

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG MUHAMMADIYAH 1 GRESIK DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Moh. Agil Bagus Alam¹, Warsito², Azizah Rachmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam.Malang,

e-mail: agilbagusalam01@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Gedung SMA Muhammadiyah 1 Gresik terletak di jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121, yang terdiri dari 11 lantai dengan *atap* di atasnya. Gedung ini memiliki ketinggian gedung 47,4 m yang termasuk dalam konstruksi bertingkat tinggi yang terancam runtuh jika terjadi gempa, selain itu gedung ini termasuk dalam kategori desain seismik D. Bangunan dengan struktur beton bertulang berada di prinsip rapuh. Oleh karena itu, perlu dirancang bangunan yang mampu menahan gempa dengan risiko tinggi. Maka proyek terbaru Gedung SMA Muhammadiyah 1 Gresik ini dirancang menggunakan sistem rangka penahan momen khusus (SRPMK). Perhitungan struktur ini menggunakan pemodelan 3D dengan *software* SAP2000 V.20 dan SpColumn. Berdasarkan hasil perhitungan tebal pelat yang digunakan adalah 125mm, pemodelan gempa menggunakan metode response spectrum dengan nilai V sebesar 1949,39 kN atau sama dengan 198782,4588 Kg. Dimensi balok induk adalah B1 45/75, B2 40/70, B3 30/45 dan dimensi kolom adalah K1 90/90, K2 75/75, K3 45/45, menggunakan pondasi tiang pancang berdiameter 50 cm dengan kedalaman 18,5 m.

Kata Kunci : *Gempa, Gedung Sekolah SMA Muhammadiyah 1 Gresik, SRPMK.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Seiring dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi dan dalam rangka meningkatkan kualitas dan fasilitas pendidikan, SMA Muhammadiyah 1 Gresik membangun sebuah gedung bertingkat yang berlokasi di Jalan Dr. Wahidin Sudirohusodo Kebomas, Kabupaten Gresik. Hal itu dilakukan dalam upaya menyiapkan generasi penerus bangsa dalam menghadapi perkembangan mendatang.

Dilihat berdasarkan aspek geografis, Indonesia merupakan negara yang daerahnya berada pada empat sistem tektoni yg aktif. Sehingga Indonesia merupakan negara dengan daerah rawan gempa yang cukup tinggi. Oleh sebab itu, dalam merencanakan sebuah konstruksi bangunan perlu adanya perencanaan yang tahan terhadap gempa.

Struktur gedung SMA MUhammadiyah 1 Gresik ini masuk dalam zona 3 dengan respon gempa sedang, dengan kategori resiko gempa IV dan KDS D. Struktur gedung ini direncanakan dengan menggunakan material struktur beton bertulang, yang pada prinsip dasarnya mempunyai sifat yang getas. Sehingga struktur gedung dirancang menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

Digunakannya sistem struktur rangka pemikul momen khusus ini memberikan tingkat deformasi yang tinggi, sehingga ketika struktur menerima beban lateral yang *extraordinary*, struktur gedung tersebut masih mampu untuk mempertahankan strukturnya, dengan berdeformasi terlebih dahulu hingga mencapai batas plastisnya. Sehingga struktur tersebut tidak mengalami keruntuhan secara tiba-tiba (*brittle*).

Rumusan Masalah

1. Berapakah besar beban gempa (seismik) Gedung Sekolah Muhammadiyah 1 Gresik sesuai SRPMK?
2. Berapakah jumlah dan dimensi tiang pancang yang direncanakan?

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Mengetahui kapasitas beban gempa rencana pada gedung sekolah Muhammadiyah 1 Gresik dengan menggunakan SRPMK metode respon spektrum gempa.
2. Mengetahui dimensi dan jumlah tiang pancang yang mampu memikul beban yang bekerja.

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah :

1. Bagi penulis mampu menerapkan ilmu yg sudah dipelajari & didapat selama perkuliahan terutama pada bidang struktur tahan gempa.
2. Bagi Universitas dapat dijadikan sebagai rujukan pembelajaran, terutama untuk mahasiswa Teknik Sipil.
3. Bagi Instansi dapat menjadi pertimbangan lain dalam merencanakan sebuah struktur gedung.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Dalam merencanakan sebuah struktur gedung bertingkat, perlu adanya pertimbangan terkait dengan banyak aspek. Hal itu dikarenakan struktur gedung bertingkat memiliki resiko besar terhadap gaya gempa, semakin tinggi struktur gedung maka semakin berpotensi untuk mengalami deformasi lateral yang disebabkan oleh gaya gempa tersebut.

