

PENGARUH TINGGI, KEDALAMAN PONDASI MESIN JENIS BLOK DAN PARAMETER TANAH BERBUTIR HALUS TERHADAP AMPLITUDO

Hendry Gunawan¹⁾, Raden Harya Dananjaya²⁾, Bambang Setiawan³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email : hendrygunawan7355@yahoo.com

Abstract

The foundation supporting the machine can be influenced by vibrations that caused by the unbalanced force of the machine and also the static weight of the machine. The machine vibration is excessive then it can damage the machine and makes an adverse influence to the building or people who work near the machine. The stability analysis of a block type foundation machine that influenced by height, foundation depth and fine grained soil parameters are necessary to determine the magnitude of amplitude occurs by the machine so it will not harm the buildings or people worki near the machine. The amplitude calculation analysis use the method of lump parameter system.

The result of this analysis indicate that the bigger machine foundation caused the vertical amplitude, horizontal amplitude, and rocking amplitude smaller. The deeper foundations depth, the vertikal and horizontal amplitude are smaller, while rocking amplitude is bigger. The bigger soil bulk density, poisson numbers, and shear modulus of soli caused vertical and horizontal amplitude smaller, while rocking amplitude bigger. The dimensions of foundation $5 \times 3 \times 1$ m with 1 m depth, soil bulk density = 14 kN/m^3 , poisson numbers = 0,4, and shear modulus = 25000 kN/m^2 resulting vertical amplitude = $2,08 \times 10^{-06}$ m, horizontal amplitude = $2,23 \times 10^{-06}$ m, and amplitude rocking = $8,88 \times 10^{-09}$ m.

Keywords: height foundation, depth foundation, block type foundation machine, lump parameter system, amplitude.

Abstrak

Pondasi yang menopang mesin dapat dipengaruhi oleh getaran yang disebabkan gaya-gaya mesin yang tidak seimbang dan juga oleh berat statis dari mesin tersebut. Jika getaran-getaran mesin berlebihan maka dapat merusak mesin dan memberikan pengaruh yang merugikan pada bangunan atau orang yang bekerja dekat mesin tersebut. Analisis tentang kestabilan pondasi mesin jenis blok yang dipengaruhi tinggi, kedalaman pondasi dan parameter tanah berbutir halus diperlukan untuk mengetahui besarnya amplitudo yang terjadi diakibatkan oleh mesin supaya tidak merugikan bangunan atau orang yang bekerja di dekat mesin tersebut. Analisis perhitungan amplitudo menggunakan metode *Lump Parameter System*.

Hasil dari analisis ini menunjukkan bahwa semakin tinggi pondasi mesin mengakibatkan amplitudo vertikal, amplitudo horisontal, dan amplitudo *rocking* semakin kecil. Semakin dalam kedalaman pondasi amplitudo vertikal dan horisontal semakin kecil, sedangkan amplitudo *rocking* semakin besar. Semakin besar berat isi tanah, angka poisson, dan modulus geser tanah mengakibatkan amplitudo vertikal dan horisontal semakin kecil, sedangkan amplitudo *rocking* semakin besar. Dimensi pondasi $5 \times 3 \times 1$ m dengan kedalaman pondasi 1 m, berat isi tanah = 14 kN/m^3 , angka poisson = 0,4, dan modulus geser tanah = 25000 kN/m^2 menghasilkan amplitudo vertikal = $2,08 \times 10^{-06}$ m, amplitudo horisontal = $2,23 \times 10^{-06}$ m, dan amplitudo *rocking* = $8,88 \times 10^{-09}$ rad.

Kata kunci: tinggi pondasi, kedalaman pondasi, pondasi mesin jenis blok, *lump parameter system*, amplitudo.

PENDAHULUAN

Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban di atasnya dan berat sendiri yang diteruskan kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya (Bowles, 1988).

Pondasi yang menopang mesin dapat dipengaruhi oleh getaran yang disebabkan gaya-gaya mesin yang tak seimbang dan berat statis dari mesin tersebut. Jika getaran-getaran mesin berlebihan maka dapat merusak mesin dan memberikan pengaruh yang merugikan pada bangunan atau orang yang bekerja dekat mesin tersebut.

Mesin turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik, energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Analisis tentang kestabilan pondasi mesin jenis blok yang dipengaruhi tinggi, kedalaman pondasi dan parameter tanah berbutir halus diperlukan untuk mengetahui besarnya amplitudo yang terjadi diakibatkan oleh mesin supaya tidak merugikan bangunan atau orang yang bekerja di dekat mesin tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Ernawan dan Abdiah (2015) melakukan penelitian tentang analisis perencanaan pondasi dinamis untuk mendukung mesin turbin pada pabrik gula cukir jombang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui amplitudo yang bekerja pada pondasi pendukung mesin turbin pada pabrik gula cukir jombang dan untuk mengetahui dimensi pondasi sehingga memenuhi syarat – syarat perencanaan. Dalam penelitian metode analisa dinamis yang dipakai adalah *metode lumped parameter system*. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa amplitudo arah z = 0,127 mm, amplitudo arah x = 0,142 mm, amplitudo arah y = 0,19 mm dan menggunakan pondasi jenis blok dengan panjang = 9,2 m, lebar = 4,8 m, dan kedalaman = 2,8 m.

