³, Tanah terdiri atas silt dan sebagian besar adalah pasir halus, sedang dan kasar. Untuk mendapatkan parameter tanah yang akan digunakan tabel 1, tabel 2 dan tabel 3. Mesin yang digunakan adalah mesin dengan putaran tetap (*rotating machines*). Mesin yang termasuk dalam kategori ini diantaranya adalah mesin turbogenerator, turbine dan rotary compressor. Berat total mesin = 25,500 ton. Pondasi yang digunakan adalah tipe blok (*block foundation*) yang langsung di dukung oleh tanah. Ukuran pondasi blok panjang pondasi (L) dan lebar pondasi (B). Dimensi pondasi blok terdiri dari $L=B$; $L=1,5B$; $L=2B$ an $L=3B$ dengan tinggi pondasi blok $t=1,5$ m dengan kedalaman tertanam D_f bervariasi dari 0,1 sampai 1,0 m

Permasalahan

Pondasi blok yang memikul gaya dinamik seperti mesin harus didesain seteliti mungkin agar tidak terjadi hal-hal yang merugikan, baik kepada

pekerja maupun pada mesin. Parameter yang perlu diperhatikan adalah dimensi pondasi blok dan getaran yang bekerja. Makalah itu mengangkat kedua masalah tersebut khususnya pada pondasi blok tertanam dengan getaran mesin yang bekerja adalah rocking dan torsi.

LANDASAN TEORI

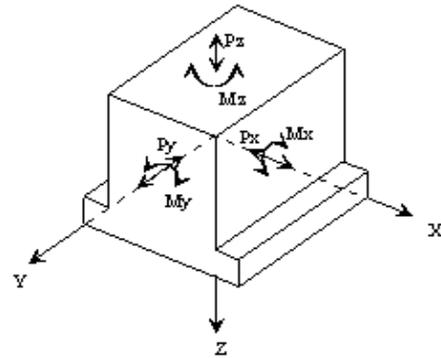
Disain pondasi blok harus mempertimbangkan tiga hal utama, yaitu efeknya terhadap mesin itu sendiri, struktur secara keseluruhan, dan terhadap manusia. Disain pondasi mesin dianggap memuaskan apabila kondisi berikut terpenuhi :

1. Tidak ada kerusakan struktur pada lokasi mesin ditempatkan maupun pada struktur yang berdekatan.
2. Tidak ada kerusakan pada mesin itu sendiri.
3. Tidak menimbulkan perawatan dan perbaikan struktur maupun mesin yang berlebihan dari segi biaya.
4. Tidak menimbulkan gangguan bagi pekerja dalam mengoperasikan maupun memeriksa mesin.
5. Tidak menimbulkan gangguan kesehatan maupun ketidaknyamanan bagi orang-orang dalam lingkungan sekitarnya.

Dalam mendisain pondasi mesin, haruslah memenuhi disain kriteria sebagai berikut :

1. Untuk beban statik:
 - Pondasi harus aman dari kegagalan geser
 - Pondasi tidak boleh mengalami penurunan yang berlebihan
2. Untuk beban dinamik:
 - Tidak boleh terjadi resonansi

- Pondasi mesin harus didisain pada *high tuned* (frekuensi natural lebih besar daripada putaran mesin) ataupun *low tuned* (frekuensi natural lebih kecil daripada putaran mesin).
- Indian Standard mensyaratkan bahwa untuk mesin putaran tinggi, frekuensi alami tidak boleh berada dalam daerah 20% dari frekuensi mesin.
- Amplitudo pada frekuensi operasi tidak boleh melebihi nilai yang diijinkan. Batasan nilai ini biasanya ditentukan oleh pabrik pembuat mesin.
- Vibrasi yang terjadi pada saat mesin beroperasi tidak boleh mengganggu orang atau pun membahayakan posisi peralatan yang ditempatkan berdekatan atau menempel pada struktur pondasi mesin.
- Secara umum, parameter dari disain pondasi mesin yang sering dijadikan ukuran kestabilan adalah frekuensi dan amplitudo. Frekuensi dan amplitudo yang terjadi seringkali menimbulkan efek yang bervariasi, mulai dari ketidaknyamanan yang dirasakan oleh manusia yang berada di dekat mesin sampai kerusakan struktural.



Gambar 1 Ragam Getaran Pondasi Mesin
Sumber : *Soil Dynamics*, Shamsher Prakash

Pemodelan Pondasi Mesin

Akibat gaya-gaya yang bekerja secara dinamis, maka suatu pondasi mesin dapat bergetar dalam enam ragam getaran dan masing-masing ragam getaran tersebut memiliki enam frekuensi natural. Keenam ragam tersebut terbagi dalam dua bagian yaitu :

1. Translasi (perpindahan), yang terdiri dari :
 - a. Perpindahan dalam arah sumbu X
 - b. Perpindahan dalam arah sumbu Y
 - c. Perpindahan dalam arah sumbu Z

Dimana (a) dan (b) disebut ragam horizontal (sliding) dan (c) disebut ragam vertikal.

