

PERENCANAAN PONDASI GENSET 250KVA RSI AHMAD YANI SURABAYA

¹MOHAMMAD GHOZI, ²ANIK BUDIATI

Universitas Bhayangkara Surabaya

Jl. Ahmad Yani No.114 Surabaya Telp. (031) 8285602, Fax. (031) 8291107

email : ¹mghozi@ubhara.ac.id

ABSTRAK

Pondasi Genset diperlukan dengan dimensi tepat agar genset dapat berfungsi dengan baik, tahan lama dan tidak berdampak buruk pada bangunan sekitarnya. Tujuan studi ini adalah menentukan dimensi pondasi dangkal bagi Genset di RSI Ahmad Yani Surabaya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dalam studi ini, dilaksanakan perhitungan statis dan dinamis. Perhitungan statis untuk menghitung penurunan dan konsolidasi, serta daya dukung tanah dengan menggunakan metode Schmertmann. Analisis dinamis untuk menghitung nilai frekuensi dan amplitudo, serta atenuasi vibrasi tunggal dan gabungan dalam arah pergerakan vertikal, horizontal, dan longitudinal; serta juga akibat rocking, yawing, dan pitching dengan metode Lumped Parameter. Analisis dan desain telah menghasilkan dimensi 2,6 * 5,0 * 0,4 m untuk sistem pondasi dangkal dan daya dukung ijin (qall) menunjukkan = 4,19 kg/cm² berdasarkan kondisi statis dan 6,15 kg/cm² berdasarkan kondisi dinamis. Secara keseluruhan, parameter yang dihasilkan dari analisis dan desain tersebut telah memenuhi ketentuan dan peraturan.

Kata kunci : Genset, Pondasi Dangkal, Daya Dukung, Analisis Statis, Analisis Dinamis.

ABSTRACT

*Generator foundations are required with the right dimensions so that the generator can function well, last long and not have a negative impact on the surrounding buildings. The aim of this study is to determine the dimensions of the shallow foundation for the generator at RSI Ahmad Yani Surabaya in accordance with applicable regulations. In this study, static and dynamic calculations were carried out. Static calculations to calculate settlement and consolidation, as well as soil bearing capacity using the Schmertmann method. Dynamic analysis to calculate frequency and amplitude values, as well as single and combined vibration attenuation in vertical, horizontal and longitudinal movement directions; as well as the effects of rocking, yawing and pitching using the Lumped Parameter method. Analysis and design have resulted in dimensions of 2.6 * 5.0 * 0.4 m for a shallow foundation system and the allowable bearing capacity (qall) shows = 4.19 kg/cm² based on static conditions and 6.15 kg/cm² based on dynamic conditions. Overall, the parameters resulting from the analysis and design have met the provisions and regulations.*

