

OPTIMALISASI DESAIN PONDASI MESIN TIPE BLOK PADA PENYELIDIKAN TANAH DI INDRAMAYU

Komarudin¹, Mauritius Ildo Rivendi Naikofi²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213

² Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira, Jl. A. Yani 50-52
email: komar.civil04@gmail.com¹, rivennaikofi@gmail.com²

Abstrak: Seiring dengan berkembangnya pembangkit listrik mikrohidro, maka diperlukan mesin-mesin dengan bobot yang sangat berat, oleh karena itu diperlukan pondasi khusus yang dapat menopang berat mesin dalam keadaan aktif maupun non aktif, Pondasi mesin berbeda dengan pondasi pada umumnya, pondasi mesin diperlukan analisis dinamik yaitu ketika mesin beroperasi, dalam penelitian ini diperhitungkan empat perhitungan pondasi yaitu pondasi P1, P2, P3 dan P4, pondasi P1 mempunyai dimensi panjang 10 m, lebar 3.5 m dan tinggi 2.2 m, Pondasi P2 yaitu dengan melebarkan 2 m, sehingga lebar berubah yaitu 5.5 m, serta pada pondasi P3 yaitu dengan cara memanjangkan 2m, sehingga dimensi panjangnya 12 m, dan untuk pondasi P4 yaitu dengan menjangkan dan melebarkan 2m, sehingga dimensi panjang 12 m dan lebar 5.5 m. Hasil perhitungan beban statik, pondasi P1 sampai dengan P4 memenuhi syarat karena beban yang diterima pondasi sebesar 394.66 kN atau 39.466 ton, sementara nilai daya dukungnya melampaui beban tersebut yaitu 138.13 ton, 217.06 ton, 165.75 ton dan 260.7 ton, berdasarkan syarat perbandingan berat mesin dan berat pondasi > 3 artinya memenuhi syarat besarnya perbandingan, 4.68, 7.36, 5.62 dan 8.83. Selain beban statik, dalam perencanaan pondasi mesin yang perlu di cek juga yaitu beban dinamik, yaitu nilai perbandingan nilai frekuensi dan frekuensi natural, nilainya tidak boleh kurang dari 1, pondasi P1 sampai dengan P4 nilainya lebih dari 1, yaitu sebesar 1.16, 1.31, 1.22, dan 1.37 untuk arah horizontal dan 1.14, 1.28, 1.16 dan 1.31 untuk arah vertikal, untuk nilai magnification factor nilainya harus dibawah 1.5, dari semua model pondasi memenuhi syarat yaitu nilainya 1.44, 1.25, 1.36 dan 1.18 untuk arah horizontal dan 0.88, 0.76, 0.82, dan 0.72 untuk arah vertikal. Serta yang sangat penting dalam perencanaan pondasi adalah menentukan kenyamanan pekerja, pondasi P1, masuk dalam Limit Form Machines And, artinya tidak disarankan karena masuk dalam danger to structures, pondasi P2, P2 dan P3 masuk dalam Trobele some to persons (cukup mengganggu), pondasi P3 tidak maksimal karena displacement max hanya 0.40 inc, tipe P2 lebih efektif yaitu hanya dengan memperlebar pondasi nilainya turun yaitu 0.38 inc dari sebelumnya 0,41 inc pada pondasi P1, sedangkan P4 walaupun nilainya 0.38 inc tetapi dimensi panjang dan lebar menjadi lebih besar.

Kata Kunci: Daya dukung Pondasi, Pondasi mesin.