2. Rotasi (perputaran), yang terdiri dari :
 - a. Perputaran terhadap sumbu X
 - b. Perputaran terhadap sumbu Y
 - c. Perputaran terhadap sumbu Z

Dimana (a) dan (b) disebut ragam goyangan (pitching untuk arah memendek dan rocking untuk arah memanjang) sedangkan (c) disebut ragam torsi. Keenam ragam tersebut ditunjukkan pada gambar 1.

Dari keenam ragam getaran, translasi arah sumbu z dan rotasi terhadap sumbu z dapat terjadi secara independen dari ragam lainnya. Sedangkan translasi arah sumbu x dengan rotasi terhadap sumbu y atau translasi arah sumbu y dengan rotasi terhadap sumbu x selalu terjadi secara simultan dan saling mempengaruhi sehingga disebut ragam kopel. Jadi pada kenyataannya, pondasi blok memiliki empat ragam getaran yaitu dua ragam tunggal (vertikal dan yawing) dan dua ragam kopel.

Disain Pondasi Mesin

Dalam merencanakan pondasi mesin, kita harus mempertimbangkan beban dinamis yang ditimbulkan oleh bekerjanya mesin. Selanjutnya beban dinamis ini disalurkan ke pondasi yang mendukung mesin tersebut. Dalam merencanakan pondasi mesin yang berkaitan dengan getaran periodik ada beberapa masalah yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

- Pondasi mesin harus aman terhadap beban statik, yaitu aman terhadap guling, gesr, penurunan dan daya dukung tanah.
- Penurunan, getaran atau vibrasi cenderung memadatkan tanah yang non plastis sehingga terjadi penurunan. Pengaruh maksimal terjadi pada material berbutir kasar yang bersih.
- Resonansi, setiap sistem fisik memiliki frekuensi karakteristik masing-masing yang dikenal dengan frekuensi natural. Frekuensi natural didefinisikan sebagai frekuensi pada saat sistem akan bergetar ketika mengalami getaran bebas. Pada waktu getaran bekerja pada sebuah mesin mendekati frekuensi natural pondasinya, amplitudo akan cenderung besar. Sistem dikatakan berada dalam keadaan resonansi ketika dua frekuensi tersebut menjadi sama. Timbulnya resonansi dan efek lanjutannya dapat meningkatkan amplitudo getaran yang merupakan salah satu masalah paling umum pada pondasi mesin.

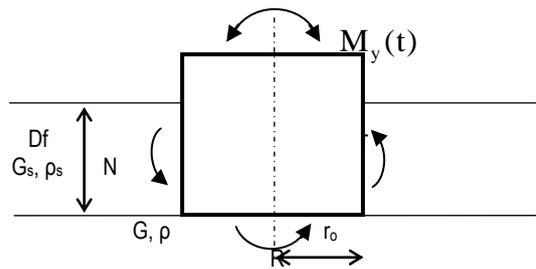
Pada resonansi ditemukan bahwa sebagai tambahan pada amplitudo yang berlebihan maka penurunan yang terjadi juga akan besar. Frekuensi yang terjadi ketika nilai amplitudo mencapai nilai maksimum disebut frekuensi resonansi. Dalam desain pondasi-pondasi mesin, kriteria yang penting adalah menghindari resonansi sehingga amplitudo tidak akan besar.

- Transmisibilitas, transmisibilitas adalah rasio antara besarnya gaya dinamis dari mesin yang disalurkan ke bangunan bawah dengan gaya

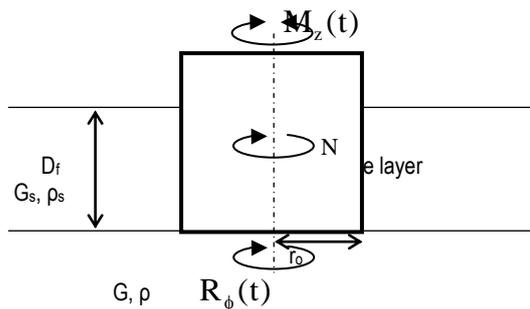
dinamis dari mesin itu sendiri. Istilah transmisibilitas didefinisikan pada kasus isolasi aktif dan isolasi pasif. Dari sudut pandang isolasi ada dua jenis vibrasi yang diperhitungkan secara praktis dalam industri.