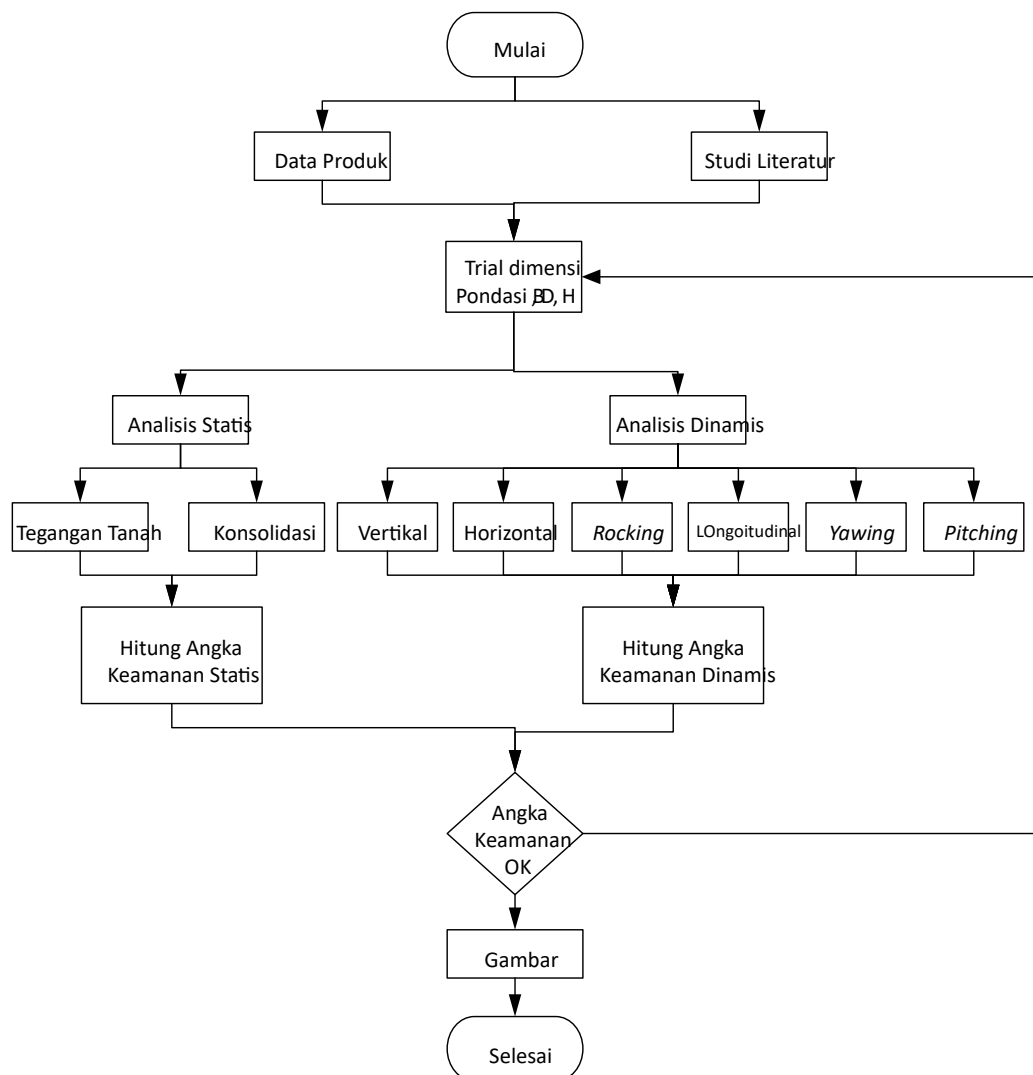
Keywords : Generator, Shallow Foundation, Carrying Capacity, Static Analysis, Dynamic Analysis.

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit diwajibkan menggunakan genset sebagai daya listrik tambahan dan atau cadangan untuk memfasilitasi sistem elektronik membutuhkan daya listrik yang besar. Salah satu tipe sistem struktur bawah untuk genset adalah pondasi dangkal untuk perletakan atau dudukan guna menopang genset. Dalam analisis dan desain harus dihitung dari 2 (dua) aspek pembebanan, yaitu: akibat beban statis akibat berat sendiri dan beban dinamis akibat getaran (vibrasi). Dalam studi ini, analisis secara statis dibahas secara umum, dan lebih menekankan kepada analisis perhitungan dinamis.

Perhitungan statis digunakan dalam menganalisis penurunan total dan daya dukung tanah lapisan tanah pondasi dengan menggunakan metode Schmertmann [2]. Analisis dinamis menghitung besaran frekuensi dan amplitudo, dan juga atenuasi vibrasi tunggal dan gabungan arah vertikal, horizontal, logitudinal, rocking, yawing, dan pitching dengan metode Lumped Parameter berdasarkan literatur yang ada [12], [7]. Pondasi dangkal yang dianalisis dan direncanakan adalah untuk memikul beban mesin Genset sebagaimana pilihan spesifikasi 250 KVA, bobot 2600kg, RPM 1500. Perbaikan tanah diperlukan untuk mendapat daya dukung yang dibutuhkan. Di antaranya dengan cara mekanik (pemadatan, penggetaran) atau juga dengan penambahan bahan lain (seperti kapur tohor, semen dll) [3].

2. METODE PERENCANAAN



Gambar 1. Diagram Alir Langkah Perencanaan.

