

PENGARUH ANGKA POISSON DAN MODULUS GESER TANAH TERHADAP AMPLITUDO DAN FREKUENSI PADA PEMODELAN FONDASI BLOK TIDAK TERTANAM UNTUK MESIN DIESEL

Nur Ikhsan

Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: nrikhsan96@gmail.com

Ferra Fahrani

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: f2_ferra@yahoo.com

Yayuk Apriyanti

Dosen Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email : yayukapriyanti26@gmail.com

ABSTRAK

Pada fondasi mesin, pemilihan angka Poisson (μ) dan modulus geser tanah (G) menjadi hal penting dalam perencanaannya karena merupakan parameter-parameter dinamis tanah yang sangat berpengaruh pada frekuensi alami dan amplitudo getaran yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan memodelkan fondasi jenis blok tidak tertanam dan menggunakan mesin diesel. Pada analisis statis, dihitung daya dukung dan penurunan, sementara analisis dinamis memperhitungkan frekuensi alami dan amplitudo getaran yang terjadi pada getaran vertikal dan horizontal. Pada analisis statis diperoleh daya dukung dengan metode Terzaghi = 551,500 kN/m² dan daya dukung ijin = 183,813 kN/m², sedangkan penurunan yang terjadi = 25,480 mm. Pengaruh pemilihan angka Poisson (μ) dan modulus geser tanah (G) dilakukan dengan cara membuat 3 variasi nilai yang akan digunakan pada analisis dinamis. Variasi 1 dengan $\mu= 0,1$ dan $G= 204,5455 \text{ ton/m}^2$, Variasi 2 dengan $\mu= 0,2$ dan $G= 281,250 \text{ ton/m}^2$ serta Variasi 3 dengan $\mu= 0,3$ dan $G= 346,1538 \text{ ton/m}^2$. Pemilihan angka poisson dan modulus geser tanah memberikan pengaruh terhadap frekuensi alami dan amplitudo getaran yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai angka poisson dan modulus geser tanah, maka nilai frekuensi alami dan amplitudo yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Namun, pada getaran vertikal terjadi penurunan untuk nilai amplitudo.

Kata Kunci: *fondasi, mesin, frekuensi alami, amplitudo, getaran*

PENDAHULUAN

Fondasi mesin merupakan elemen struktur yang digunakan untuk

meneruskan beban dari mesin di atas fondasi ke dalam tanah. Perencanaan fondasi mesin lebih kompleks daripada fondasi yang hanya menerima beban

statis karena dalam perencanaanya fondasi harus mampu menahan beban statis dan beban dinamis. Kemampuan dalam menahan beban dinamis ditentukan berdasarkan nilai frekuensi alami dan amplitudo yang dihasilkan dalam sistem fondasi mesin. Pada fondasi mesin, pemilihan angka Poisson dan modulus geser tanah menjadi hal penting dalam perencanaanya karena merupakan parameter-parameter dinamis tanah yang sangat berpengaruh pada frekuensi alami dan amplitudo getaran yang dihasilkan. Pemilihan angka Poisson dan modulus geser secara empiris tanah saat ini dinilai kurang akurat dikarenakan nilai-nilai tersebut dalam kisaran yang belum pasti. Karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap parameter tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemilihan angka Poisson dan modulus geser tanah terhadap frekuensi alami amplitudo getaran yang dihasilkan pada pemodelan fondasi mesin blok tidak tertanam untuk mesin diesel

LANDASAN TEORI

Parameter Dinamis Tanah

Analisis permasalahan tanah yang menerima beban dinamis seperti stabilitas timbunan terhadap beban gempa, interaksi tanah dengan struktur pada saat gempa, dan respon dinamis dari fondasi mesin membutuhkan input parameter dinamis tanah.

1. Angka Poisson

Angka Poisson (*Poisson's Ratio*) \ adalah rasio atau perbandingan antara regangan transversal (tegak lurus)

terhadap regangan longitudinal pada saat mengalami tegangan aksial, baik tarik maupun tekan, di dalam kondisi elastis.