Abstract: Along with the development of micro-hydro power plants, machines with very heavy weights are needed, therefore a special foundation is needed that can support the weight of the machine in an active or inactive state. Machine foundations are different from foundations in general, machine foundations require dynamic analysis, namely when the machine is operating, in this study four foundation calculations are taken into account, namely foundations P1, P2, P3 and P4, foundation P1 has dimensions of 10 m long, 3.5 m wide and 2.2 m high, P2 foundation is by widening 2 m, so that the width changes to 5.5 m, as well as for the P3 foundation, namely by extending 2m, so that the dimensions are 12 m long, and for the P4 foundation, by extending and widening 2m, so that the dimensions are 12 m long and 5.5 m wide. The results of the calculation of the static load, the foundations P1 to P4 meet the requirements because the load received by the foundation is 394.66 kN or 39,466 tons, while the carrying capacity exceeds the load, namely 138.13 tons, 217.06 tons, 165.75 tons and 260.7 tons, based on the comparison between the weight of the machine and foundation weight > 3 means that it meets the requirements for the magnitude of the ratio, 4.68, 7.36, 5.62 and 8.83. In addition to static loads, in the planning of machine foundations that need to be checked, namely dynamic loads, namely the value of the ratio of frequency and natural frequencies, the value cannot be less than 1, foundations P1 to P4 have a value of more than 1, which is equal to 1.16, 1.31, 1.22, and 1.37 for the horizontal direction and 1.14, 1.28, 1.16 and 1.31 for the vertical direction, for

the magnification factor value the value must be below 1.5, all foundation models meet the requirements, namely the values are 1.44, 1.25, 1.36 and 1.18 for the horizontal direction and 0.88, 0.76, 0.82, and 0.72 for the vertical direction. And what is very important in foundation planning is determining the comfort of workers, foundation P1, is included in Limit Form Machines And, meaning that it is not recommended because it is included in danger to structures, foundations P2, P2 and P3 are included in Trobele some to persons (quite disturbing), foundation P3 is not optimal because the max displacement is only 0.40 inc, type P2 is more effective, namely only by widening the foundation the value drops to 0.38 inc from the previous 0.41 inc on the P1 foundation, while P4 even though the value is 0.38 inc but the dimensions of length and width are larger.

Keywords: Bearing capacity of the Foundation, foundation of the machine .

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya pembangkit listrik mikrohidro, maka diperlukan mesin-mesin dengan bobot yang sangat berat, dalam hal ini diperlukan pondasi khusus yang dapat menopang berat mesin dalam keadaan aktif maupun non aktif.

Pondasi mesin berbeda dengan pondasi pada umumnya, pondasi pada umumnya hanya menganalisis analisa geoteknik dan struktur, tetapi pada pondasi mesin ditambahkan analisis dinamik yaitu ketika mesin beroperasi, selain itu pondasi mesin sendiri sangat berpengaruh dengan dimensi pondasi dan berat pondasi sendiri, menurut Suresh,C. Arya, 1979, beban pondasi harus 2-3 kali lebih berat dari berat mesin, serta berat pondasi juga harus 3-5 kali lipat berat mesin ketika dalam keadaan aktif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pondasi dengan beban statik juga pondasi dengan beban dinamik serta memperhitungkan yang paling optimal pada empat model pondasi blok dengan data tanah yang berasal dari kota indramayu.

2. METODE

Metode Penelitian mencakup teknik menganalisis pondasi mesin dengan metode analisis statis dan dinamis, berikut penjabaran masing-masing tahapan.

2.1 Data Penyelidikan Tanah

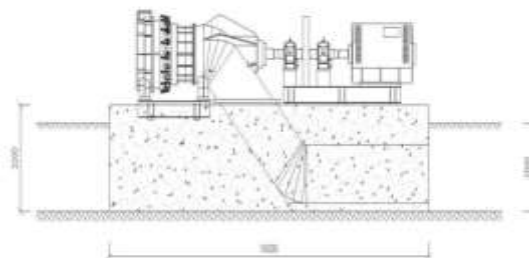
Berikut ini data tanah di indramayu yang akan dijadikan penelitian berupa data pegujian Laboratorium, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Laboratorium

Titik	Kedalaman	Jenis Pengujian			
		Geser/TX UU	Berat isi	Clasifikasi	
Boring	Sampel UDS				
(BH)	M	c (kN/m ²)	ϕ	γ	USCS
BH 1	3.0-3.5 (1)	200	21.12	17.68	MH
	7.0-7.5 (2)	300	6.27	14.66	CL