Ambada (2013) melakukan analisa mengenai perencanaan struktur pondasi mesin blower pada pabrik pengolahan emas martable di tapanuli selatan, sumatra utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya amplitudo yang terjadi supaya getaran yang terjadi tidak mengganggu lingkungan sekitar dan besarnya beban dinamis yang tersalurkan ke pondasi sehingga bisa merencanakan pondasi tersebut. Penelitian ini menggunakan metode *lump parameter sytem* untuk menganalisa beban dinamis. Hasil dari penelitian didapatkan desain pondasi mesin dengan ketebalan = 0,6 m, panjang = 4 m, dan lebar = 2,5 m dengan amplitudo vertikal = 0,000165 inch.

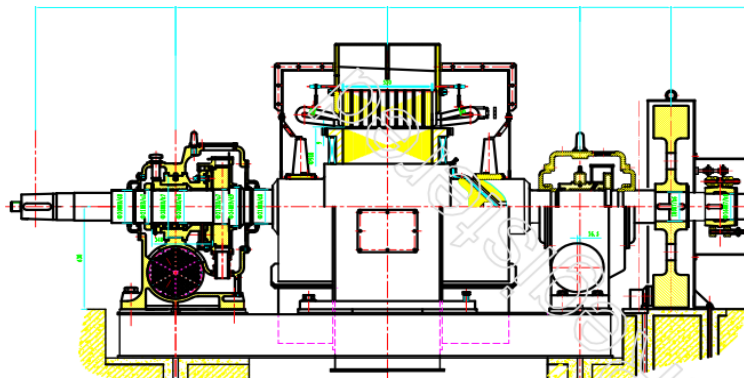
Balamba (2013) melakukan penelitian tentang analisis respons dinamik pondasi tiang pancang kelompok akibat beban dinamik mesin pada getaran vertikal dan horisontal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modulus geser tanah dan frekuensi getaran terhadap pondasi tiang pancang. Hasil dari penelitian ini didapat pondasi tiang pancang kelompok yang terdiri dari 6 tiang pancang dengan panjang = 10 m.

Pondasi Mesin

Pondasi Mesin merupakan pondasi yang digunakan untuk menompang beban dinamis berupa getaran yang dihasilkan oleh mesin dan beban statis seperti berat sendiri pondasi, berat mesin dan generator. Umumnya beban dinamis sendiri lebih kecil dari pada beban statisnya sendiri. Terdapat persyaratan dimana pondasi sendiri harus 2-3 kali lebih berat dari berat mesin, dan berat pondasi juga harus 3-5 kali lipat berat mesin ketika dalam keadaan aktif (C. Arya dkk,1979).

Turbin

Turbin adalah suatu mesin rotari yang berfungsi untuk mengubah energi dari aliran fluida menjadi energi gerak yang bermanfaat. Mesin turbin yang paling sederhana terdiri dari sebuah bagian yang berputar disebut rotor, yang terdiri atas sebuah poros atau *shaft* dengan sudu-sudu atau *blade* yang terpasang disekelilingnya. Rotor tersebut berputar akibat dari tumbukan aliran fluida tersebut (Sembiring, 2015).



Gambar 1. Mesin Turbin HLA575C-WJ-62
(Sumber: PLTMH, Gorontalo, Sulawesi Utara)

Amplitudo

Amplitudo adalah simpangan terjauh yang diukur dari titik keseimbangan dalam suatu getaran dan sangat mempengaruhi kuat lemahnya bunyi yang dihasilkan dari suatu getaran (Prakash dan Puri, 2006). Analisis ini menghitung amplitudo vertikal, horisontal dan vertikal yang diakibatkan oleh getaran mesin turbin.

Metode Lump Parameter System

Teori ini merupakan penelitian dan pengembangan dari metode EHS, dimana untuk mendapatkan harga suatu parameter dengan menggunakan cara atau rumus dari teori EHS. Teori *Lump Parameter System* adalah sistem yang digunakan untuk memperkaku blok pondasi dengan menggunakan massa, pegas dan dashpot. Sistem ini menerapkan semua komponen massa, pegas dan redaman. Teori ini dikembangkan oleh Lysmer dan Richart (1996) yang dikembangkan untuk pondasi lingkaran *weightless* dengan radius r_0 dimana pondasi berada di atas tanah (tidak

tertanam). Dalam teori *Lump Parameter System* respon dinamis tanah terhadap pondasi dan beban dinamis dapat dimodelkan sebagai :

1. Pegas (*spring*) dengan harga kekakuan (k)
2. Dashpot/damping/redaman dengan koefisien damping (c)

Model pegas dan damping tersebut bisa untuk memodelkan baik respon vertikal, horizontal, torsi maupun rocking.