Struktur Beton Bertulang

Beton adalah campuran antara pasir, semen, kerikil, dan air dengan pori-pori ekstra. Rasio campuran bahan pembentuk beton harus ditentukan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah diaplikasikan, memenuhi kuat tekan desain setelah perawatan dan cukup ekonomis (Nasution 2009, 1-4).. Secara umum, perbandingan komposisi unsur-unsur penyusun beton adalah :

Tabel 1. Unsur Beton

Agregat Kasar + agregat Halus (60% - 80%)	
Semen : 7% - 15%	Air (14% - 21%)
Udara : 1% - 8%	

(Sumber: Nasution, 2009:4)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem rangka pemikul momen khusus adalah sistem struktur yang menerima beban gempa dan dimaksudkan untuk memikul lentur, dan dapat juga didefinisikan sebagai sistem rangka yang selain memenuhi persyaratan umum SRPMB memenuhi ketentuan Pasal 21.5 SNI 2847:2013. Komponen SRPMK terdiri dari sistem seismik parsial dan sistem lentur utama proporsional. Rakitan struktur rangka juga harus memenuhi ketentuan SNI 2847:2013 pasal 21.5.1.1 sampai dengan 21.5.1.4. Sistem ini cukup daktail sehingga harus digunakan di daerah dengan risiko seismik tinggi. Sistem ini biasanya digunakan di zona seismik 5 dan 6 (Nasution 2009, 479).