Bagan alir studi dapat dijelaskan sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1. Data tanah yang digunakan adalah hanya data boring. Trial dimensi lebar, panjang dan tebal pondasi dilakukan kemudian langsung dilaksanakan analisis statis dan dinamis. Analisa statis meliputi parameter tegangan tanah dan konsolidasi. Sedangkan analisis dinamis meliputi stabilitas vertikal, horizontal, Rocking, Longitudinal, yawing dan pitching. Peta lokasi diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi RSI Ahmad Yani

Masyarakat Desa Kesimantengah rata-rata menempuh pendidikan hingga jenjang Sekolah Dasar dengan presentase sebesar 48,5%. Sedangkan tingkat SMP, SMA dan Perguruan tinggi hanya sebesar berturut-turut 27,2, 10%, dan 0,9%. Hal ini sangat berpengaruh terhadap perkembangan desa baik dari segi ekonomi, sosial serta kualitas SDM.

2.1 Interpretasi lapisan tanah di lokasi studi

Salah satu kelebihan uji lapangan Sondir atau Boring adalah kemampuannya menginterpretasikan lapisan tanah secara kontinu dengan kesalahan minimum. Dalam Tabel 1, diperlihatkan data lapisan tanah berdasarkan data boring.

Tabel 1. Data Boring [11]

Boring #	Depth (M)	Jenis Tanah	Weight (Kg/cm ³)	Gs	LL	PL
DEM	4	Lempung	1,61	2,53	76	60
	12	Lempung	1,50	2,54	92	80
DB-2	10	Lempung	1,46	2,50	75	90
	14	Lempung	1,56	2,51	74	66
DB-3	8	Lempung	1,48	2,52	53	87
	18	Lempung	1,68	2,50	37	21

2.2 Analisis Statis

2.2.1 Analisis penurunan segera dan konsolidasi

Penurunan akibat berat/beban sendiri dalam sistem pondasi terbagi menjadi 2 (dua), yaitu penurunan segera dan juga penurunan akibat konsolidasi. Penurunan segera adalah penurunan yang terjadi secara langsung setelah lapisan tanah dibebani. penurunan segera dapat dirumuskan sebagai berikut [5] μ

$$S_i = \mu_0 \cdot \mu_1 \cdot \frac{q \cdot B}{E_s}$$

dengan: S_i = penurunan segera; B = lebar pondasi; E_s = modulus elastisitas (Tabel 1); α = factor koreksi (Gambar 8); β = faktor koreksi (Gambar 9); q = tekanan tanah netto pada pondasi dangkal.

Beberapa data tanah, ada yang perlu di korelasi atau dicari pendekatannya dengan pendekatan-pendekatan yang ada. Terzaghi menyarankan beberapa data tanah sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 2. Pendekatan terhadap nilai indeks kompresi (C_c) menggunakan Tabel 3. Untuk menghitung besarnya penurunan konsolidasi normal bisa digunakan rumus [1]:

$$S_c = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \log \left\{ \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right\}$$

dengan: S_c = penurunan konsolidasi; C_c = nilai index kompresi pendekatan; e_0 = angka pori inisial / awal; P_0 = tekanan tanah (overburden pressure); ΔP = pertambahan akibat beban luar dengan teori 2 : 1.

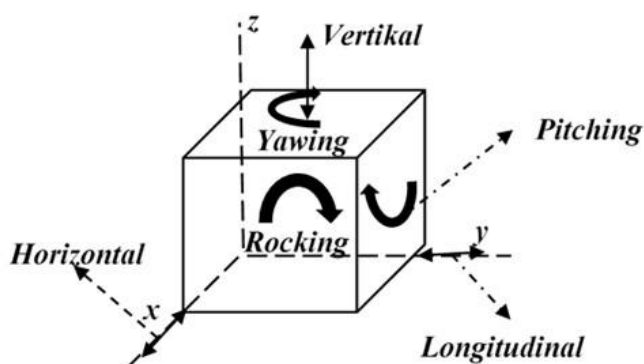
2.2.2 Daya dukung tanah metode Schmertmann [6,12] Daya dukung akibat berat/beban sendiri fondasi dangkal dikorelasikan dengan tahanan ujung konus q_c dengan $D/B < 1,50$ [9] adalah:

2. Daya dukung batas untuk tanah kohesif untuk pondasi lajur: $Q_{ult} = 28 - 0,0052(300 - Q_c) \cdot 1,5$

2.3 Analisis Dinamis

2.3.1 Pemilihan tipe pondasi

Pondasi mesin merupakan pondasi yang memikul mesin. Pondasi mesin dapat berupa pondasi dangkal dan pondasi dalam. Dalam kasus ini direncanakan pondasi mesin berupa pondasi dangkal. Adapun tipe-tipe pondasi dangkal untuk mesin [7], [16], yaitu tipe blok (block type foundation), pondasi kotak (box or cassion type of foundation), dan pondasi dinding (wall type foundation). Dalam perencanaan pondasi mesin akibat beban dinamis oleh adanya getaran mesin digunakan beberapa pertimbangan, yaitu: getaran adalah gerak harmonic sederhana atau peristiwa gejala gerak bolak balik pada suatu sistem; waktu bagi benda untuk melakukan satu osilasi biasa disebut periode (T) dan banyaknya getaran dalam satu detik disebut frekuensi (F); jika frekuensi paksa sama (saat Genset dihidupkan pertama kali) dengan frekuensi alami sistem, sistem akan berosilasi dengan amplitudo yang jauh lebih besar daripada amplitudo gaya paksa, kejadian ini disebut suatu resonansi (R); bila energi mekanik gerak osilasi berkurang terhadap waktu, gerak dikatakan teredam (D); dan struktur pondasi dangkal sangat tergantung oleh momen inersia (I) bentuk struktur atau dinyatakan sebagai suatu angka yang menyatakan kelembaman suatu benda untuk melakukan rotasi. Di dalam studi ini dipilih tipe pondasi dangkal blok, sehingga I bisa diambil dari di dalam Gambar 10. Dalam perencanaan pondasi dangkal untuk mesin Genset terdapat 6 derajat kebebasan (degree of freedom/DOF) [6], yaitu; vertikal, horizontal, rocking, longitudinal, yawing, pitching sebagaimana dalam Gambar 11. Namun, untuk studi ini ditinjau secara keseluruhan sesuai dengan tipe mesin Genset yang diusulkan untuk dipasang dalam gedung (Gambar 3).



Gambar 3. Derajat Kebebasan Sistem Struktur Analisis Dinamis [7]

2.3.2 Analisis dinamis dalam 6 arah gerak

	Vertikal	Horizontal	Rocking	Longitudinal	Yawing	Pitching
1	Radius ekuivalen $r_z = \sqrt{\frac{B.L}{\pi}}$	$r_x = \sqrt{\frac{B.L}{\pi}}$ Radius ekuivalen	Radius ekuivalen $r_\theta = \sqrt[4]{\frac{L^2}{3\pi}}$	$r_y = \sqrt{\frac{B.L}{\pi}}$ Radius ekuivalen	Radius ekuivalen $r_w = \sqrt{\frac{B.L(B^2+L^2)}{6\pi}}$	Radius ekuivalen $r_p = \sqrt[4]{\frac{B^3}{3}} L$

	Vertikal	Horizontal	Rocking	Longitudinal	Yawing	Pitching
2	Koefisien kedalaman $\eta_z = 1 + 0,6(1-v)\left(\frac{h}{r_z}\right)$	Koefisien kedalaman $\eta_x = 1 + 0,55(1-v)\left(\frac{h}{r_x}\right)$	Koefisien kedalaman $\eta_\theta = 1 + 1,2(1-v)\left(\frac{h}{r_\theta}\right) + 1 + 0,2(2-v)\left(\frac{h}{r_\theta}\right)^2$			
3	Rasio massa $B_z = 1 - \frac{W}{\gamma W r_z^3} 4v$	Rasio massa $B_x = \frac{7-8}{32(1-v)} \frac{W}{\gamma r_x^3} \cdot v$	Rasio massa $B_\theta = \frac{3(1-v)}{8} \frac{M_y}{\gamma r_\theta^3}$	Rasio massa $B_y = \frac{7-8}{32(1-v)} \frac{m}{\gamma r_y^3} \cdot v$	Rasio massa $B_w = \gamma M r_{wz5}$	Rasio massa $B_p = \frac{3 \cdot (1-v) M_z}{8 \cdot \gamma \cdot r_p^3}$
4	Koefisien pegas $k_z = \frac{G}{1-v} \frac{\sqrt{B_z}}{B.L}$	Koefisien pegas k_x $k_x = \frac{2(1+v)G \cdot B_x \sqrt{B_x}}{L}$	Koefisien pegas (k_θ) $k_\theta = \frac{G}{\eta_\theta^2} \frac{1}{B.L} \frac{1}{1-v}$	Koefisien pegas $k_y = \frac{32(1-v)G}{7-8} \cdot r_y$	Koefisien pegas $k_w = \frac{16 \cdot G \cdot r_w}{3}$	Koefisien pegas $k_p = \frac{G}{8 \cdot r_p^3} \frac{1}{3(1-v)}$
			Momen akibat gaya dinamis pada sumbu y $M_y = F_o \cdot$ (tinggi pondasi + tinggi pusat rotasi mesin – titik berat arah vertikal)			
5	Rasio redaman sesuai kedalaman pondasi $\alpha_z = \frac{1 + 1,9(1-v)}{\sqrt{\eta_z}}$	Rasio redaman sesuai kedalaman pondasi $\alpha_x = \frac{1 + 1,9(1-v)}{\sqrt{\eta_x}}$	Rasio redaman sesuai kedalaman pondasi $\alpha_\theta = \frac{1 + 0,7(1-v)}{\sqrt{\eta_\theta}}$			