Desain Pondasi Blok

- a. Asumsi-asumsi yang digunakan Nilai G (tabel 1), Nilai Poisson Ratio (tabel 2), Nilai Es (tabel 3)
- b. Menghitung akibat beban statis dan dinamis. Akibat beban statis pondasi blok dikontrol terhadap daya dukung dan penurunan pondasi $M_y(t)$



Gambar 2 Getaran Rocking pada Pondasi Tertanam
Sumber :Principles of Soil Dynamics, Braja M Das



Gambar 3 Getaran Torsi pada Pondasi Tertanam
Sumber :Principles of Soil Dynamics, Braja M Das

$$A_{\phi e} = \frac{M_y}{k_{\phi} \sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_{n\phi e}}\right)^2\right]^2 + \left[2\xi_{\phi} \frac{\omega}{\omega_{n\phi e}}\right]^2}} \dots \dots (1)$$

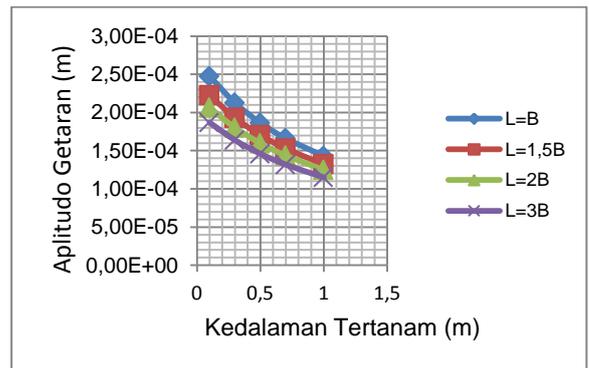
$$A_{\phi e} = \frac{M_z}{k_{\phi} \sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_{n\phi e}}\right)^2\right]^2 + \left[2\xi_{\phi} \frac{\omega}{\omega_{n\phi e}}\right]^2}} \dots \dots (2)$$

Perhitungan amplitudo getaran rocking dihitung menggunakan persamaan (1) dan amplitudo getaran torsi menggunakan persamaan (2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Amplitudo Getaran Rocking (G=G_s, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.48E-04	2.23E-04	2.07E-04	1.87E-04
0.3	2.13E-04	1.93E-04	1.80E-04	1.64E-04
0.5	1.86E-04	1.70E-04	1.60E-04	1.46E-04
0.7	1.66E-04	1.53E-04	1.44E-04	1.32E-04
1.0	1.43E-04	1.32E-04	1.25E-04	1.15E-04



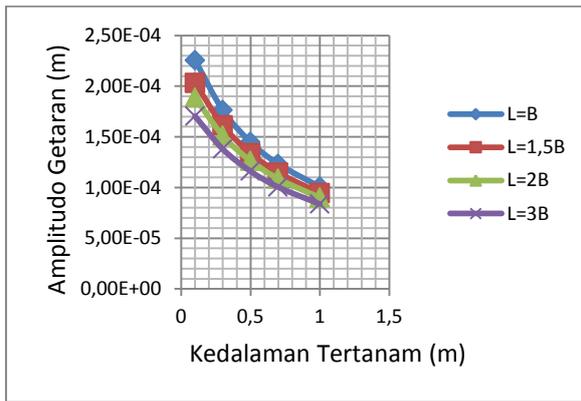
Gambar 4. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking (G=G_s, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 1 dan gambar 4 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah G=G_s dan frekuensi operasi mesin 650 rpm dengan dimensi pondasi blok L=3B terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok L=B ; L=1,5B dan L=2B.

Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 2. Amplitudo Getaran Rocking (G=2G_s, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.26E-04	2.03E-04	1.89E-04	1.70E-04
0.3	1.76E-04	1.61E-04	1.51E-04	1.38E-04
0.5	1.45E-04	1.34E-04	1.26E-04	1.16E-04
0.7	1.23E-04	1.15E-04	1.09E-04	1.00E-04
1.0	1.01E-04	9.45E-05	9.00E-05	8.37E-05

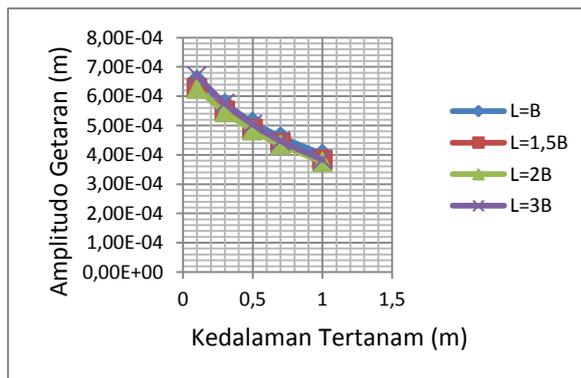


Gambar 5. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=2G_s$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 2 dan gambar 5 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=2G_s$ dan frekuensi operasi mesin 650 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 3. Amplitudo Getaran Rocking ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	6.56E-04	6.27E-04	6.25E-04	6.70E-04
0.3	5.75E-04	5.49E-04	5.45E-04	5.76E-04
0.5	5.12E-04	4.89E-04	4.83E-04	5.04E-04
0.7	4.61E-04	4.40E-04	4.34E-04	4.47E-04
1.0	4.02E-04	3.83E-04	3.76E-04	3.82E-04