Tabel 1. Perkiraan angka Poisson

Jenis Tanah	Angka Poisson
Lempung Jenuh	0,4 – 0,5
Lempung Tak Jenuh	0,1 – 0,3
Lempung Berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,5
Pasir Padat (e = 0,2 – 0,4)	0,2 – 0,4
Pasar Kasar (e = 0,4 – 0,7)	0,15
Pasir Halus (e = 0,4 -0,7)	0,25
Batu	0,1 – 0,4
<i>Loess</i>	0,1 – 0,3

Sumber: *Hardiyatmo, 2014*

2. Modulus Geser Tanah

Modulus geser atau modulus kekakuan G menjelaskan kecenderungan sebuah objek untuk bergeser (deformasi bentuk pada volume konstan) ketika diberi kekuatan yang berlawanan;

Modulus geser tanah dapat ditentukan menggunakan nilai modulus elastisitas dan angka Poisson yang ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$G = \frac{E_s}{2(1+\mu)} \dots\dots(1)$$

Tabel 2. Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah

Jenis Tanah	Modulus Elastisitas
	(kg/cm ²)
Lempung	
Sangat Lunak	42804
Lunak	20 – 40
Sedang	45 – 90
Keras	70 – 200
Berpasir	300 – 425
Pasir dan Krikil	
Padat	800 - 2000
Tidak Padat	500 – 1400
Loess	150 – 600
Serpih	1400 - 14000
Kayu	80.000 – 100.000
Beton	200.000 – 300.000
Baja	2.150.000

Sumber: Bowles, 1997

Fondasi Mesin

Fondasi mesin merupakan elemen struktur yang digunakan untuk meneruskan beban dari mesin di atas fondasi ke dalam tanah. Perencanaan fondasi mesin, umumnya lebih kompleks daripada fondasi yang hanya menerima beban statis. Selain perlu memperhitungkan gaya statis yang berasal dari berat mesin dan berat fondasi, perencanaan fondasi mesin juga harus memperhitungkan gaya dinams yang dihasilkan oleh mesin.

Praksash (1981) dalam Irsyam (2008) juga menyatakan bahwa fondasi mesin harus memenuhi kriteria desain berdasarkan beban statis maupun beban dinamis. Kriteria desan fondasi mesin berdasaran beban statis sebagai berikut :

1. Fondasi harus aman terhadap keruntuhan geser.
2. Fondasi tidak boleh mengalami penurunan tanah yang berlebihan.

Adapun kriteria desain fondasi mesin berdasarkan beban dinamis sebagai berikut :

1. Fondasi tidak boleh mengalami resonansi.
2. Amplitudo getaran yang terjadi tidak boleh melebihi nilai yang diizinkan.
3. Frekuensi alami dari sistem fondasi-mesin-tanah tidak boleh merupakan kelipatan bulat dari frekuensi operasi mesin.
4. Getaran yang diakibatkan oleh mesin tidak boleh mengganggu ataupun memberikan efek buruk terhadap orang dan peralatan disekitarnya

Berikut tabel yang menunjukkan nilai amplitudo izin getaran.

Tabel 3. Nilai amplitudo izin untuk beberapa jenis mesin

Jenis	Amplitudo izin
Mesin berfrekuensi rendah	0,02-0,025
Mesin hammer	0,1-0,12
Mesin berfrekuensi tinggi	
3000 rpm	
Getaran vertikal	0,002-0,003
Getaran horisontal	0,004-0,005
1500 rpm	
Getaran vertikal	0,004-0,006
Getaran horisontal	0,007-0,009

Sumber: Irsyam, 2008

Analisis Statis

Pada analisis statis menghitung daya dukung dan penurunan yang terjadi

Daya Dukung

Persamaan umum kapasitas dukung menggunakan Metode Terzaghi (1943) yang bersumber dari Hardiyatmo,2014 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$q_u = c_2 N_c + D_f \gamma_1 N_q + 0,5 \gamma_2 N_\gamma \dots (2)$$

Penurunan

Bila suatu lapisan tanah megalami pembebanan akibat beban di atasnya, maka tanah dibawah beban yang bekerja tersebut akan mengalrai kenaikan tegangan, ekses dari kenaikan tegangan ini adalah terjadinya penurunan eleveasi tanah dasar (*settlement*).