	Vertikal	Horizontal	Rocking	Longitudinal	Yawing	Pitching
10	Rasio frekuensi f_0 $f = \frac{f_0}{f_r}$					
11	Kecepatan sudut $\omega_{nz} = \sqrt{\frac{k_z}{m}}$	Kecepatan sudut $\omega_{nx} = \sqrt{\frac{k_x}{m}}$	Kecepatan sudut ($\square_{nz}$): $\omega_{n\theta} = \sqrt{\frac{k_\theta}{m}}$	Kecepatan sudut $\omega_{ny} = \sqrt{\frac{k_y}{m}}$	Kecepatan sudut $\omega_{nw} = \sqrt{\frac{k_w}{m}}$	Kecepatan sudut $\omega_{np} = \sqrt{\frac{k_p}{m}}$
12	Rasio kecepatan sudut $r_z = \omega_{nz}$	Rasio kecepatan sudut $r_x = \omega_{nx}$	Rasio Kecepatan sudut $r_{x\theta} = \frac{\omega}{\omega_{n\theta}}$	Rasio kecepatan sudut (ry) $r_{xy} = \frac{\omega}{\omega_{ny}}$	Rasio kecepatan sudut $r_{xw} = \frac{\omega}{\omega_{nw}}$	Rasio kecepatan sudut $r_{xp} = \frac{\omega}{\omega_{np}}$
13	Amplitudo $A_z = \frac{F_0}{k_z \sqrt{(1-r_z^2) + \frac{D_z^2}{4}}}$	Amplitudo $A_x = \frac{F}{k_x \sqrt{(1-r_x^2) + \frac{D_x^2}{4}}}$	Amplitudo $A_\theta = \frac{M}{k_\theta \sqrt{(1-r_\theta^2) + \frac{(2 \cdot D_\theta)^2}{4}}}$	Amplitudo $A_y = \frac{F}{k_y \sqrt{(1-r_y^2) + \frac{D_y^2}{4}}}$	Amplitudo $A_w = \frac{M_{z0}}{k_w \sqrt{(1-r_w^2) + \frac{D_w^2}{4}}}$	Amplitudo $A_p = \frac{M}{k_p \sqrt{(1-r_p^2) + \frac{D_p^2}{4}}}$
6	Rasio redaman sesuai lebar dan kedalaman $D_z = \frac{0,425}{\sqrt{B_z}} \propto z$	Rasio redaman sesuai lebar dan kedalaman $D_x = \frac{0,288}{\sqrt{B_x}} \propto x$	Rasio redaman sesuai lebar dan kedalaman $D_\theta = \frac{0,15 \cdot \alpha_\theta}{(1 + \eta_\theta B_\theta) \sqrt{\eta_\theta \cdot B_\theta}} \propto \theta$	Rasio redaman sesuai lebar pondasi $D_y = \frac{0,288}{\sqrt{B_y}}$	Rasio redaman sesuai lebar pondasi $= \frac{0,50}{1 + 2 \cdot D_w \cdot B_w}$	Rasio redaman sesuai lebar pondasi $D_p = \frac{(1 + B_p) \sqrt{0,15}}{B_\theta}$
7	Frekuensi natural $f_{nz} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_z}{m}}$	Frekuensi natural $f_{nx} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_x}{m}}$	Frekuensi natural $f_{n\theta} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_\theta}{m}}$	Frekuensi natural $f_{ny} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_y}{m}}$	Frekuensi natural $f_{nw} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_w}{m}}$	Frekuensi natural $f_{np} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_p}{m}}$
8	Frekuensi resonansi $f_r = \frac{f_{nz}}{D_z} \sqrt{1 - 2 \cdot D_z^2}$	Frekuensi resonansi $f_r = \frac{f_{nx}}{D_x} \sqrt{1 - 2 \cdot D_x^2}$	Frekuensi resonansi $f_r = \frac{f_{n\theta}}{D_\theta} \sqrt{1 - 2 \cdot D_\theta^2}$	Frekuensi resonansi $f_r = \frac{f_{ny}}{D_y} \sqrt{1 - 2 \cdot D_y^2}$	Frekuensi resonansi $f_r = \frac{f_{nw}}{D_w} \sqrt{1 - 2 \cdot D_w^2}$	Frekuensi resonansi $f_r = \frac{f_{np}}{D_p} \sqrt{1 - 2 \cdot D_p^2}$
9	Gaya dinamis $f_o = m e \omega^2$					