Model yang digunakan dalam menyelesaikan masalah beban dinamis masih dikembangkan. Terdapat beberapa permodelan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah beban dinamis salah satunya dengan mengumpamakan beban dinamis yang bekerja diterima oleh sebuah balok kaku tetapi dalam perhitungan seringkali dia-baikan. Solusi dari permasalahan tersebut adalah menentukan reaksi dari gaya dinamis yang berupa getaran pada suatu pondasi. Pada metode ini yang diperhitungkan adalah akumulasi massa mengumpamakan bahwa pusat massa bekerja pada daerah antara lain :

1. Titik/daerah yang merupakan letak dari getaran mesin
2. Titik/daerah yang merupakan letak dari beban dinamis
3. Titik/daerah yang terdapat lendutan terbesar misalnya pada ujung kantilever atau pada tengah bentang
4. Pusat gravitasi dari seluruh pusat massa yang mengalami Satu derajat kebebasan

Analisis pondasi mesin

Analisis pondasi mesin yang dilakukan terbagi atas tiga perhitungan yaitu pembebanan yang hanya memperhitungkan beban mati dan beban hidup, analisis statis yang memperhitungkan daya dukung tanah, dan analisis getaran dinamis yang terjadi karena getaran mesin saat beroperasi.

Pembebanan

Perhitungan beban mati yang berupa berat mesin dan berat pondasi digunakan Persamaan (1).

$$W_{tot} = W_p + W_m \quad (1)$$

dengan :

W_{tot} = Beban mati total (kN)

W_p = Berat pondasi (kN)

W_m = Berat mesin (kN)

Perhitungan beban hidup yang berupa gaya akibat getaran dari mesin digunakan Persamaan (2).

$$Q_o = M_r e \omega^2 \quad (2)$$

dengan :

Q_o = Beban hidup total (kN)

M_r = Massa rotor (kN sec²/m)

e = Eksentrisitas (m)

ω = Frekuensi mesin (rad/sec)

Analisis statis

Perhitungan analisis statis pondasi diidealisasikan sebagai pondasi dangkal dengan menggunakan metode Meyerhof sebagaimana pada Persamaan (3).

$$q_u = (c N_c S_c d_c) + (q N_q S_q d_q) + (0,5 L \gamma N_\gamma S_\gamma d_\gamma) \quad (3)$$

dengan :

q_u = Daya dukung ultimit (kN/m²)

c = Kohesi tanah (kN/m²)

q = $D_f \gamma$ (kN/m²)

D_f = Kedalaman pondasi (m)

γ = Berat isi tanah (kN/m³)

L = Lebar pondasi (m)

S_c, S_q, S_γ = Faktor bentuk pondasi

d_c, d_q, d_γ = Faktor kedalaman pondasi

N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung *meyerhoff*

Analisis getaran dinamis

Perhitungan analisis getaran dinamis menggunakan metode yang dikembangkan untuk pondasi lingkaran dengan jari-jari (r_o) yang tergantung pada jenis getaran (Das, 1993). Faktor pertimbangan geoteknik yang mempengaruhi dalam analisis getaran dinamis yaitu :

Pengaruh bentuk pondasi

Pengaruh bentuk pondasi dalam analisis getaran dinamis pada radius ekivalen. Perhitungan radius ekivalen getaran vertikal dan horisontal menggunakan Persamaan (4) dan *rocking* Persamaan (5).

$$r_o = \sqrt{\frac{LP}{\pi}} \quad \text{untuk getaran vertikal dan horisontal} \quad (4)$$

$$r_o = \sqrt[4]{\frac{L^3 P}{3\pi}} \quad \text{untuk getaran } \textit{rocking} \quad (5)$$

dengan :

- r_o = Ekivalen
- L = Panjang pondasi (m)
- P = Lebar pondasi (m)
- r_o = Radius ekivalen (m)

Pengaruh penanaman pondasi (*embedment foundation*)

Perhitungan selanjutnya dalam menganalisis getaran dinamis pada pondasi mesin secara tertanam. Konstanta pegas dalam analisis pondasi mesin dapat dihitung menggunakan Persamaan (6) hingga (8).

$$K_z = \frac{G}{1-\nu} \beta_z \sqrt{PL \eta_z} \quad \text{untuk getaran vertikal} \quad (6)$$

$$K_x = 2(1 + \nu) G \beta_x \sqrt{LP \eta_x} \quad \text{untuk getaran horisontal} \quad (7)$$

$$K_\varphi = \frac{G}{1-\nu} \beta_\varphi L^2 P \eta_\varphi \quad \text{untuk getaran } \textit{rocking} \quad (8)$$

dengan :