Penurunan Seketika

$$S_i = p_o \cdot B \cdot I_p \frac{(1 - \mu)^2}{E_s} \dots \dots \dots (3)$$

Penurunan Konsolidasi Primer

$$S_c = \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o}$$

$$\Delta p_{av} = \frac{1}{6} (\Delta p_t + 4 \Delta p_m + \Delta p_b)$$

$$\Delta p_b \Delta p = \frac{q_o L B}{(B + Z)(L + Z)} \dots \dots \dots (4)$$

Analisis Dinamis

Perhitungan analisis dinamis meliputi dua arah getaran yakni vertical dan horizontal. Besarnya parameter dinamis menggunakan persamaan-persamaan berikut:

a. Jari-jari ekivalen r_{0z} ,

$$r_{0z} = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

b.Rasio massa B_z ,

$$B_z = \frac{1}{4} (1 - \mu) m / \rho r_{0z}^3 \dots (5)$$

c.Konstanta kekakuan k_z ,

$$k_z = \frac{4Gr_{0z}}{1 - \mu} \dots \dots \dots (6)$$

d.Konstanta redaman c_z ,

$$c_z = \frac{3,4r_{0z}^2 \sqrt{G\rho}}{1 - \mu} \dots \dots \dots (7)$$

e.Rasio redaman D_z ,

$$D_z = \frac{0,425}{\sqrt{B_z}} \dots \dots \dots (8)$$

f.Frekuensi alami f_n ,

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k_z/m} \dots \dots (9)$$

g.Gaya dinamis Q_0 ,

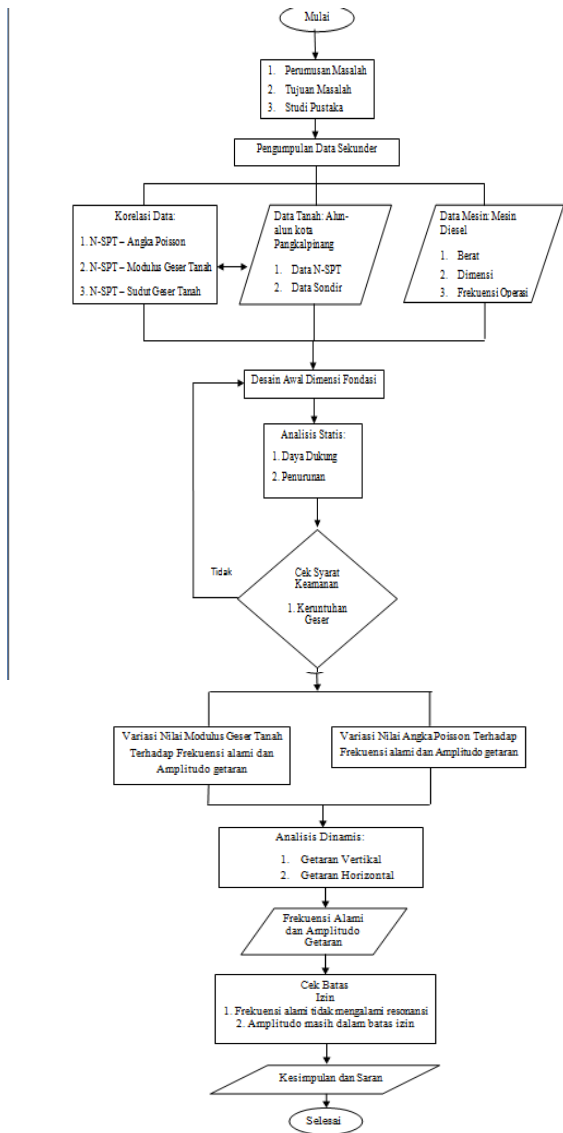
$$Q_0 = M \text{ mesin} \cdot e \cdot f \dots \dots (10)$$

h.Amplitudo getaran A_z ,

$$A_z = \frac{(Q_0/k_z)}{\sqrt{[1 - (\omega^2/\omega_n^2)]^2 + 4D_z^2 (\omega^2/\omega_n^2)}} \dots \dots (11)$$

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan permodelan pondasi blok tidak tertanam untuk mesin diesel dengan memvariasikan nilai angka poison dalam modulus geser tanah . Langkah-langkan penelitian ini digamabarkan pada diagram alir pada gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Besarnya parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang diuraikan berikut