+

2.2.10 Angka keamanan

1. Syarat keamanan terhadap daya dukung dan penurunan [8] statis terhadap dinamis:
 - a. Tegangan statis < 50% daya dukung izin (qall)
 - b. Tegangan dinamis < 75% daya dukung izin (qall)
 - c. Frekuensi operasi harus kurang lebih 20% dari frekuensi resonansi.
2. Syarat keamanan amplitudo vertikal [7]
3. Syarat keamanan amplitudo horizontal [1]
4. Syarat keamanan menurut KepMenNeg KLH [6]

Tabel 1. Baku Tingkat Getaran Mekanik Untuk Kenyamanan dan Kesehatan (Mm/Detik)

Getaran		Freq.	Bebas getaran, peak, mm/detik			
Parameter	Satuan	Hz	A	B	C	D
Kecepatan	Mm/detik	4	<2	2-27	27-140	>140
		5	<7.5	7.5-25	25-130	>130
Freq.	Hz	6,3	<7	7-21	21-110	>110
		8	<6	6-19	19-100	>100
		10	<5.2	5.2-16	16-90	>90
		12.5	<4.8	4.8-15	15-80	>80
		16	<4	4-14	14-70	>70
		20	<3.8	3.8-12	12-67	>67
		25	<3.2	3.2-10	10-60	>60
		31.5	<3	3-9	9-53	>53
		40	<2	2-8	5-50	>50
		50	<1	1-7	7-42	>42

Dengan keterangan :
 Kategori A : tidak menimbulkan kerusakan
 Kategori B : kemungkinan kerusakan plasteran
 Kategori C : kemungkinan kerusakan komponen struktur dinding pemikul beban
 Kategori D : kerusakan berat

5. Syarat keamanan seluruh struktur pondasi [7]

Getaran pada struktur yang berdekatan dapat diabaikan jika amplitudo yang terjadi pada pondasi kurang dari 0,2 mm atau A ijin = 0,2 mm. Kriteria design pondasi mesin berdasarkan beban statis yaitu pondasi tidak boleh mengalami penurunan tanah yang berlebihan [7]. Kriteria design pondasi mesin berdasarkan beban dinamis adalah pondasi tidak boleh mengalami resonansi dan getaran yang diakibatkan oleh mesin tidak boleh mengganggu ataupun memberi efek buruk terhadap orang dan peralatan di sekitarnya.

6. Syarat keamanan lainnya

Penurunan yang diijinkan untuk pondasi terpisah pada tanah lempung, yaitu sebesar 65 mm [8].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Spesifikasi mesin Genset

Data spesifikasi mesin yang dipilih dijadikan sebagai data perhitungan beban dinamis pada analisis dan perencanaan pondasi dangkal dinamis. Berikut disajikan data spesifikasi mesin generator set lengkap yang digunakan di dalam perencanaan sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 1, yaitu: merk: Perkins ; model: 1306A-E87TAG4; engine speed: 1500 rpm; engine power output at rated: 255 kWm; cooling: radiator cooled; total displacement : 8.7 liter; compresion ratio: 16.9 : 1; oil capacity: 26.4 liter; coolant capacity: 24.2 liter; massa motor : 377 kg; standby: 250 kVA/200 kW; berat : 2075 kg; tinggi : 1.716 m; panjang : 2.49 m; lebar : 0.98 m [11].