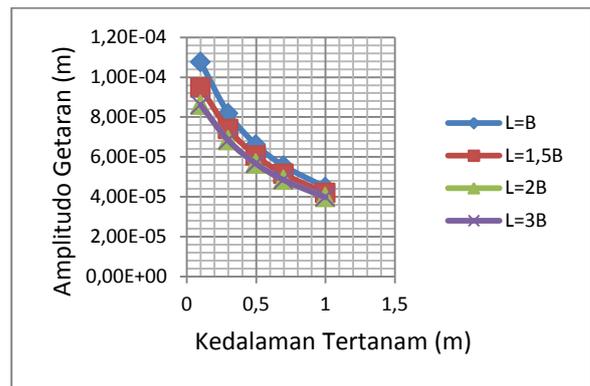
Gambar 6. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 3 dan gambar 6 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=0,5G_s$ dan frekuensi operasi mesin 650 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok

$L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 4. Amplitudo Getaran Torsi ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	1.07E-04	9.48E-05	8.61E-05	8.61E-05
0.3	8.18E-05	7.39E-05	6.82E-05	6.82E-05
0.5	6.61E-05	6.06E-05	5.66E-05	5.66E-05
0.7	5.55E-05	5.14E-05	4.84E-05	4.84E-05
1.0	4.47E-05	4.19E-05	3.97E-05	3.97E-05



Gambar 7. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

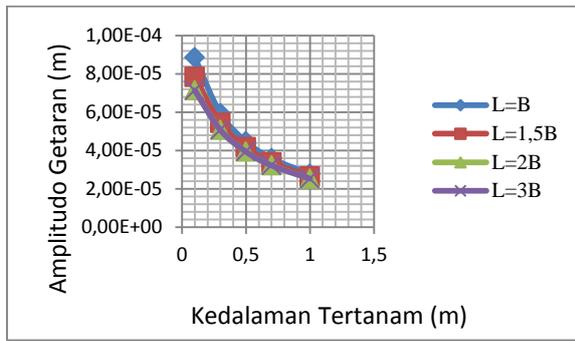
Tabel 4 dan gambar 7 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=G_s$ dan frekuensi operasi mesin 650 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$.

Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 5. Amplitudo Getaran Torsi ($G=2G_s$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	8.84E-05	7.83E-05	7.13E-05	7.13E-05
0.3	5.93E-05	5.43E-05	5.07E-05	5.07E-05
0.5	4.47E-05	4.16E-05	3.93E-05	3.93E-05
0.7	3.58E-05	3.38E-05	3.22E-05	3.22E-05
1.0	2.76E-05	2.63E-05	2.53E-05	2.53E-05

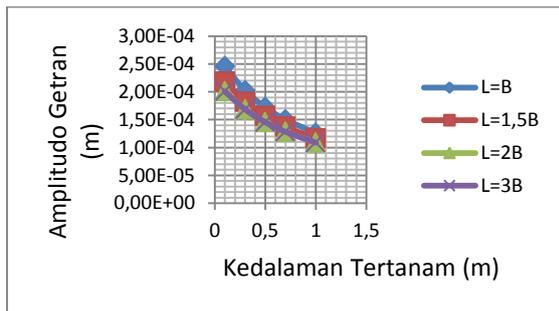
Tabel 5 dan gambar 8 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=2G_s$ dan frekuensi operasi mesin 650 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.



Gambar 8. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=2Gs$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 6. Amplitudo Getaran Torsi ($G=0,5Gs$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.46E-04	2.18E-04	2.01E-04	2.01E-04
0.3	2.02E-04	1.82E-04	1.68E-04	1.68E-04
0.5	1.72E-04	1.56E-04	1.45E-04	1.45E-04
0.7	1.50E-04	1.37E-04	1.28E-04	1.28E-04
1.0	1.26E-04	1.16E-04	1.09E-04	1.09E-04