Data Tanah

Data tanah diperoleh dari Standard Penetration Test dan studi korelasi empirik

Tabel 4. Data Tanah

Kedalaman	0-2,2 m
Jenis Tanah	Lempung Kelanauan
N SPT	8
Angka Pori (e)	0.9

Kadar Air (w)	30%
Berat Jenis (Gs)	2.715
Berat Volume (Y)	1.858 t/m3
Sudut Geser (φ)	28°
Indeks Kompresitas(cc)	0.189
Kohesi (cu)	10 kN/m3

Data Mesin

Data mesin yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Data Mesin

Hyundai 14kVA Diesel Generator Single	
Frekuensi (Hz)	50
Kecepatan Operasi (Rpm)	1500
Berat (ton)	0,71
Dimensi LxWxH (m)	1,5X0,76X1,070

Pemodelan Pondasi

Pondasi dimodelkan dengan memodelkan pondasi sebagai pondasi blok tidak tertanam yang berada pada tanah homogen dengan parameter tanah seperti pada tabel 4. Pondasi direncanakan menahan beban mesin pada getran verikal dan horizontal dengan spesifikasi mesin seperti pada tabel 5

Pada pemodelan ini dilakukan 3 variasi pemodelan dengan mevariasikan nilai angka poison dalam modulus geser tanah, seperti pada tabel 6. Penentuan nilai angka poisson dan modulus geser tanah berdasarkan tabel 1 dan tabel 2

Tabel 6. Nilai Angka Poisson Dan Modulus Geser Tanah

	Jenis Tanah	Angka Poisson	Modulus Geser Tanah (kg/cm ²)
Variasi 1	Lempung Kelanauan	0.1	204,5455
Variasi 2	Lempung Kelanauan	0.2	281,250
Variasi 3	Lempung Kelanauan	0.3	346,1538

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perencanaan dimensi pondasi sebagai berikut

Tabel 7. Dimensi Fondasi

Dimensi Fondasi (m)	
Panjang	1.9
Lebar	1.16
Ketebalan	0.268

Analisis Statis

Berdasarkan Metode Terzaghi (1943) didapatkan daya dukung izin pondasi sebesar $q_a = 183,813 \text{ kN/m}^2$ dengan penurunan total sebesar 25,48 mm

Analisis Dinamis

Hasil analisis dinamis, pada 3 variasi pemodelan pondasi menghasilkan nilai parameter dinamis yang berbeda seperti ditunjukkan pada tabel 8, tabel 9, dan tabel 10

Tabel 8. Hasil Analisis Dinamis Variasi 1

Parameter	Getaran Vertikal	Getaran Horizontal
Jari-jari ekuivalen (r)	0.8378 m	0.8378 m

Parameter	Getaran Vertikal	Getaran Horizontal
Rasio Massa (B)	0.4387	0.4198
Konstanta Kekakuan (K)	761.6374 ton/m	796.0340 ton/m
Konstanta Redaman (C)	16.5028 ton-detik/m	11.6678 ton-detik/m
Rasio Redaman (D)	0.6417	0.4445
Frekuensi Alami (fn)	92.9862 Hz	95.0627 Hz
Gaya Dinamis (Qo)	18.9925	18.9925
Amplitudo Getaran (A)	0.0036 mm	0.0039 mm

Tabel 9. Hasil Analisis Dinamis Variasi 2

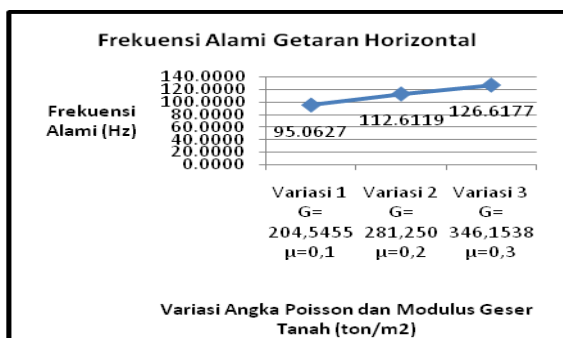
Parameter	Getaran Vertikal	Getaran Horizontal
Jari-jari ekuivalen (r)	0,8378 m	0,8378m
Rasio Massa (B)	0,3900	0,4113
Konstanta Kekakuan (K)	1178,1579 ton/m	1117,0682 ton/m
Konstanta Redaman (C)	21.7702 ton-detik/m	13,9633 ton-detik/m
Rasio Redaman (D)	0,6806	0.4491
Frekuensi Alami (fn)	115,6501 Hz	112,6119 Hz
Gaya Dinamis (Qo)	18,9925	18,9925
Amplitudo Getaran (A)	0,0035 mm	0,0040 mm