3.2 Penyusunan parameter tanah

Data tanah yang digunakan pada perencanaan pondasi mesin adalah data hasil boring, seperti: angka pori inisial / awal (e_0) = 1,85; indeks kompresi / pemampatan konsolidasi (C_c) = 1,87; modulus geser (G)= 3,5.106 kg/m²; redaman (D) internal lapisan tanah lempung diambil = 0,05.

3.3 Data hasil perhitungan dinamis

Data hasil perhitungan dinamis dalam arah gerak vertikal; horizontal; arah goyangan rocking; arah gerak longitudinal; arah goyangan yawing; dan arah goyangan pitching diperlihatkan dalam Tabel 12.

3.4 Pergerakan (displacement) statis dan dinamis:

1. Kontrol penurunan tanah pada kondisi statis: Mengacu pada batas penurunan maksimum, ternyata penurunan total yang terjadi masih dalam batas aman yaitu sebesar $0,38 \text{ mm} < 0,50 \text{ mm}$.
2. Kontrol keamanan gerakan tunggal (single) dan gabungan (couple mode) pada kondisi dinamis: Kontrol keamanan diperlihatkan dalam Tabel 13.

3.5 Kontrol terhadap daya dukung statis dan dinamis:

Kontrol terhadap daya dukung Statis dan dinamis :

- a. Akibat beban statis : $50\% q_{all} \geq q$ (beban statis) $\rightarrow 2,17 \text{ kg/cm}^2 \geq 0,20 \text{ kg/cm}^2$ (kondisi aman)
- b. Akibat beban statis dan dinamis : $75\% q_{all} \geq q$ (beban statis dan dinamis) $\rightarrow 3,31 \text{ kg/cm}^2 \geq 0,20 \text{ kg/cm}^2$ (kondisi aman)

3.7 Desain penulangan pondasi dangkal untuk Genset

Desain tulangan menggunakan standar [10]. Berdasarkan [10] dapat diuraikan sebagai berikut:

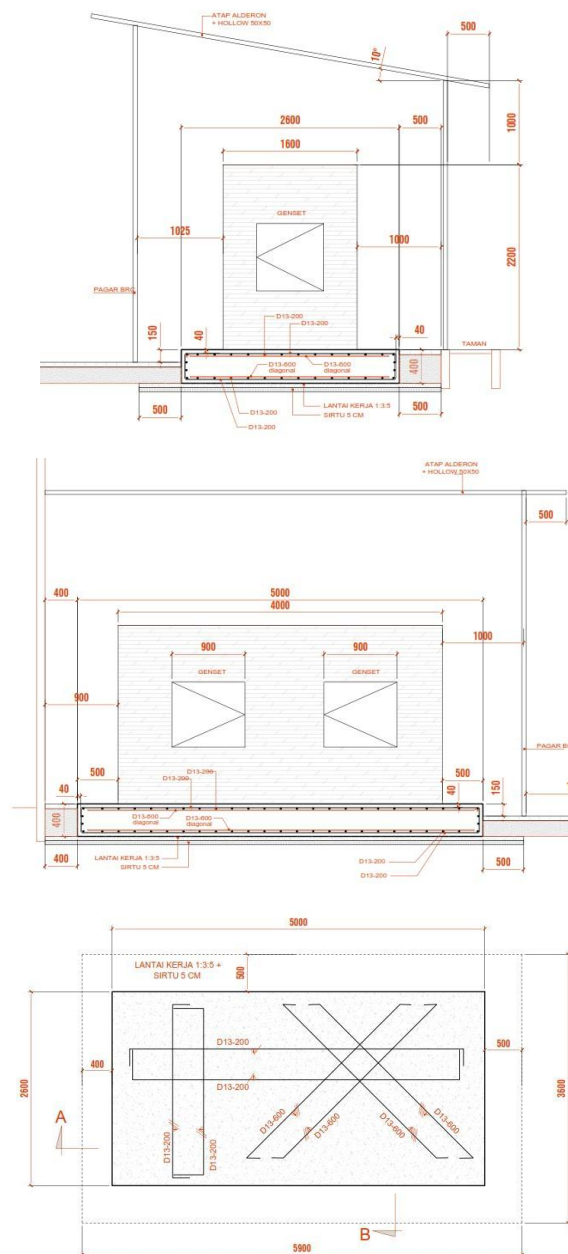
1. Data-data untuk struktur beton bertulang; Kuat tekan beton = 30 Mpa; kuat leleh baja = 400 Mpa; berat volume (γ) beton bertulang = 2400 kg/m^3 ; panjang = 3.5 m; tinggi : 0.6 m; lebar : 1.5 m; berat pondasi = 7560 kg; berat mesin = 2075 kg; beban dinamis = 4,22 kg; tulangan pokok = D 20.
2. Hasil perhitungan desain: Analisis dan desain penulangan untuk pondasi diperlihatkan dalam Tabel 16 berdasarkan SNI 1726-2012 [10].