2.2 Data Pondasi Mesin

Data pondasi mesin yang akan dijadikan penelitian yaitu berupa pondasi blok cor beton, dengan mesin Kaplan Turbin yang mempunyai kecepatan putaran 272 RPM. Gambar pondasi mesin dapat dilihat pada Gambar 1 serta dimensi pondasi yang akan diteliti dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Pondasi Mesin

Tabel 2. Dimensi Pondasi

No	Parameter	Satuan	P1	P2	P3	P4
1	Panjang	m	10	10	12	12
2	Lebar	m	3.5	5.5	3.5	5.5
3	Tinggi	m	2.2	2.2	2.2	2.2

2.3 Data Pembebanan

Untuk menghitung pembebanan pondasi mesin diperlukan data mesin, mesin yang didesain adalah Kaplan Turbin, berikut ini adalah data mesin yang akan dijadikan beban:

Genertor	=	80 kN
Runner	=	60 kN
Main shaft	=	50 kN
Turbine casing	=	15 kN
Propeller casing	=	15 kN
Regulating ring	=	3.5 kN
Berat Mesin (Wm)	=	223.5 kN

Dalam pondasi terdapat pipa, sehingga berat pipa yang tertanam dijadikan beban, berikut ini adalah perhitungan beban pipa

Diameter luar pipa	=	1.5 m
Diameter dalam pipa	=	1.49 m
Panjang pipa	=	8.6 m
Berat baja	=	78.5 kN/m ³
Berat Pipa (Wp)	=	21.21 kN

Selain berat pipa, dalam pipa mengalir air, olehkarena itu berat air yang terdapat dalam pipa dijadikan sebagai berat yang akan membebani pondasi, berikut ini adalah perhitungan beban air.

Diameter dalam pipa	=	1.49 m
Panjang pipa	=	8.6 m
Berat isi air	=	10 kN/m ³
Luas	=	1.74 m ²
Berat Air (Wa)	=	149.95 kN

Sehingga Total Berat Beban Pondasi adalah =
Berat Mesin (Wm) + Berat Pipa (Wp) + Berat
Air (Wa).....(1)

$$\begin{aligned} W_{mpa} &= 223.5 + 21.21 + 149.95 \\ &= \mathbf{394.66 \text{ kN}} \end{aligned}$$

2.4 Data Parameter Tanah

Data parameter tanah di indramayu yang akan dijadikan sebagai analisa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data pengujian parameter tanah

Data Pengujian	Nilai
Berat isi tanah (γ)	17.68 kN/m ³
Sudut geser dalam (ϕ)	21.12°
Kohesi (C)	200 kN/m ²
Poisson Ratio (ν)	0.35
Modulus (E)	12500 kN/m ²
Modulus Geser (G)	5568 kN/m ²

Sumber : Laporan Penyelidikan Tanah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan

Pada penelitian ini akan dibuat 4 tipe pondasi mesin, dengan masing-masing dimensi yang berbeda, untuk memperlihatkan dimensi yang paling efektif, pondasi 1, dengan dimensi panjang 10, lebar 3.5 dan tinggi 2.2, pondasi 2, dengan dimensi panjang 10, lebar 5.5 dan tinggi 2.2, pondasi 3, dengan dimensi panjang 12, lebar 3.5 dan tinggi 2.2, pondasi 4, dengan dimensi panjang 12, lebar 5.5 dan tinggi 2.2. untuk contoh perhitungan digunakan pondasi tipe 1.

3.1.1 Syarat Perbandingan Pondasi

$$\begin{aligned} \text{Volume Pondasi} &= 10 \times 3.5 \times 2.2 \\ &= 77 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Berat isi beton} = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Berat Pondasi (Wp)} = 1848 \text{ kN}$$

$$\text{Berat mesin} = 394.66 \text{ kN}$$

$$W_p/W_{mpa} = 1848/394.66 = 4.68$$

Syarat perbandingan > 3 , sehingga pondasi memenuhi syarat

3.1.2 Kapasitas Daya Dukung Pondasi

Perhitungan kapasitas daya dukung dihitung menurut Dee Beer dan Meyerhof yang

didalamnya dipengaruhi oleh faktor bentuk pondasi dan faktor kedalaman. Daya dukung pondasi mesin yaitu