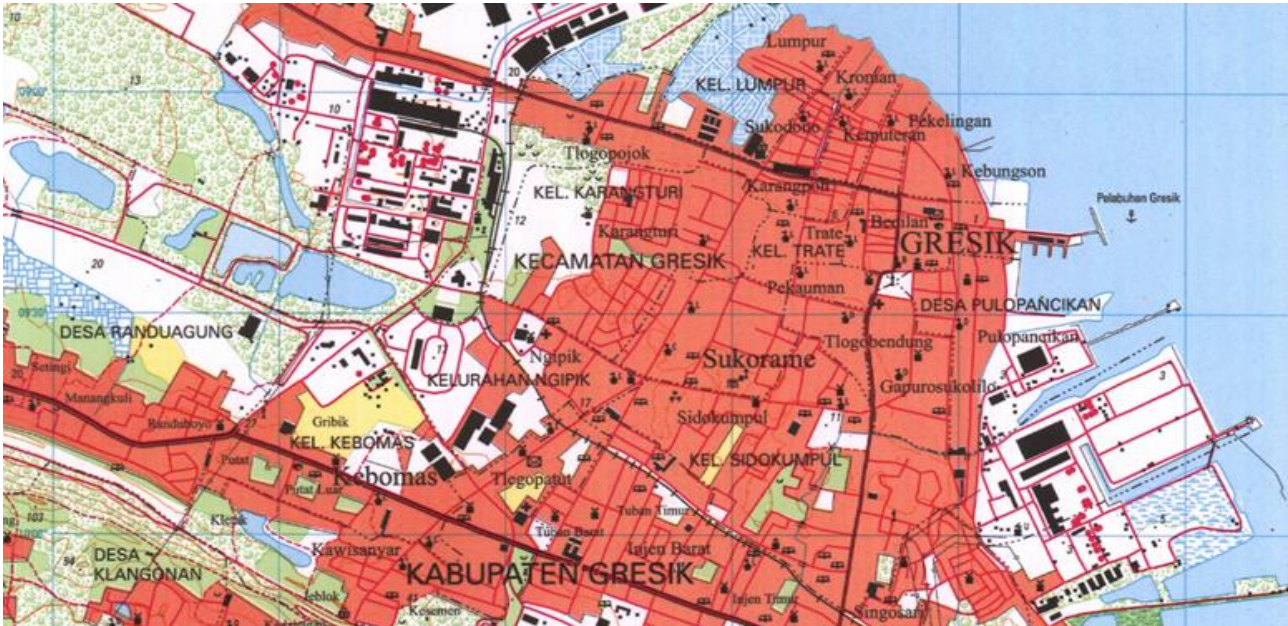
Perencanaan Pondasi

Pondasi dalam terminologi teknik sipil adalah bagian dari suatu struktur bangunan yang bersentuhan langsung dengan tanah dan digunakan untuk menyalurkan beban yang diterima dari bangunan atas ke lapisan tanah. Anggota pondasi harus mampu mendistribusikan dan mentransfer beban statis dan dinamis dari bangunan atas ke lapisan tanah keras, sehingga tidak terjadi perbedaan penurunan yang besar. Pemilihan jenis pondasi pada dasarnya tergantung pada kedalaman tanah keras. (Setiawan 2016, 298–302).

METODE PENELITIAN

Lokasi Studi

Lokasi pembangunan Gedung Sekolah Muhammadiyah 1 Gresik ini berada di Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.



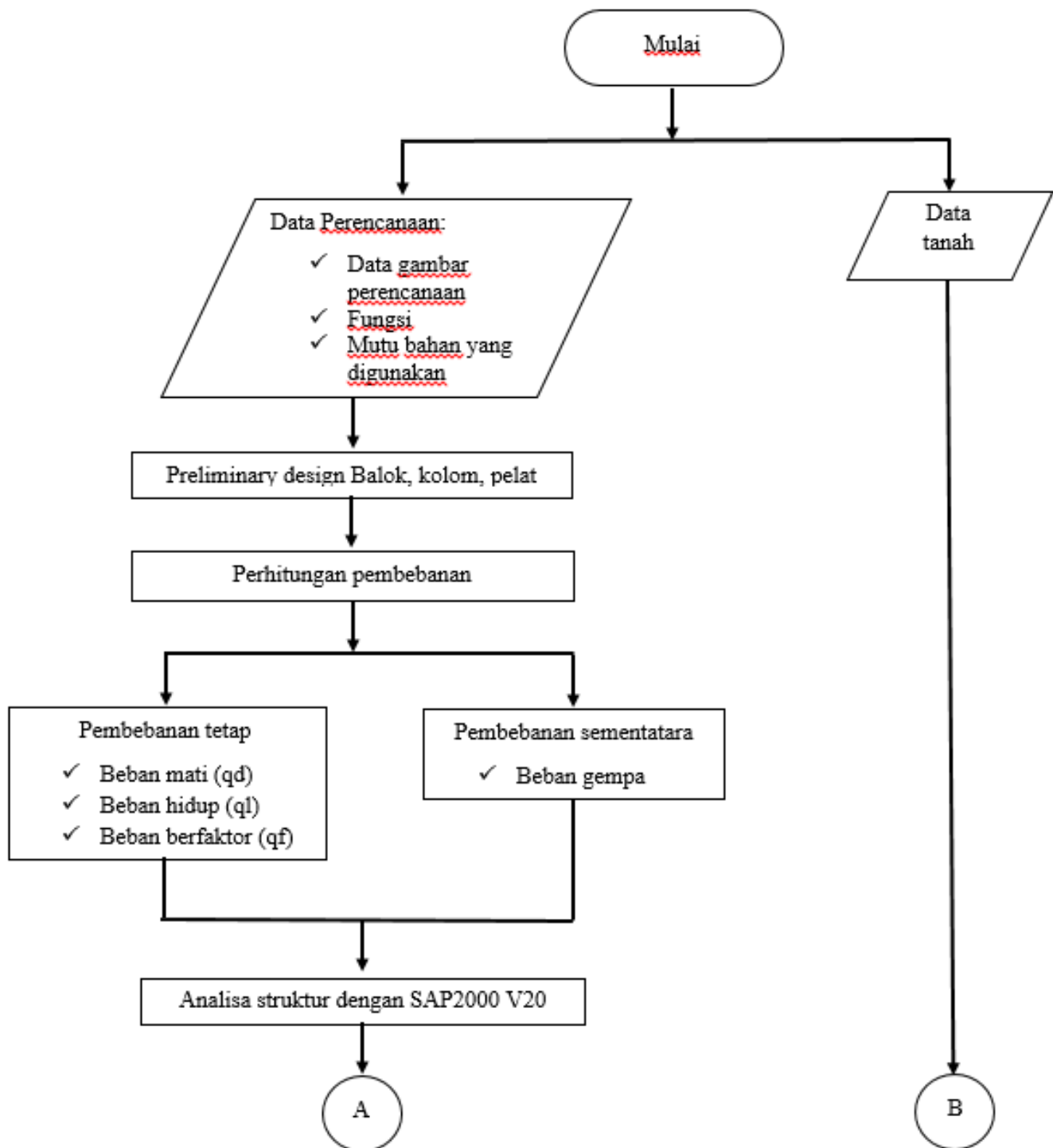
Gambar 1. Peta Lokasi
(Sumber: Peta Rupa Bumi Indonesia)