- $K_{z,x,\varphi}$ = Konstanta pegas (kN/m)
- G = Modulus geser tanah (kN/m²)
- ν = Angka poisson
- β_z = Koefisien pondasi persegi
- P = Lebar pondasi (m)
- L = Panjang pondasi (m)
- η_z = Koefisien penanaman

Rasio damping dalam analisis pondasi mesin dapat dihitung menggunakan Persamaan (9) hingga (10).

$$D_{rz} = \frac{0,425}{\sqrt{B_z}} a_z \quad \text{untuk getaran vertikal} \quad (9)$$

$$D_{rx} = \frac{0,288}{\sqrt{B_x}} a_x \quad \text{untuk getaran horisontal} \quad (10)$$

$$D_{r\varphi} = \frac{0,15}{(1+n_\varphi B_\varphi) \sqrt{n_\varphi B_\varphi}} a_\varphi \quad \text{untuk getaran } \textit{rocking} \quad (11)$$

dengan :

- $D_{r,z,x,\varphi}$ = Rasio damping
- $B_{z,x,\varphi}$ = Rasio massa
- $a_{z,x,\varphi}$ = Faktor penanaman rasio damping

Frekuensi natural pada getaran vertikal, horisontal, dan *rocking* dihitung menggunakan Persamaan (12).

$$\omega_{nz} = \omega_{nx} = \omega_{n\varphi} = \sqrt{\frac{K_{z,x,\varphi}}{M_{tot}}} \quad (12)$$

dengan :

- ω_{nz} = Frekuensi natural vertikal (rad/sec)
- ω_{nx} = Frekuensi natural horisontal (rad/sec)
- $\omega_{n\varphi}$ = Frekuensi natural rocking (rad/sec)

$K_{z,x,\varphi}$ = Konstanta pegas (kN/m)

M_{tot} = Massa total (kN sec²/m)

Cek terjadi resonansi atau tidak dapat dihitung menggunakan Persamaan (13).

$$D_{rz,x,\varphi} > \frac{1}{2}\sqrt{2} \quad (\text{tidak terjadi resonansi}) \quad (13)$$

dengan :

$D_{rz,x,\varphi}$ = Rasio damping

Frekuensi resonansi pada getaran vertikal, horisontal, dan *rocking* dihitung menggunakan Persamaan (14).

$$\omega_{resz} = \omega_{resx} = \omega_{res\varphi} = \omega_{nz,nx,n\varphi} \sqrt{1 - 2D_{rz,x,\varphi}^2} \quad (14)$$

dengan :

ω_{resz} = Frekuensi resonansi vertikal (rad/sec)

ω_{resx} = Frekuensi resonansi horisontal (rad/sec)

$\omega_{res\varphi}$ = Frekuensi resonansi rocking (rad/sec)

$\omega_{nz,nx,n\omega}$ = Frekuensi natural (rad/sec)

$D_{rz,x,\varphi}$ = Rasio damping

Cek syarat frekuensi resonansi yang terjadi aman atau tidak dapat menggunakan Persamaan (15)

$$\frac{\omega_{res}}{\omega} > 2 \text{ atau } \frac{\omega_{res}}{\omega} < \frac{1}{2} \quad (\text{aman}) \quad (15)$$

dengan :

ω_{res} = Frekuensi resonansi (rad/sec)

ω = Frekuensi mesin (rad/sec)

Analisis amplitudo yang terjadi akibat getaran menggunakan Persamaan (16) hingga (18).

$$A_z = \frac{Q_o}{K_z \sqrt{(1-r^2)^2 + (2D_z r)^2}} \quad (\text{untuk getaran vertikal}) \quad (16)$$

$$A_x = \frac{Q_o}{K_x \sqrt{(1-r^2)^2 + (2D_x r)^2}} \quad (\text{untuk getaran horisontal}) \quad (17)$$

$$A_\varphi = \frac{Q_o(TB_m + T)M}{K_\varphi} \quad (\text{untuk getaran rocking}) \quad (18)$$

dengan :

A_z = Amplitudo vertikal (m)

A_x = Amplitudo horisontal (m)

A_φ = Amplitudo rocking (m)

Q_o = Beban hidup (kN)

$K_{z,x,\varphi}$ = Konstanta pegas (kN/m)

r = Rasio frekuensi

D_z = Rasio damping

T = Tinggi pondasi (m)

M = Pembesaran dinamis

METODOLOGI PENELITIAN

Data Mesin

No	Spesifikasi	Keterangan	Sumber
1	Berat mesin	151 kN	PLMH Gorontalo
2	Berat rotor	45,3 kN	PLMH Gorontalo
3	Dimensi mesin	4,09 × 2,2 × 1,85 m	PLMH Gorontalo
4	Titik berat mesin	0,63 m	PLMH Gorontalo
5	Kecepatan mesin	1800 Rpm	PLMH Gorontalo

Data Pondasi

Dimensi pondasi menggunakan panjang 5 m (konstan), dan lebar 3 m (konstan), dengan tinggi pondasi 1 m dan 2 m dengan kedalaman pondasi 0 m sampai 2 m dengan kelipatan 0,5 m.