$$q_u = cNc\lambda_{cs}\lambda_{cd} + qNq\lambda_{qs}\lambda_{qd} + 0.5\gamma BN\gamma\lambda_{\gamma s}\lambda_{\gamma d} \dots\dots\dots(2)$$

$$q_u = 4943.75 \text{ kN/m}^2$$

$$SF = 3$$

$$q_a = 1647.92 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat mesin (Wpma)} = 394.66 \text{ kN}$$

$$\text{Luas pondasi} = 35 \text{ m}^2$$

$$q_m = 11.276 \text{ kN/m}^2$$

$q_a > q_m$ sehingga kapasitas daya dukung memenuhi syarat.

Faktor bentuk menurut Dee Beer, digunakan persamaan

$$\lambda_{cs} = 1 + \left(\frac{Nq}{Nc}\right)\left(\frac{B}{L}\right)$$

$$\lambda_{cs} = 1.458$$

$$\lambda_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right)\tan\phi$$

$$\lambda_{qs} = 1.135$$

$$\lambda_{\gamma s} = 1 - 0.4\left(\frac{B}{L}\right)$$

$$\lambda_{\gamma s} = 0.86$$

Factor pengaruh kedalaman dengan nilai sudut geser $\tan\phi > 10^0$ dipakai persamaan

Meyerhof, yaitu :

$$\lambda_{cd} = 1 + 0.2\left(\frac{Df}{B}\right)\tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\lambda_{cd} = 1.167$$

$$\lambda_{qd} = \lambda_{\gamma d} = 1 + 0.1\left(\frac{Df}{B}\right)\tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\lambda_{qd} = \lambda_{\gamma d} = 1.029$$

3.1.3 Analisis Dinamik Pondasi

a. Mass of Foundation

$$m = \frac{w}{g} \dots\dots\dots(3)$$

$$m = \frac{2246.66}{9.18}$$

$$m = 228.61 \text{ kN/sec}^2/\text{m}$$

b. Spring Konstan

1. Jari-jari ekuvalen (ro)

$$r_o = \sqrt{\left(\frac{BL}{\pi}\right)} \dots\dots\dots(4)$$

$$r_o = \sqrt{\left(\frac{3.5 \times 10}{\pi}\right)}$$

$$r_o = 3.338$$

2. Coefficient (η)

Mode getar horizontal (η_x)

$$\eta_x = 1 + 0.55(2 - \nu)(Df/r_o) \dots\dots\dots(5)$$

$$\eta_x = 1 + 0.55(2 - 0.35)(2/3.338)$$

$$\eta_x = 1.544$$

Mode getar vertikal (η_z)

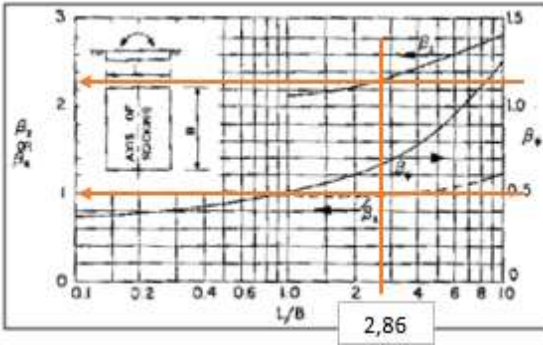
$$\eta_z = 1 + 0.6(1 - \nu)(Df/r_o)$$

$$\eta_z = 1 + 0.6(1 - 0.35)(2/3.338)$$

$$\eta_z = 1.234$$

3. Spring constant koeficient (β)

Untuk menghitung spring konstan koefisien diperlukan nilai L/B. Nilai L/B = $10/3.5 = 2.86$, kemudian plotting ke grafik seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai Bx dan Bz

Hasil plotting grafik didapatkan nilai spring constant coefisient arah horizontal (β_x) yaitu 1, dan untuk arah vertikal (β_z) yaitu 2.3