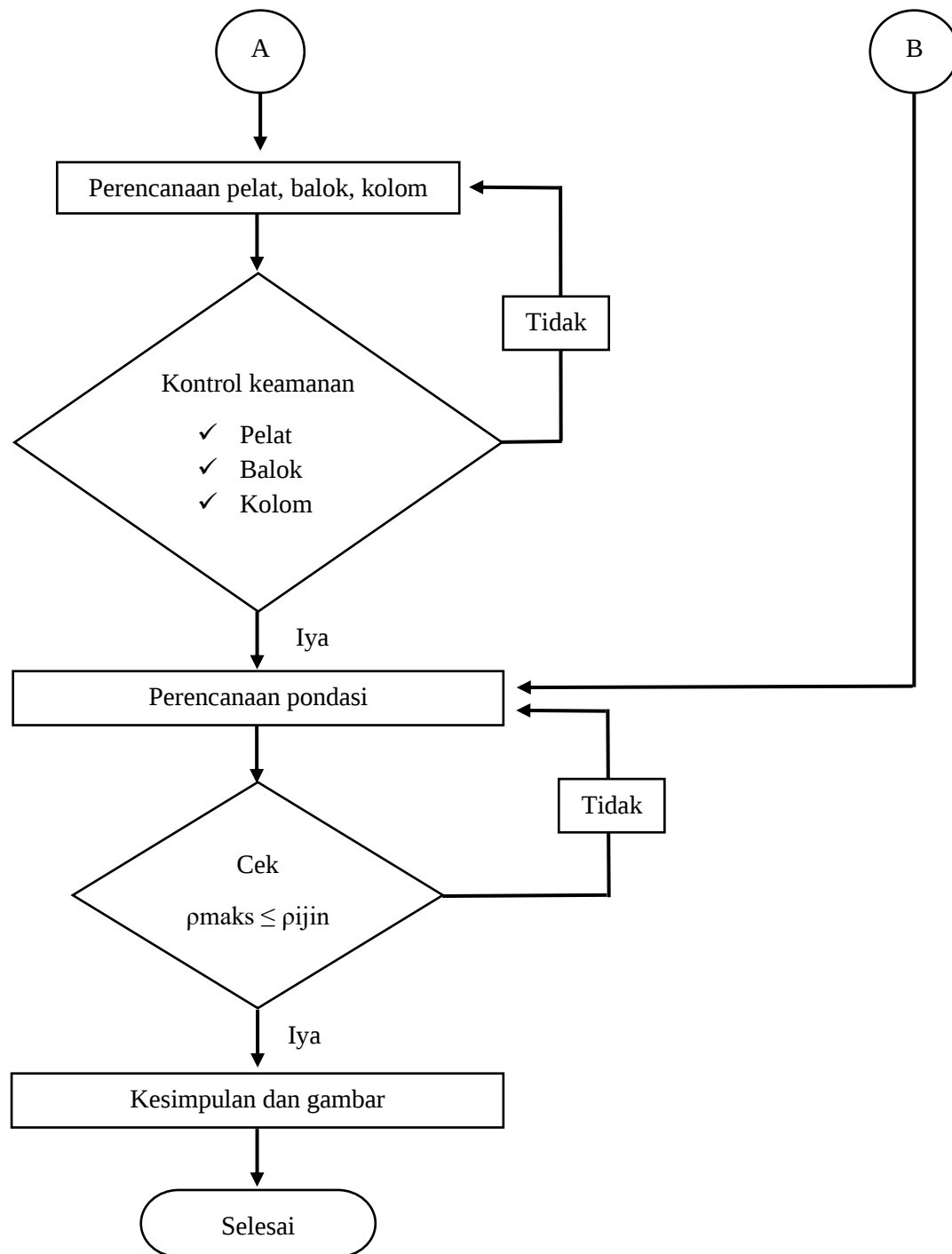
Proses Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan secara langsung dan juga melakukan tinjauan pustaka dari berbagai macam sumber seperti Perpustakaan, *text book*, jurnal-jurnal, maupun tugas akhir skripsi yang telah ada sebelumnya. Data-data tersebut kemudian diklasifikasikan menjadi 2 :