Data Tanah

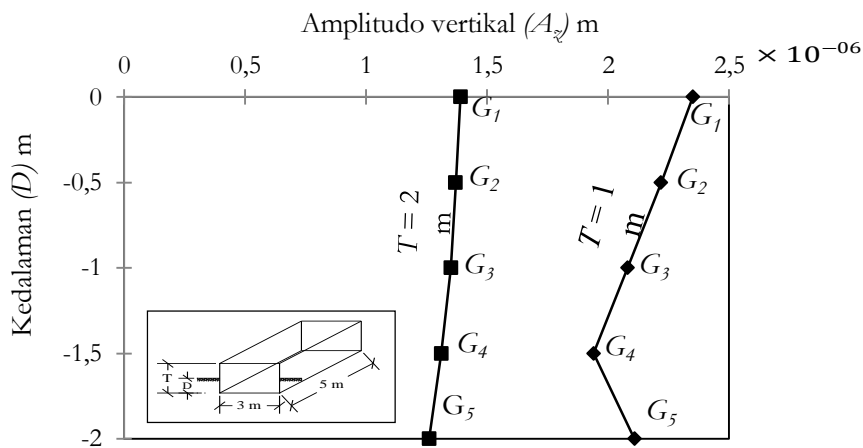
Jenis tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus (*clay*) dan ada beberapa variasi, untuk berat isi (γ) diambil $14 \text{ kN/m}^3 - 16 \text{ kN/m}^3$ dengan kelipatan $0,5 \text{ kN/m}^3$, angka poisson (ν) diambil $0,4 - 0,6$ dengan kelipatan $0,5$, dan untuk modulus geser tanah (G) diambil $20000 \text{ kN/m}^2 - 30000 \text{ kN/m}^2$ dengan kelipatan 2500 kN/m^2 . Setiap berat isi (γ) menggunakan semua variasi angka poisson (ν) dan modulus geser tanah (G).

Perhitungan Amplitudo Vertikal, Horizontal, dan Rocking

Menghitung beban-beban statis yaitu beban mati dari pondasi dan beban hidup dari pengaruh mesin. Perhitungan amplitudo yang terjadi karena pengaruh mesin akan menggunakan metode *lump parameter system* dan menghitung daya dukung pondasi dengan menggunakan metode meyerhof.

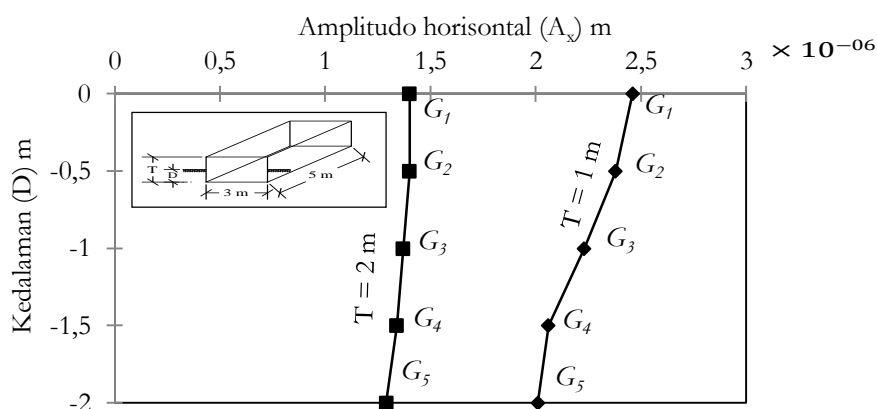
HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengaruh tinggi, kedalaman pondasi dan modulus geser tanah terhadap pengaruh disajikan dalam grafik (1) hingga (3).



Grafik 1. Pengaruh tinggi, kedalaman pondasi, dan modulus geser tanah terhadap amplitudo vertikal (A_v) pada γ , dan ν .