4. Equivalent Spring Konstant (k)

Mode getar arah horizontal (kx)

$$k_x = 2(1 + \nu)G\beta_x\sqrt{BL} \eta_x \dots\dots\dots(6)$$

$$k_x = 2(1 + 0.35)5568 \cdot 1\sqrt{3.5 \cdot 10} \cdot 1.544$$

$$k_x = 137303.12 \text{ kN/m}$$

Mode getar arah vertikal (kz)

$$k_z = \frac{G}{(1 - \nu)}\beta_z\sqrt{BL} \eta_z$$

$$k_z = \frac{5568}{(1 - 0.35)} \cdot 2.3 \sqrt{3.5 \cdot 10} \cdot 1.234$$

$$k_z = 143798.02 \text{ kN/m}$$

c. Damping Ratio

- Embedment factor (*a*)

Mode getar arah Horizontal

$$a_x = \frac{1+1.9(2-\nu)\frac{Df}{ro}}{\eta_x} \dots\dots\dots(7)$$

$$a_x = 2.317$$

Mode getar arah vertikal

$$a_z = \frac{1 + 1.9(1 - \nu)\frac{Df}{ro}}{\eta_z}$$

$$a_z = 2.592$$

- Mass Ratio (*B*)

Mode getar arah Horizontal

$$B_x = \frac{(1-\nu)}{4} \frac{(Wtotal)}{\gamma ro^3} \dots\dots\dots(8)$$

$$B_x = 0.554$$

Mode getar arah vertikal

$$B_z = \frac{(7 - 8\nu)}{32(1 - \nu)} \frac{(Wtotal)}{\gamma ro^3}$$

$$B_z = 0.689$$

- Geometrical Damping Ratio (*Dg*)

Mode getar arah Horizontal

$$D_{xg} = \frac{0.288}{\sqrt{B_x}} \dots\dots\dots(9)$$

$$D_{xg} = 0.347$$

Mode getar arah vertikal

$$D_{zg} = \frac{0.425}{\sqrt{B_z}} \dots\dots\dots(10)$$

$$D_{zg} = 0.571$$

d. Natural frequency (fn)

- Natural frequency (*fn*)

Mode getar arah Horizontal

$$f_{nx} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_x}{m}} \dots\dots\dots(11)$$

$$f_{nx} = 3.90 \text{ Hz}$$

Mode getar arah vertikal

$$f_{nz} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_z}{m}}$$

$$f_{nz} = 3.99 \text{ Hz}$$

- Resonansi Frekuensi

Mode getar arah Horizontal

$$f_{rx} = f_{nx} \frac{1}{\sqrt{1 - 2D_{xg}^2}}$$

$$f_{rx} = 4.477$$

Mode getar arah vertikal

$$f_{rz} = f_{nz} \frac{1}{\sqrt{1 - 2D_{zg}^2}}$$

$$f_{rz} = 6.764$$

- Vibrating Vorce (Fo)

Karena menggunakan mesin dengan kecepatan putaran 272 RPM, maka frekuensi yaitu $272/60 = 4.533$ Hz

$$\text{Frekuensi (f)} = 4.533 \text{ Hz} \dots\dots\dots(11)$$

Mode getar arah Horizontal

F = W air dalam Pipa

$$F = 149.955 \text{ kN}$$

$$F_{ox} = F \left(\frac{f}{f_n}\right)^2$$

$$F_{ox} = 149.955 \left(\frac{4.533}{3.90}\right)^2$$

$$F_{ox} = 202.571$$

Mode getar arah Vertikal

F = W Generator

$$F = 80 \text{ kN}$$

$$F_{oz} = F \left(\frac{f}{f_n}\right)^2$$

$$F_{oz} = 80 \left(\frac{4.533}{3.99}\right)^2$$

$$F_{oz} = 103.189$$

- Magnification Factor (M)

Mode getar arah Horizontal

$$M_x = \frac{1}{2 D_x} \dots\dots\dots(12)$$

$$M_x = 1.44 < 1.5 \text{ (Ok)}$$

Mode getar arah Vertikal

$$M_z = \frac{1}{2 D_z} \dots\dots\dots(13)$$

$$M_z = 0.88 < 1.5 \text{ (Ok)}$$

- Displacement (X)