- a. Data Primer
Data yang didapat melalui observasi lapangan sekaligus wawancara. Data tersebut meliputi data perencanaan, data tanah, dokumentasi lapangan, maupun keterangan lainnya.
- b. Data Sekunder
Data yang didapat melalui tinjauan pustaka baik melalui Perpustakaan, *text book*, jurnal-jurnal, maupun tugas akhir skripsi yang telah ada sebelumnya.

Bagan Alir





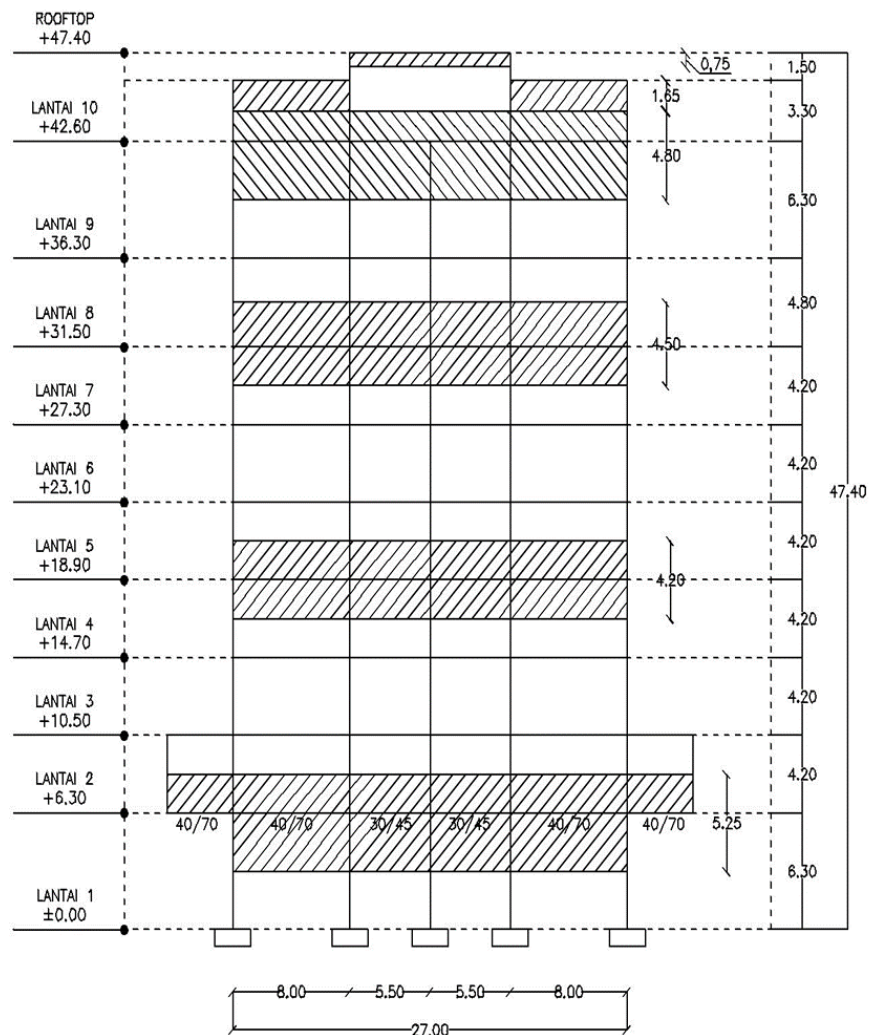
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. Lokasi Pembangunan | : Kabupaten Gresik |
| 2. Fungsi Bangunan | : Fasilitas Pendidikan |
| 3. Jenis Struktur | : Beton bertulang |
| 4. Jenis Tanah | : Tanah Sedang |
| 5. Jumlah Lantai | : 11 lantai & Lantai Atap |
| 6. Lebar Bangunan | : 27 m |
| 7. Panjang Bangunan | : 36 m |
| 8. Tinggi Bangunan | : 47,4 m |