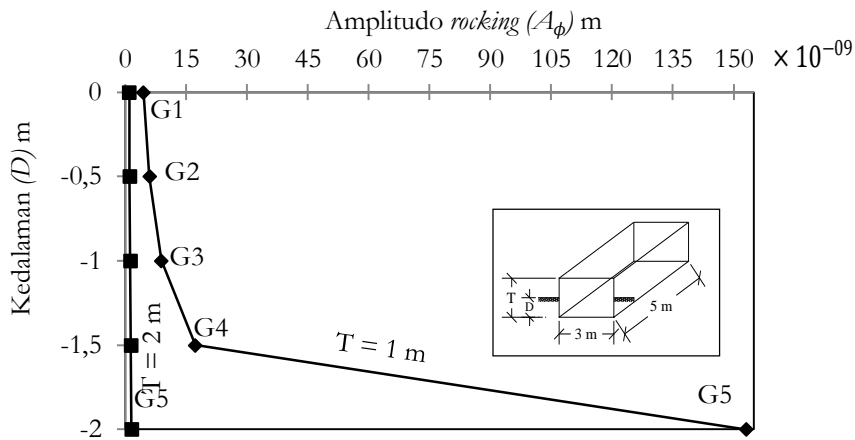
Hasil analisis dari Grafik (1) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pondasi amplitudo vertikal semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi pondasi maka berat dan massa pondasi semakin tinggi, mengakibatkan frekuensi natural semakin kecil dan rasio rasio frekuensi semakin besar. Semakin dalam penanaman pondasi amplitudo vertikal semakin kecil, dikarenakan semakin dalam penanaman pondasi faktor rasio damping semakin besar dan mengakibatkan rasio damping semakin besar. Semakin besar modulus geser tanah mengakibatkan amplitudo vertikal semakin kecil.



Grafik 2. Pengaruh tinggi, kedalaman pondasi dan modulus geser tanah terhadap amplitudo horizontal (A_h) pada γ , dan ν .

Hasil analisis dari Grafik (2) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pondasi amplitudo horizontal semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi pondasi maka berat dan massa pondasi semakin tinggi, mengakibatkan frekuensi-

si natural semakin kecil dan rasio rasio frekuensi semakin besar. Semakin dalam penanaman pondasi amplitudo horisontal semakin kecil, dikarenakan semakin dalam penanaman pondasi faktor rasio damping semakin besar dan mengakibatkan rasio damping semakin besar. Semakin besar modulus geser tanah mengakibatkan amplitudo horisontal semakin kecil.



Grafik 3. Pengaruh tinggi, kedalaman pondasi dan modulus geser tanah terhadap amplitudo *rocking* (A_ϕ) pada γ_1 dan ν_1 .

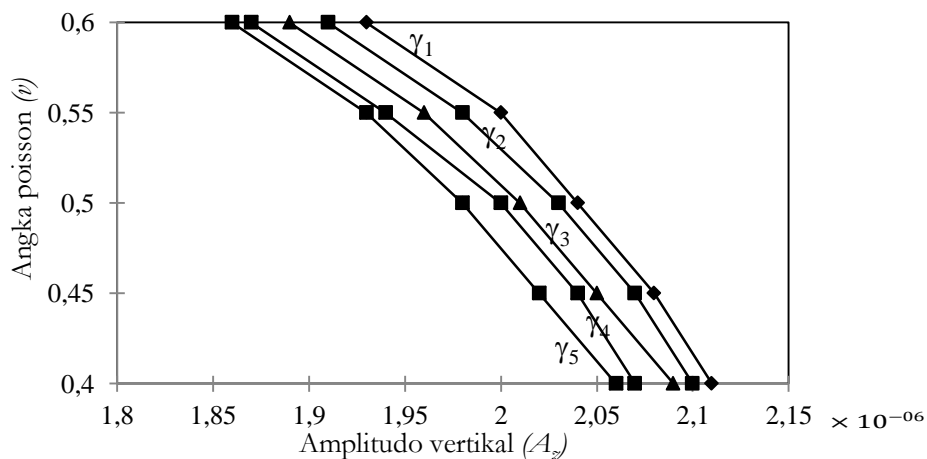
Hasil analisis Grafik (3) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pondasi amplitudo *rocking* semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi pondasi maka berat dan massa pondasi semakin tinggi, mengakibatkan frekuensi natural akibat getaran kopel semakin besar. Semakin dalam penanaman pondasi amplitudo *rocking* semakin besar, dikarenakan semakin dalam penanaman pondasi faktor rasio damping semakin besar dan mengakibatkan rasio damping semakin besar. Semakin besar modulus geser tanah mengakibatkan amplitudo *rocking* semakin besar.

Rekap pengaruh tinggi, kedalaman pondasi dan modulus geser tanah terhadap amplitudo ditunjukkan dalam Tabel (1).

Tabel 1. Rekap pengaruh tinggi, kedalaman pondasi, dan modulus geser tanah terhadap amplitudo.