Mode getar arah Horizontal

$$X_x = \frac{f_o}{K_x} \dots\dots\dots(14)$$

$$X_x = \frac{202.571 \times 1000}{137303.12}$$

$$X_x = 1.48 \text{ mm}$$

Mode getar arah Vertikal

$$X_z = \frac{f_o}{K_z}$$

$$X_z = \frac{103.189 \times 1000}{143798.02}$$

$$X_z = 0.72 \text{ mm}$$

- Displacement maximum (Xmax)

Mode getar arah Horizontal

$$X_{x \text{ max}} = X_x M_x$$

$$X_{x \text{ max}} = 1.48 \times 1.44$$

$$X_{x \text{ max}} = 2.13 \text{ mm}$$

Mode getar arah Vertikal

$$X_{z \text{ max}} = X_z M_z$$

$$X_{z \text{ max}} = 0.72 \times 0.88$$

$$X_{z \text{ max}} = 0.63 \text{ mm}$$

3.1.4 Immediate Settlement

Nilai immediate settlement dihitung dengan persamaan Teori Elastis (Timoschenko Goordrier, 1951)

$$\Delta H = qB \frac{1-\nu^2}{E_s} I_w \dots\dots\dots(15)$$

$$\Delta H = 11.28 \times 3.5 \frac{1-0.35^2}{12500} \times 1.34$$

$$\Delta H = 0.00372 \text{ m}$$

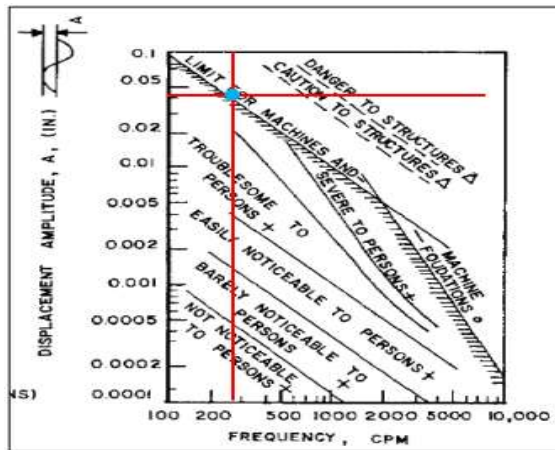
$$\Delta H = 3.72 \text{ mm}$$

3.1.5 Kenyamanan Pekerja Terhadap Getaran mesin

Selain indikator keamanan struktur, yang tidak kalah penting adalah kenyamanan pekerja disekitar getaran mesin, kenyamanan pekerja dapat dilihat dari nilai displacement Ampitudo

dengan nilai frekuensi, nilai tersebut kemudian dihubungkan, dan terdapat titik temu, titik temu itu menunjukkan indicator kenyamanan pekerja, seperti yang terlihat pada Gambar 3.

$$\begin{aligned} \text{Nilai displacement} &= 2.13 \text{ mm} \\ &= 0.08 \text{ inc} \\ &= 0.08 * 5\% * 9.81 \\ &= 0.041 \text{ inc} \\ \text{Frekuensi} &= 4.53333 \text{ Hz} \\ &= 4.53333 * 60 \\ &= 272 \text{ CPM} \end{aligned}$$



Gambar 3. Kenyamanan Pekerja Terhadap Getaran Mesin.