9. Mutu Bahan
 Mutu beton (f_c') : 25 Mpa, 35 Mpa
 Mutu Baja (f_y) : BJTP = 240 Mpa
 BJTD = 400 Mpa
10. Jenis Pondasi : Tiang Pancang

Analisa Pembebanan Gempa



Gambar 2. Permodelan Pembebanan Struktur
 (Sumber: Hasil Analisa)

Tabel 2. Rekapitan Hasil Perhitungan Berat Struktur

Lantai	Tinggi (m)	Beban Mati (Kg)	Beban Hidup (Kg)	Berat Total (Kg)
Rooftop	47,4	32293,5	15125	47418,5
Atap	45,9	183039	60750	243789
10	42,6	219111	60750	279861
9	36,3	227548,5	60750	288298,5
8	31,5	224227,2	60750	284977,2
7	27,3	220852,2	60750	281602,2
6	23,1	220852,2	60750	281602,2
5	18,9	220852,2	60750	281602,2
4	14,7	220852,2	60750	281602,2
3	10,5	264554,4	81000	345554,4
2	6,3	272177,4	81000	353177,4
Jumlah Total				2969484,8

(Sumber : Hasil Analisa Perhitungan)

Geser Dasar Seismik

$W = 2969484,8 \text{ Kg} = 29120,7 \text{ kN}$

Karena $C_s \text{ min} = 0,03735 < C_s = 0,06694 < C_s \text{ max} = 0,1061$, maka diambil $C_s = 0,06694$.

Sehingga $V = C_s \times W = 0,06694 \times 29120,7 \text{ kN} = 1949,39 \text{ kN}$

Tabel 3. Gaya Lateral Equivalen

Lantai	H_i m	H_i^k m	W_i kN	$W_i \cdot H_i^k$ kNm	C_{vx}	V	F_x kN	V_x kN
Rooftop	47,4	65,175	465,016633	30307,45906	0,01179	1949,385	22,98436127	22,98436127
Atap	44,25	201,463	2390,753397	481648,2662	0,18738	1949,385	365,2690823	388,2534436
10	42,6	173,956	2744,498876	477420,7118	0,18573	1949,385	362,0630188	750,3164624
9	36,3	139,596	2827,242485	394670,5017	0,15354	1949,385	299,3074866	1049,623949
8	31,5	114,862	2794,671658	321002,0472	0,12488	1949,385	243,4393133	1293,063262
7	27,3	94,346	2761,574215	260543,5694	0,10136	1949,385	197,5892309	1490,652493
6	23,1	74,9836	2761,574215	207072,8645	0,08056	1949,385	157,0384874	1647,690981
5	18,9	56,903	2761,574215	157141,7914	0,06113	1949,385	119,1721054	1766,863086
4	14,7	40,2774	2761,574215	111229,0055	0,04327	1949,385	84,35308423	1851,21617
3	10,5	25,3592	3388,731057	85935,45665	0,03343	1949,385	65,17113751	1916,387308
2	6,3	12,563	3463,48715	43511,77861	0,01693	1949,385	32,99816185	1949,38547
Jumlah Total			29120,69811	2570483,452				

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perencanaan Pondasi

Didasarkan pada data N-SPT daya dukung tiang di kedalaman 18,5 m diperoleh :

$$q_c = 40 \times \text{N-SPT (tanah berpasir)} = 40 \times 75 = 3000 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \pi \cdot \phi^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 = 0,19625 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{st}} = \pi \times \phi = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ m}$$

$$P_{\text{all}} = \frac{q_c \cdot A_{\text{tiang}}}{\text{FK1}} + \frac{\sum \text{li. fi. } A_{\text{st}}}{\text{FK2}} = \frac{3000 \times 0,19625}{3} + \frac{1 \times 10 \times 1,57}{5} = 199,39 \text{ ton}$$

1. Penulangan Tiang Pancang

Ø tiang = 500 mm = 0,5 m

Ø tulangan pokok = 22 mm

Ø tulangan sengkang = 12 mm

Penulangan Pokok

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,5^2 = 0,19625 \text{ m}^2 = 196250 \text{ mm}^2$$

Tulangan pokok direncanakan sebesar 3% dari luas tiang :

$$A_{\text{perlu}} = 3\% A_{\text{tiang}} = 0,03 \times 196250 = 5887,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{pakai}} = \frac{1}{4} \pi \cdot \phi^2 \cdot n = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \cdot 16 = 6079,04 \text{ mm}^2 > 5887,5 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

Jadi dipakai tulangan 16 D22.