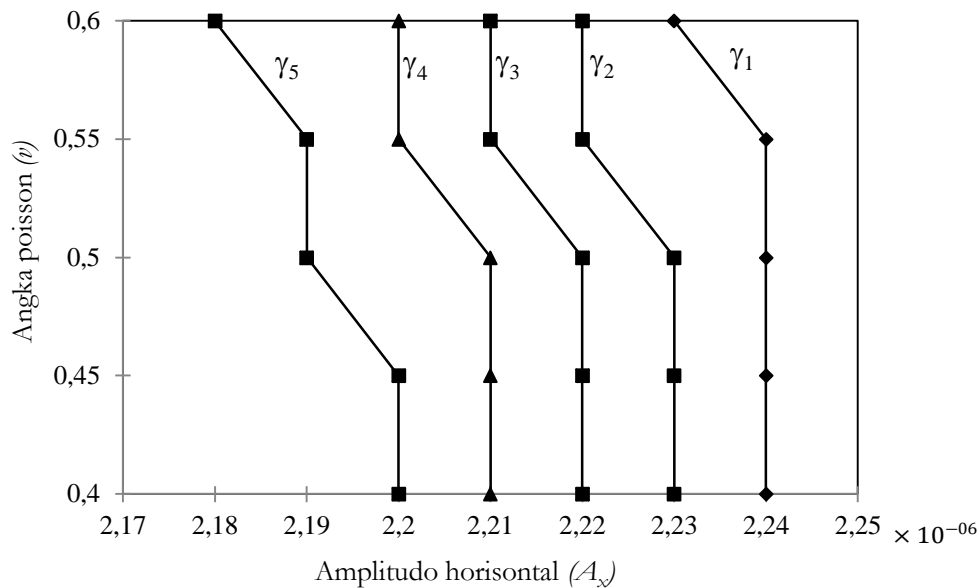
Amplitudo /Pengaruh	Tinggi pondasi	Kedalaman pondasi	Modulus Geser Tanah
Amplitudo vertikal	Semakin tinggi pondasi, amplitudo semakin kecil	Semakin dalam penanaman pondasi, amplitudo semakin kecil	Semakin besar modulus geser tanah, amplitudo semakin kecil
Amplitudo horisontal	Semakin tinggi pondasi, amplitudo semakin kecil	Semakin dalam penanaman pondasi, amplitudo semakin kecil	Semakin besar modulus geser tanah, amplitudo semakin kecil
Amplitudo <i>rocking</i>	Semakin tinggi pondasi, amplitudo semakin kecil	Semakin dalam penanaman pondasi, amplitudo semakin besar.	Semakin besar modulus geser tanah, amplitudo semakin besar

2. Hasil pengaruh berat isi tanah dan angka poisson terhadap amplitudo disajikan dalam grafik (4) hingga (6).



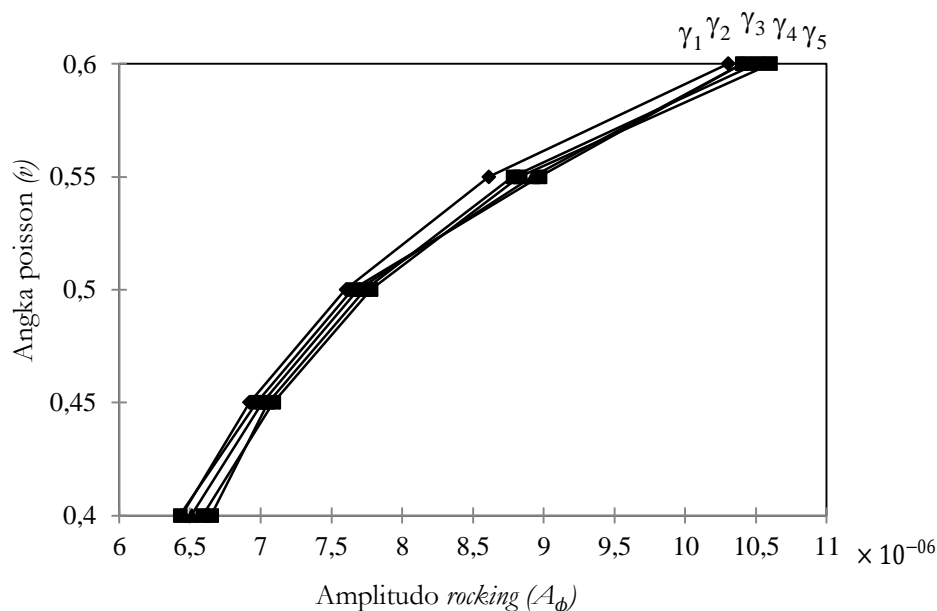
Grafik 4. Pengaruh berat isi tanah dan angka poisson terhadap amplitudo vertikal (A_v) pada G_t , T_t , dan D_t .

Hasil analisis dari Grafik (4) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi angka poisson amplitudo vertikal semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi angka poisson konstanta pegas semakin besar. Semakin besar berat isi tanah amplitudo vertikal semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi berat isi tanah mengakibatkan rasio massa semakin kecil, sehingga rasio damping semakin besar.



Grafik 5. Pengaruh berat isi tanah dan angka poisson terhadap amplitudo horizontal (A_h) pada G_t , T_t , dan D_t .

Hasil analisis dari Grafik (5) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi angka poisson amplitudo horizontal semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi angka poisson konstanta pegas semakin besar. Semakin besar berat isi tanah amplitudo horizontal semakin kecil, dikarenakan semakin tinggi berat isi tanah mengakibatkan rasio massa semakin kecil, sehingga rasio damping semakin besar.