3.1.6 Rekapitulasi Pondasi Mesin

Perhitungan diatas, mewakili satu perhitungan pondasi mesin yaitu P1, berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan untuk beban statik dan beban dinamik seperti yang terlihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Table 4. Rekapitulasi Daya dukung Beban

Statik

No	Parameter	P1 (Ton)	P2 (Ton)	P3 (Ton)	P4 (Ton)
1	Perbandingan	4.68	7.36	5.62	8.83
2	Daya dukung	138.13	217.06	165.75	260.47

Table 5. Rekapitulasi Perhitungan akibat Beban dinamik

No	Parameter	Satuan	P 1		P 2		P 2		P 4	
			H	V	H	V	H	V	H	V
1	Mass Ratio	kN/sec ² /m	22.81	22.81	33.62	33.62	26.29	26.29	39.46	39.46
2	Spring Konstant									
	a. Equivalent Radius (ro)	m	3.34	3.34	4.18	4.18	3.66	3.66	4.58	4.58
	b. Embedement Factor (n)		1.54	1.23	1.43	1.19	1.50	1.21	1.40	1.17
	c. Spring Konstant Koeficient (B)		1.00	2.03	1.00	2.20	1.00	2.40	1.00	2.30
	d. Spring Konstant equivalent (K)	kN/m	13.73	14.37	15.98	20.55	14.92	16.58	17.96	18.99
3	Damping Ratio									
	a. Embedement Factor		2.32	2.59	2.09	2.29	2.22	2.46	2.00	2.19
	b. Mass Ratio		0.55	0.69	0.41	0.51	0.49	0.61	0.37	0.46
	c. Geometrical damping Ratio		0.35	0.57	0.40	0.66	0.37	0.61	0.42	0.70
4	a. Natural Frekuensi	Hz	3.90	3.99	3.47	3.53	3.72	3.92	3.30	3.46
	b. Resonansi frekuensi	Hz	4.48	6.76	4.22	9.91	4.36	7.62	4.13	22.16
	c. Frekuensi mesin	Hz	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53
	d. f/fn		1.16	1.14	1.31	1.28	1.22	1.16	1.37	1.31
	e. Vibrating force		20.25	10.35	25.92	31.22	22.21	10.91	28.19	13.04
	f. Magnification factor		1.44	0.88	1.25	0.76	1.36	0.82	1.18	0.72
	g. Displacement	m	1.48	0.72	1.60	0.79	1.52	0.66	1.66	0.73
	h. Displacement max (Xmax)	m	2.13	0.63	1.99	0.60	2.07	0.55	1.95	0.52
	i. Displacement max x 5% gravity	Inc	0.41	0.12	0.38	0.12	0.40	0.11	0.38	0.10
No	Parameter	Satuan	P 1		P 2		P 2		P 4	
			H	V	H	H	H	V		

1	Mass Ratio	kN/ sec ² /m	22 8. 61	22 8. 61	336.26	266.29	39 5. 46	39 5. 46
2	Spring Konstant							
	a. Equivalent Radius (ro)	m	3. 34	3. 34	4.18	3.66	4. 58	4. 58
	b. Embedement Factor (n)		1. 54	1. 23	1.43	1.50	1. 40	1. 17
	c. Spring Konstant Koeficient (B)		1. 00	2. 3	1.00	1.00	1. 00	2. 30
	d. Spring Konstant equivalent (K)	kN/ m	13 73 03	14 37 98	159855	145792	17 04 96	18 72 99
3	Damping Ratio							
	a. Embedement Factor		2. 32	2. 59	2.09	2.22	2. 00	2. 19
	b. Mass Ratio		0. 55	0. 69	0.41	0.49	0. 37	0. 46
	c. Geometrical damping Ratio		0. 35	0. 57	0.40	0.37	0. 42	0. 70
4	a. Natural Frekuensi	Hz	3. 90	3. 99	3.47	3.72	3. 30	3. 46
	b. Resonansi frekuensi	Hz	4. 48	6. 76	4.22	4.36	4. 13	22 .1 6
	c. Frekuensi mesin	Hz	4. 53	4. 53	4.53	4.53	4. 53	4. 53
	d. f/fn		1. 16	1. 14	1.31	1.22	1. 37	1. 31
	e. Vibrating force		20 2. 57	10 3. 19	255.92	222.21	28 2. 19	13 7. 04
	f. Magnification factor		1. 44	0. 88	1.25	1.36	1. 18	0. 72
	g. Displacement	m	1. 48	0. 72	1.60	1.52	1. 66	0. 73
	h. Displacement max (Xmax)	m	2. 13	0. 63	1.99	2.07	1. 95	0. 52
	i. Displacement max x 5% gravity	Inc	0. 41	0. 12	0.38	0.40	0. 38	0. 10