2. Penulangan Pile Cap/ Poer

$$M_u = (1307,385 \times 2) (1,25 - 0,9/2) = 2091,816 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{2091,816}{0,9 \times 2450 \times 803^2} = 1,471$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 f_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 R_n}{0,85 f_c}} \right) = \frac{0,85 \times 35}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,471}{0,85 \times 35}} \right) = 0,0038$$

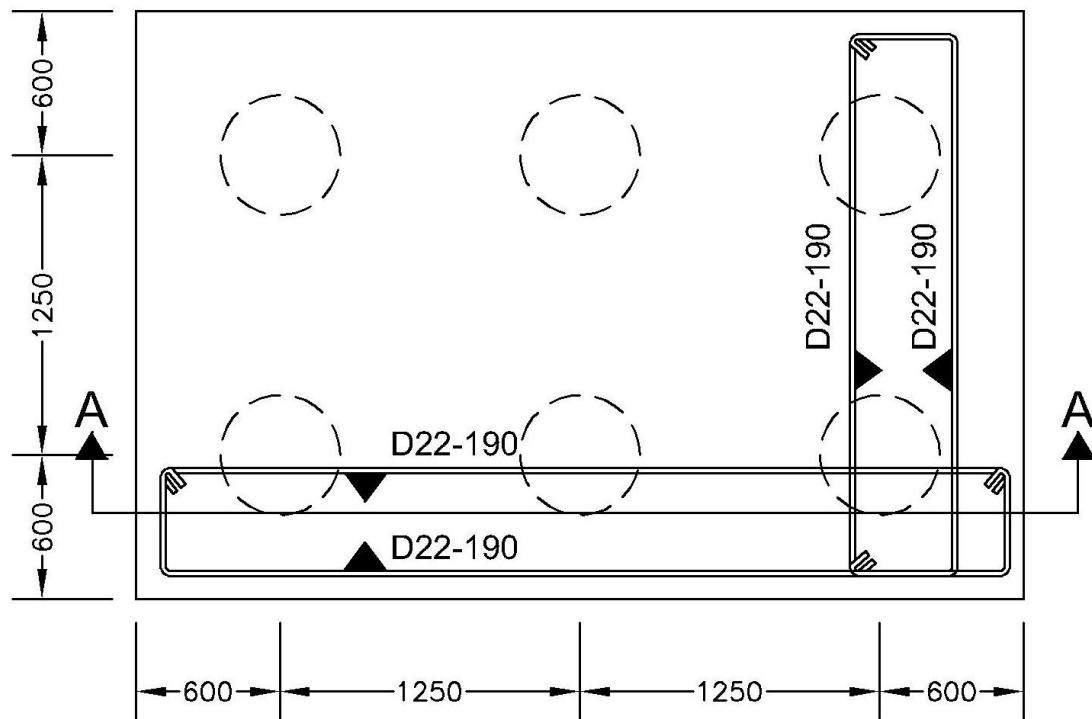
$$A_{\text{perlu}} = \rho \times b \times d = 0,0038 \times 2450 \times 803 = 7424,476 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{min}} = 0,0018 \times b \times h = 0,0018 \times 2450 \times 875 = 3858,75 \text{ mm}^2$$