Grafik 6. Pengaruh berat isi tanah dan angka poisson terhadap amplitudo rocking (A_ϕ) menggunakan G_t , T_t , dan D_t .

Hasil analisis dari Grafik (6) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi angka poisson amplitudo rocking semakin besar, dikarenakan semakin tinggi angka poisson konstanta pegas semakin besar yang mengakibatkan frekuensi natural semakin besar. Semakin besar berat isi tanah amplitudo rocking

semakin besar, dikarenakan semakin tinggi berat isi tanah mengakibatkan rasio massa semakin kecil, sehingga rasio damping semakin besar. Rekap pengaruh berat isi tanah dan angka poisson terhadap amplitudo ditunjukkan dalam Tabel (2).

Tabel 2. Rekap pengaruh berat isi tanah dan angka poisson terhadap amplitudo

Amplitudo/Pengaruh	Berat isi tanah	Angka poisson
Amplitudo vertikal	Semakin besar berat isi tanah, amplitudo semakin kecil	Semakin tinggi angka poisson, amplitudo semakin kecil
Amplitudo horisontal	Semakin besar berat isi tanah, amplitudo semakin kecil	Semakin tinggi angka poisson, amplitudo semakin kecil
Amplitudo <i>rocking</i>	Semakin besar berat isi tanah, amplitudo semakin besar	Semakin tinggi angka poisson, amplitudo semakin besar

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tinggi pondasi mengakibatkan amplitudo vertikal, horisontal, dan *rocking* semakin kecil. Semakin dalam kedalaman pondasi amplitudo vertikal dan horisontal semakin kecil, sedangkan amplitudo *rocking* semakin besar.
2. Berat isi tanah, angka poisson, dan modulus geser tanah semakin besar mengakibatkan amplitudo vertikal dan horisontal semakin kecil, sedangkan amplitudo *rocking* semakin besar.
3. Dimensi pondasi $5 \times 3 \times 1$ m dengan kedalaman pondasi 1 m, berat isi tanah = 14 kN/m^3 , angka poisson = 0,4, dan modulus geser tanah = 25000 kN/m^3 menghasilkan amplitudo vertikal = $2,08 \times 10^{-06}$ m, amplitudo horisontal = $2,23 \times 10^{-06}$ m, dan amplitudo *rocking* = $8,88 \times 10^{-09}$ rad.

SARAN

Saran-saran yang dapat diberikan untuk analisis pondasi mesin selanjutnya supaya lebih berkembang adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pondasi mesin menggunakan tipe pondasi mesin lainnya.
2. Memvariasikan dimensi pondasi.
3. Menggunakan data parameter tanah dari laboratorium atau yang sudah diteliti.
4. Menggunakan mesin turbin dengan tipe lain.
5. Menganalisis pondasi mesin ini dapat juga menggunakan metode analisa yang berbeda dan dengan bantuan software selain *microsoft excel*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Bapak R. Harya Dananjaya H. I ST, M.Eng dan Bapak Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Ambada, Ari Dwi. 2013. *Perancangan Struktur Pondasi Mesin Blower Pada Pabrik Pengolahan Emas Martable Di Tapanuli Selatan, Sumatra Utara*. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Balamba, Sjachrul. 2013. *Analisis Respons Dinamik Pondasi Tiang Pancang Kelompok Akibat Beban Dinamik Mesin Pada Getaran Vertikal dan Horizontal*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Bowles E Josep. 1988. *Pengertian Pondasi*. Edisi ke-dua. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- C. Arya, Suresh. W. O'Neil, Michael. And Pincus, George. 1979. *Design Of Structure Analysis Foundation For Vibrating Machines*. Gulf Publishing Company. Houston, London, Paris, Tokyo.
- Das, Braja M., 2006. *Pinciples of Geotechnical Engineering, Fifth Edition*. Nelson A Division of Thomsom Canada Limited, Canada.
- Ernawan, Setyono dan Abdiyahh, Amudi. 2015. *Analisis Perencanaan Pondasi Dinamis Untuk Mendukung Mesin Turbin Pada Pabrik Gula Cukir Jombang*. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Novita, Medianna. 2015. "Tipe-tipe Pondasi Dinamis". <http://www.pembangkitlistrik.com/sekilas-desain-pondasi-mesin/>. (28 April 2016).
- Prakash, S. and K. Puri, Vijay. 2006. *Foundations For Vibrating Machines, Special Issue*. Of The Jurnal Of Structural Engineering, SERC, Madras.

Sembiring, Nico. 2015. "*Penegertian Turbin dan Jenis-Jenis Turbin*". <http://blogbirink.blogspot.co.id/2015/11/jenis-jenis-turbin-fungsinya-beserta.html>. (28 April2016).