3.8 Perhitungan Penulangan

Tabel 2. Perhitungan Penulangan

Analisis beban			Analisis Penulangan				
h (mm)	Q (kg/m)	M _{maks} (Nmm)	D (mm)	A _{st} (mm ²)	P min	Jarak tulangan (mm)	Keputusan
400	2650	19.10 ⁶	370	170	0,0035	200	D13-200

3.9 Gambar Hasil Perencanaan



Gambar 4. Desain Pondasi Genset RSI AY



Gambar 5. Proses Pengerjaan Pondasi Genset RSI Ahmad Yani

4. KESIMPULAN

Didapatkan disain pondasi dangkal untuk menopang genset di RSI Ahmad Yani Surabaya dengan dimensi tebal 40cm x panjang 5,0M x lebar 2,6M , menggunakan material beton f_c 30 MPA, baja 400 MPa, telah sesuai dengan SNI 2847:2019 dan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lab T. Sipil Ubhara Surabaya atas pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat Mandiri berdasar Surat Tugas Dekan FT Nomor TUG/ 14A/ FTK/07/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baxter, R.L., Bernhard, D.L., 1967. *Vibration Tolerances for Industry*, in: *ASME Paper 67-PEM-14, Plant Engineering and Maintenance Engineer*. Detroit, Michigan.
- [2] Braja, M.D. 2011, *"Principles of Foundation Engineering, SI"*, 7th edition, Global Engineering: Christopher M. Shortt.
- [3] [Setiawan, B. & Budiati, A., 2023, Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Nilai CBR Sub Grade Dengan Menggunakan Metode ASTM D 2017. Jurnal Inter Tech, e-ISSN: 2987-8357, Vol. 1, No. 2, November 2023, pp 10-15, https://doi.org/10.54732/i.v1i2.1061.](#)
- [4] El Ganainy, H, El Naggat M.H. 2009. Efficient 3D nonlinear Winkler model for shallow foundations. *Soil Dyn Earthq Eng* 2009;29:123648.<http://dx.doi.org/10.1016/j.soildyn.2009.02.002>.
- [5] Janbu, N., Bjerrum, L., Kjaernsli B. 1956. *Veiledning ved losning av fundamenteringsoppgaver*. Norwegian Geotechnical Institute, Publication No. 16, 93 p. (in Norwegian).
- [6] KepMen Negara KLH. 1996. No.: KEP-49/MENLH/11/1996. *Tentang Baku Tingkat Getaran*.
- [7] Prakash, S. and Puri, V.K. 1988. *Foundation for Machines Analysis and Design*. John Wiley & Sons, New York. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT)* 13 /3
- [8] Skempton, A.W and Mac Donald, W.H. 1956. Allowable Settlement of Building. *Proceeding Institute of Civil Engineers, Part III*, Vol. 5, pp. 727 – 768.
- [9] Sigit, A.S. 1996. *Buku Ajar Pondasi Dinamis*. Surabaya: ITS.
- [10] SNI 2847:2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan*. Badan Standardisasi Nasional.
- [11] Specification of Triton Generating Set. 2018. www.gopwer.com
- [12] CV. Testana Engineering. 2021. *Laporan Penyelidikan Tanah Gedung Graha RSI Ahmad Yani 12 Lantai*. Surabaya.