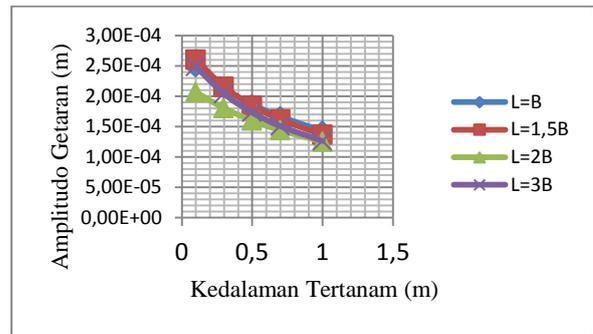


Gambar 9. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=0,5Gs$, Frekuensi Operasi 650 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 6 dan gambar 9 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=0,5Gs$ dan frekuensi operasi mesin 650 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 7. Amplitudo Getaran Rocking ($G=Gs$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.48E-04	2.60E-04	2.07E-04	2.48E-04
0.3	2.13E-04	2.16E-04	1.80E-04	2.04E-04
0.5	1.86E-04	1.84E-04	1.60E-04	1.73E-04
0.7	1.66E-04	1.61E-04	1.44E-04	1.50E-04
1.0	1.43E-04	1.36E-04	1.25E-04	1.26E-04



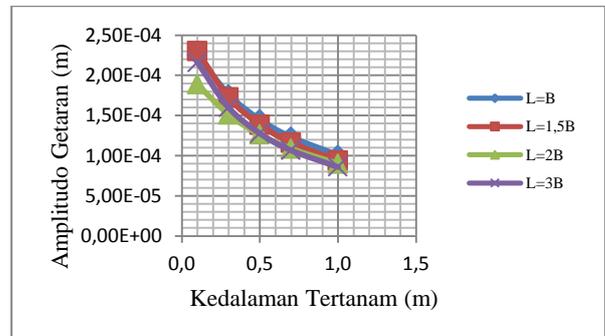
Gambar 10. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=Gs$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 7 dan gambar 10 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=Gs$ dan frekuensi operasi mesin 850 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$.

Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 8. Amplitudo Getaran Rocking ($G=2Gs$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.26E-04	2.30E-04	1.89E-04	2.16E-04
0.3	1.76E-04	1.72E-04	1.51E-04	1.60E-04
0.5	1.45E-04	1.39E-04	1.26E-04	1.28E-04
0.7	1.23E-04	1.16E-04	1.09E-04	1.07E-04
1.0	1.01E-04	9.39E-05	9.00E-05	8.58E-05

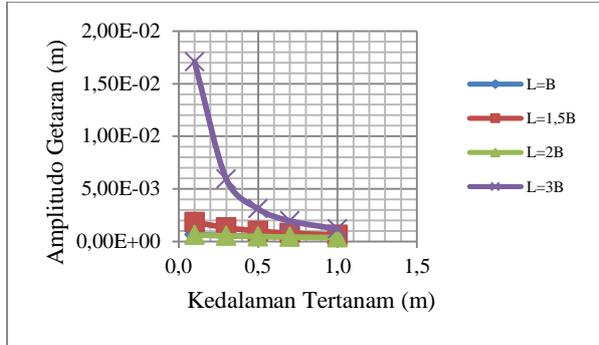


Gambar 11. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=2Gs$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 8 dan gambar 11 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=2Gs$ dan frekuensi operasi mesin 850 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 9. Amplitudo Getaran Rocking ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	6.56E-04	1.85E-03	6.25E-04	1.71E-02
0.3	5.75E-04	1.31E-03	5.45E-04	5.92E-03
0.5	5.12E-04	1.00E-03	4.83E-04	3.11E-03
0.7	4.61E-04	8.05E-04	4.34E-04	1.97E-03
1.0	4.02E-04	6.15E-04	3.76E-04	1.20E-03

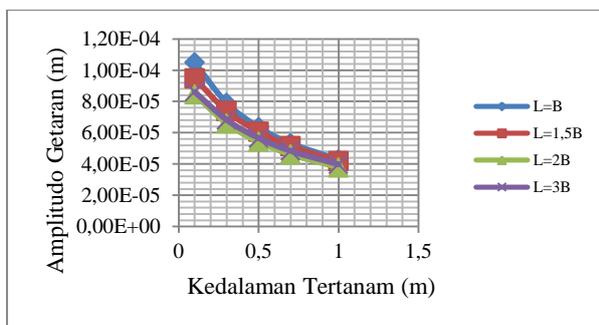


Gambar 12. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 9 dan gambar 12 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=0,5G_s$ dan frekuensi operasi mesin 850 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang besar jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 10. Amplitudo Getaran Torsi ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	1.05E-04	9.48E-05	8.45E-05	8.61E-05
0.3	7.90E-05	7.39E-05	6.59E-05	6.82E-05
0.5	6.35E-05	6.06E-05	5.42E-05	5.66E-05
0.7	5.32E-05	5.14E-05	4.61E-05	4.84E-05
1.0	4.28E-05	4.19E-05	3.78E-05	3.97E-05