Tabel 10. Hasil Analisis Dinamis Variasi 3

Parameter	Getaran Vertikal	Getaran Horizontal
Jari-jari ekuivalen (r)	0,8378 m	0,8378m
Rasio Massa (B)	0,3900	0,4113
Konstanta Kekakuan (K)	1178,1579 ton/m	1117,0682 ton/m
Konstanta Redaman (C)	21.7702 ton-detik/m	13,9633 ton-detik/m

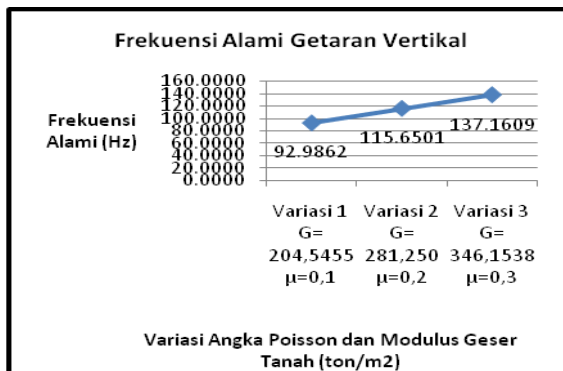
Parameter	Getaran Vertikal	Getaran Horizontal
Rasio Redaman (D)	0,6806	0.4491
Frekuensi Alami (fn)	115,6501 Hz	112,6119 Hz
Gaya Dinamis (Qo)	18,9925	18,9925
Amplitudo Getaran (A)	0,0035 mm	0,0040 mm

Hasil perhitungan analisis dinamis disusun dalam bentuk grafik agar memudahkan untuk melihat hasil secara keseluruhan.



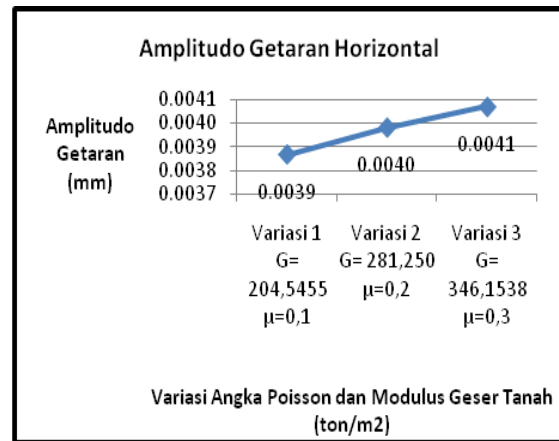
Gambar 2. Grafik Frekuensi Alami pada Getaran Horizontal

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kenaikan dari variasi 1 ke variasi 2 frekuensi alami pada getaran horizontal sebesar 18,46%, sedangkan kenaikan dari variasi 2 ke variasi 3 sebesar 12,44%.



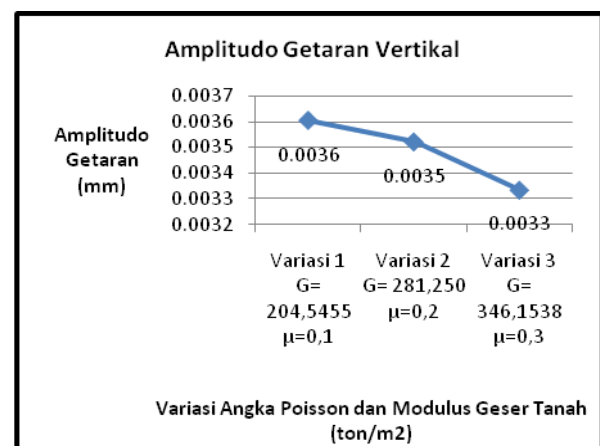
Gambar 3. Grafik Frekuensi Alami pada Getaran Vertikal

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kenaikan dari variasi 1 ke variasi 2 frekuensi alami sebesar 24,37%, sedangkan kenaikan dari variasi 2 ke variasi 3 sebesar 18,60%.



Gambar 4. Grafik Amplitudo pada Getaran Horizontal

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kenaikan dari variasi 1 ke variasi 2 amplitudo getaran pada getaran horizontal sebesar 2,96%, sedangkan kenaikan dari variasi 2 ke variasi 3 sebesar 2,21%.