3.2 Pembahasan

3.2.1 Beban Statik

Berdasarkan Tabel 4, bahwa pondasi dari P1 sampai dengan P4 memenuhi syarat karena beban yang diterima pondasi sebesar 394.66 kN atau 39.466 ton, sementara nilai daya dukungnya melampaui beban tersebut. Berdasarkan syarat perbandingan, berat mesin dan berat pondasi > 3

artinya memenuhi syarat. Jika dibandingkan dengan pondasi yang biasa (bukan mesin), desain ini merupakan boros secara tinjauan perencanaan.

3.2.2 Beban Dinamik

Selain beban statik, dalam perencanaan pondasi mesin yang perlu di cek juga yaitu beban dinamik, dalam pembahasan ini yang perlu dipertimbangkan adalah point 4 bagian d (f/fn), yaitu nilainya tidak boleh kurang dari 1, dalam hal ini pondasi dari P1 sampai dengan P4 nilainya lebih dari 1, artinya pondasi memenuhi syarat, masih dalam poin 4 bagian f (Magnification factor) nilainya harus dibawah 1.5, dari semua model pondasi memenuhi syarat, dan yang sangat penting dalam perencanaan pondasi adalah factor 4 bagian I, karena akan menentukan kenyamanan pekerja, setelah di plot ke Gambar 3 pondasi tipe P1, nilainya diatas garis yaitu masuk dalam Limit Form Machines And, artinya tidak disarankan karena masuk dalam danger to structures, dalam pondasi type P2 menambahkan lebar 2m dan jika di plot akan masuk dalam Trobele some to persons (cukup mengganggu), termasuk tipe P3 dan P4, pondasi P3 yaitu menambahkan panjang 2m, dan pondasi P4 adalah memanjangkan sekaligus melebarkan 2m, pondasi P3 hasilnya tidak maksimal ketika memanjangkan 2m hasilnya hanya 0.40 inc, dalam hal ini tipe P2 lebih efektif yaitu hanya dengan memperlebar pondasi nilainya turun yaitu 0.38 inc dari sebelumnya 0,41 inc pada pondasi P1.

4. IMPLIKASI HASIL STUDI

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman dan gambaran bagi masyarakat mengenai jenis pondasi dan analisa daya dukung pondasi yang menopang mesin dengan pondasi pada bangunan umumnya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Jika hanya mempertimbangkan beban ststik, maka pondasi P1 sampai dengan P4 memenuhi syarat dan boros.
2. Pondasi mesin adalah pondasi yang mempertimbangkan beban dinamik, sehingga pondasi P1 tidak memenuhi syarat, sementara pondasi P2, P3 dan P4 memenuhi syarat.
3. Berdasarkan pembahasan diatas Pondasi P2 lebih efektif, yaitu dengan memperlebar 2m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ahmad S.F.,2013. Studi pengaruh berat Pondasi Mesin Tipe Blok Terhadap Respon Tanah. Bandung: Skripsi ; 2013.
- [2]. Ayuddin, Frice L, Desei.,2017; Analisis Kekuatan Struktur Pondasi untuk Dudukan Mesin; Prosiding seminar nasional; Gorontalo.
- [3]. Dewi R., Hatuti Y., Mentari A.,2016. Foundation Modeling for Cooling Water Pump Machine in PT. Pupuk Sriwijaya (PURSI) II-B Project. Jurnal Teknologi: Sriwijaya Univeristy.
- [4]. Simatupang M., Sulha, Izzat A., 2019. Desain Optimal Pondasi mesin Blok Tertanam Akibat Beban Dinamis. Jurnal Dinamika: Halu Oleo Univeristy
- [5]. Shofa S., Dananjaya H.R., Setiawan B.,2017.Pengaruh luas penampang Pondasi mesin jenis Blok dan Parameter tanah Berbutir Halus Terhadap Ampitudo. Jurnal Matriks Teknik Sipil: Universitas Sebelas Maret.