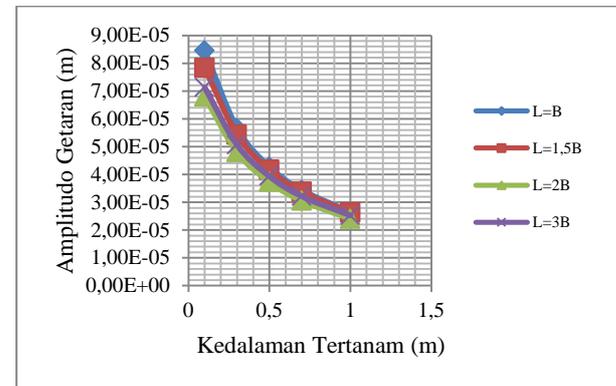


Gambar 13. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 10 dan gambar 13 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=G_s$ dan frekuensi operasi mesin 850 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang besar jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 11. Amplitudo Getaran Torsi ($G=2G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	8.46E-05	7.83E-05	6.80E-05	7.13E-05
0.3	5.66E-05	5.43E-05	4.80E-05	5.07E-05
0.5	4.27E-05	4.16E-05	3.73E-05	3.93E-05
0.7	3.43E-05	3.38E-05	3.05E-05	3.22E-05
1.0	2.65E-05	2.63E-05	2.40E-05	2.53E-05

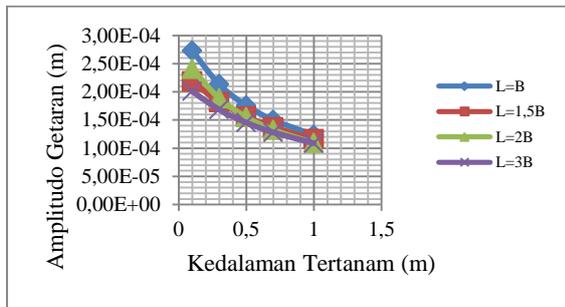


Gambar 14. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=2G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 11 dan gambar 14 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=2G_s$ dan frekuensi operasi mesin 850 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ dan $L=2B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 12. Amplitudo Getaran Torsi ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.73E-04	2.18E-04	2.41E-04	2.01E-04
0.3	2.13E-04	1.82E-04	1.88E-04	1.68E-04
0.5	1.76E-04	1.56E-04	1.55E-04	1.45E-04
0.7	1.50E-04	1.37E-04	1.33E-04	1.28E-04
1.0	1.23E-04	1.16E-04	1.09E-04	1.09E-04

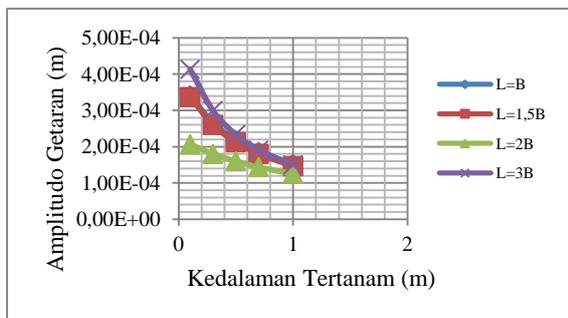


Gambar 15. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=0,5Gs$, Frekuensi Operasi 850 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 12 dan gambar 15 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=0,5Gs$ dan frekuensi operasi mesin 850 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ dan $L=2B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$ dan $L=1,5B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 13. Amplitudo Getaran Rocking ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	3.41E-04	3.37E-04	2.07E-04	4.13E-04
0.3	2.66E-04	2.60E-04	1.80E-04	2.99E-04
0.5	2.18E-04	2.12E-04	1.60E-04	2.33E-04
0.7	1.85E-04	1.80E-04	1.44E-04	1.91E-04
1.0	1.52E-04	1.46E-04	1.25E-04	1.50E-04

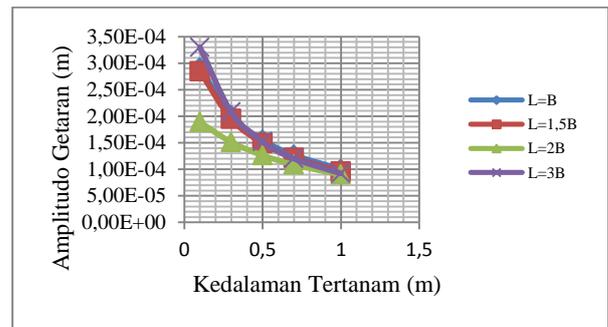


Gambar 16. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 13 dan gambar 16 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=G_s$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 14. Amplitudo Getaran Rocking ($G=2Gs$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.91E-04	2.85E-04	1.89E-04	3.30E-04
0.3	2.01E-04	1.95E-04	1.51E-04	2.08E-04
0.5	1.55E-04	1.49E-04	1.26E-04	1.52E-04
0.7	1.27E-04	1.22E-04	1.09E-04	1.20E-04
1.0	1.00E-04	9.58E-05	9.00E-05	9.22E-05