Gambar 5. Grafik Amplitudo pada Getaran Vertikal

Berdasarkan hasil perhitungan terjadi penurunan dari variasi 1 ke variasi 2 amplitudo getaran menurun sebesar

2,29%, sedangkan dari variasi 2 ke variasi 3 menurun sebesar 5,27%.

Setelah diperoleh nilai frekuensi alami dan amplitudo getaran yang terjadi, diperiksa apakah memenuhi syarat atau tidak. Untuk persyaratan frekuensi alami Prakash, (1981) menyatakan bahwa frekuensi alami tidak boleh merupakan kelipatan bilangan bulat dari frekuensi mesin.

Tabel 11. Batas Ijin Frekuensi Getaran Horizontal

Frekuensi Alami	Horizental	Batas Ijin	
Variasi 1 G= 204,5455 $\mu=0,1$	95.0627	$\neq 50$ Hz , Bukan	OK
Variasi 2 G= 281,250 $\mu=0,2$	112.6119	Kelipatan Bilangan	OK
Variasi 3 G= 346,1538 $\mu=0,3$	126.6177	Bulat	OK

Tabel 12. Batas Ijin Frekuensi Getaran Vertikal

Frekuensi Alami	Vertikal	Batas Ijin	
Variasi 1 G= 204,5455 $\mu=0,1$	92.9862	$\neq 50$ Hz , Bukan	OK
Variasi 2 G= 281,250 $\mu=0,2$	115.6501	Kelipatan Bilangan	OK
Variasi 3 G= 346,1538 $\mu=0,3$	137.1609	Bulat	OK

Tabel 13. Batas Ijin Amplitudo Getaran Horizontal

Amplitudo	Horizental	Batas Ijin	
Variasi 1 G= 204,5455 $\mu=0,1$	0.0039	$\leq 0,007$ - 0,009	OK

Amplitudo	Horizental	Batas Ijin	
Variasi 2 G= 281,250 $\mu=0,2$	0.0040		OK
Variasi 3 G= 346,1538 $\mu=0,3$	0.0041		OK

Tabel 14. Batas Ijin Amplitudo Getaran Vertikal

Amplitudo	Vertikal	Batas Ijin	
Variasi 1 G= 204,5455 $\mu=0,1$	0.0036	$\leq 0,004$ - 0,006	OK
Variasi 2 G= 281,250 $\mu=0,2$	0.0035		OK
Variasi 3 G= 346,1538 $\mu=0,3$	0.0033		OK

Syarat amplitudo izin fondasi dinamis menurut Prakash (1981) yang bersumber dari Irsyam (2008) bahwa amplitudo yang terjadi tidak boleh melebihi amplitudo izin.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pengaruh angka poisson dan modulus geser tanah terhadap amplitudo dan frekuensi pada pemodelan fondasi blok tidak tertanam, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemilihan angka poisson dan modulus geser tanah memberikan pengaruh terhadap frekuensi alami yang dihasilkan pada pemodelan fondasi mesin blok tidak tertanam untuk mesin diesel. Semakin tinggi nilai angka poisson dan modulus geser tanah, maka nilai frekuensi alami yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.
2. Pemilihan angka poisson dan modulus geser tanah memberikan

pengaruh terhadap amplitudo getaran yang dihasilkan pada pemodelan fondasi mesin blok tidak tertanam untuk mesin diesel. Semakin tinggi nilai angka poisson dan modulus geser tanah, maka nilai amplitudo yang dihasilkan pada akan meningkat. Namun, pada getaran vertical terjadi penurunan nilai amplitudo.

SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penulis ingin memberikan saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat langsung mengambil studi kasus untuk hasil yang lebih baik.
2. Kevalidan data, baik itu data tanah maupun data mesin sebaiknya diperhatikan lebih teliti.
3. Pada penelitian selanjutnya, analisis dinamis sebaiknya mencakup empat arah getaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Briaud, J,-L, 2013. *Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils*. Wiley: United States
- 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 Fondasi I, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Irsyam, dkk. 2008. *Dinamika Tanah dan Fondasi Mesin*. Bandung: Penerbit ITB.
- Prakash, Shamsar. 2006. *Foundation for Vibrating Machines*. Journal of Structural Engineering: India