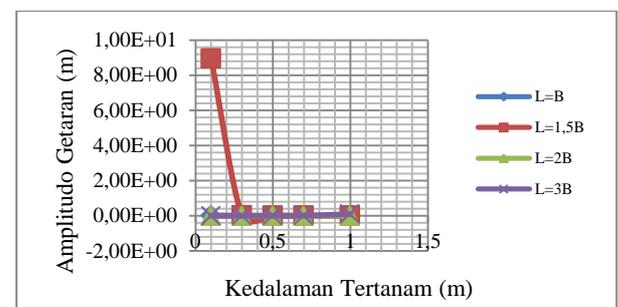


Gambar 17. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=2Gs$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 14 dan gambar 17 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=2Gs$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=2B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=3B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 15. Amplitudo Getaran Rocking ($G=0,5Gs$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	1.41E-02	8.95E+00	6.25E-04	7.72E-04
0.3	4.94E-03	2.72E-02	5.45E-04	1.31E-03
0.5	2.64E-03	7.10E-03	4.83E-04	2.52E-03
0.7	1.70E-03	3.39E-03	4.34E-04	6.06E-03
1.0	1.06E-03	1.69E-03	3.76E-04	9.89E-02

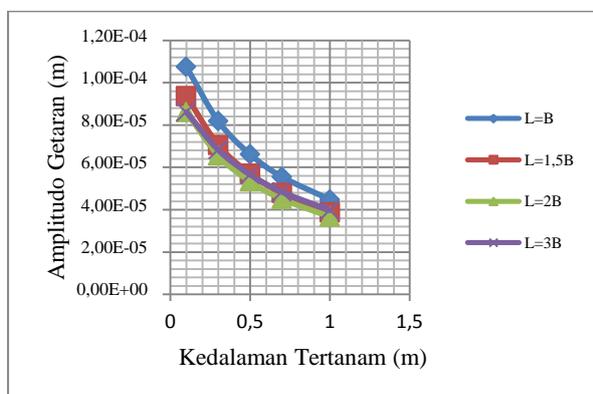


Gambar 18. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Rocking ($G=0,5Gs$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 15 dan gambar 18 menunjukkan bahwa pada getaran rocking, modulus geser tanah $G=0,5G_s$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 16. Amplitudo Getaran Torsi ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	1.07E-04	9.36E-05	8.61E-05	8.61E-05
0.3	8.18E-05	7.05E-05	6.56E-05	6.82E-05
0.5	6.61E-05	5.69E-05	5.33E-05	5.66E-05
0.7	5.55E-05	4.79E-05	4.50E-05	4.84E-05
1.0	4.47E-05	3.87E-05	3.66E-05	3.97E-05



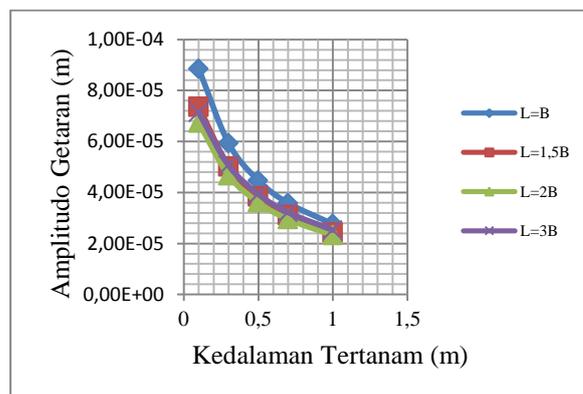
Gambar 19. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 16 dan gambar 19 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=G_s$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ dan $L=2B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$ dan $L=1,5B$.

Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 17. Amplitudo Getaran Torsi ($G=2G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	8.84E-05	7.36E-05	6.74E-05	7.13E-05
0.3	5.93E-05	5.02E-05	4.67E-05	5.07E-05
0.5	4.47E-05	3.84E-05	3.61E-05	3.93E-05
0.7	3.58E-05	3.12E-05	2.95E-05	3.22E-05
1.0	2.76E-05	2.43E-05	2.32E-05	2.53E-05

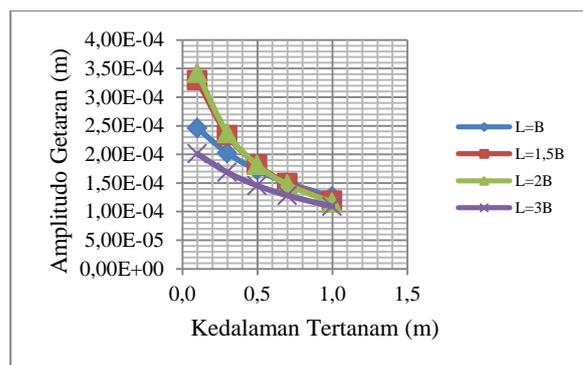


Gambar 20. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=2G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 17 dan gambar 20 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=2G_s$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=2B$ dan $L=2B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$ dan $L=1,5B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

Tabel 18. Amplitudo Getaran Torsi ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

ho (m)	L=B	L=1,5B	L=2B	L=3B
0.1	2.46E-04	3.29E-04	3.42E-04	2.01E-04
0.3	2.02E-04	2.34E-04	2.37E-04	1.68E-04
0.5	1.72E-04	1.82E-04	1.81E-04	1.45E-04
0.7	1.50E-04	1.50E-04	1.47E-04	1.28E-04
1.0	1.26E-04	1.19E-04	1.16E-04	1.09E-04



Gambar 21. Grafik hubungan antara kedalaman tertanam dengan Amplitudo Getaran Torsi ($G=0,5G_s$, Frekuensi Operasi 1000 rpm, dengan variasi L dan B)

Tabel 18 dan gambar 21 menunjukkan bahwa pada getaran torsi, modulus geser tanah $G=0,5G_s$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=3B$ terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.

PENUTUP

KESIMPULAN

1. Dimensi pondasi blok $L=2B$ dan $L=3B$ akan memberikan amplitudo yang kecil pada $G=G_s$ dan $G=0,5G_s$
2. Pada getaran rocking dan getaran torsi, modulus geser tanah $G=2G_s$ dan frekuensi operasi mesin 1000 rpm dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$; $L=2B$ dan $L=3B$; terjadi amplitudo getaran yang kecil jika dibandingkan dengan modulus geser $G=G_s$ dan $G=0,5G_s$ dengan dimensi pondasi blok $L=B$; $L=1,5B$ dan $L=2B$ dan $L=3B$.
3. Pada kedalaman tertanam besar akan memberikan amplitudo yang kecil.
4. Untuk ragam getaran besar akan memberikan amplitudo kecil

SARAN

Untuk penelitian yang akan datang sebaiknya menggunakan data dari penyelidikan dinamika tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Barkan, D. D., "Dynamic of Bases and Foundations", Mc Graw-Hill Book Company, USA, 1962.
- Bowles E Josep., "Analisis dan Desain Pondasi", Jilid 2 Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991.
- Bowles E Josep., "Foundation and Analysis Design", Third Edition Mc Graw-Hill Book Company, Japan, 1982.
- Bowles E Josep dan J. K. Hainim., "Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah", Edisi Kedua Penerbit Erlangga, Jakarta, 1989.
- Braja M Das., "Principles of Geotechnical Engineering", Fifth Edition Nelson A Division Of Thomson Canada Limited, Canada, 2006.
- Braja M Das., "Principles of Soil Dynamics", PWS-KENT Publishing Company, Canada, 1993.
- Prakash Shamsher., "Soil Dynamics", Mc Graw-Hill Book Company, USA, 1981.
- Suteja, I Wayan, "Pengaruh Dimensi dan Penanaman Terhadap Respons Dinamis Pondasi Mesin Tipe Blok pada Eksitasi Vertikal, Horisontal dan Rocking", Tesis S2 Geoteknik ITS, 2007

LAMPIRAN

Tabel 1. Modulus Geser Tanah

Bahan	G (MPa)
Pasir kuarsa padat bersih	12 - 20
Pasir halus seperti mika	16
Pasir berlin ($e = 0,53$)	17 - 24
Pasir tanah liat	10
Pasir kerikil padat	70
Lempung berlumpur lunah basah	9 - 15
Lempung berlumpur lunah kering	17 - 21
Lempung berlumpur kering	25 - 35
Lempung sedang	12 - 30
Lempung berpasir	12 - 30

Tabel 2. Ratio Poisson beberapa jenis tanah

Bahan	ν
Lempung jenuh	0,4 - 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 - 0,3
Lempung berpasir	0,2 - 0,3
Lanau	0,3 - 0,35
Pasir berkerikil	0,1 - 1
Batuan (rock)	0,1 - 0,4

Tabel 3. Nilai E untuk beberapa jenis tanah

Tanah	E_s (MPa)
Lempung	
Sangat lunak	2 - 15
Lunak	5 - 25
Sedang	15 - 50
Keras	50 - 100
Berpasir	25 - 250
Pasir	
Berlanau	5 - 20
Lepas	10 - 25
Padat	50 - 81
Pasir dan kerikil padat	
Lepas	50 - 150
Padat	100 - 200