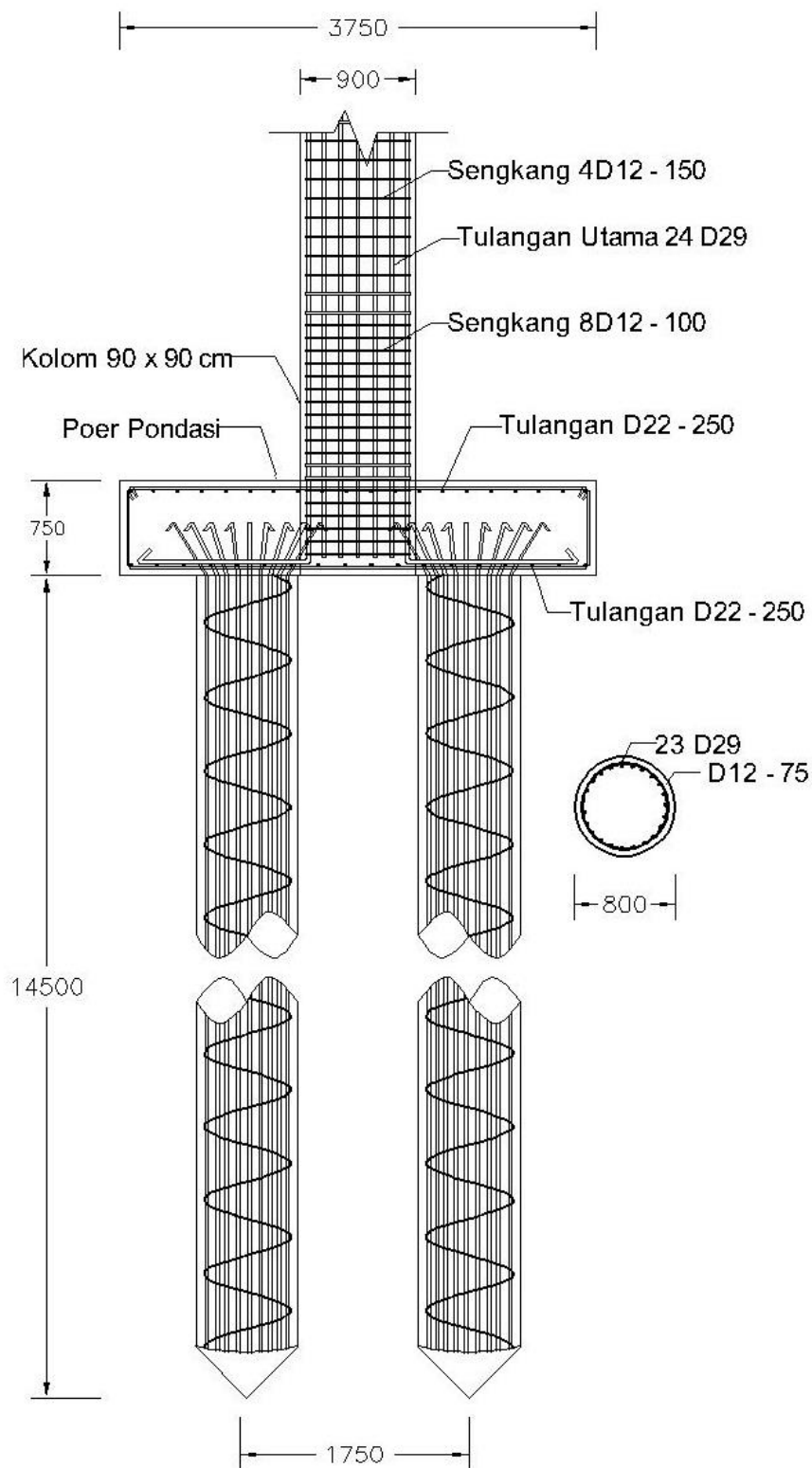
Digunakan 20 D22 - 190, Sehingga didapatkan :

$$A_s = \frac{1}{4} \pi \cdot \phi^2 \cdot n = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \times 20 = 7598,8 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 7598,8 \text{ mm}^2 > A_{\text{min}} = 7424,476 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{OK}$$



Gambar 3. Tampak Atas Penulangan Poer Pondasi
(Sumber: Hasil Analisa)



Gambar 4. Potongan A-A Penulangan Poer dan Pondasi Tiang Pancang
(Sumber: Hasil Analisa)

PENUTUP

Kesimpulan

1. Besar beban gempa seismik gedung SMA Muhammadiyah 1 Gresik sesuai dengan syarat SRPMK yang menggunakan respon spectrum gaya terskala (V) adalah 1949,39 kN atau sama dengan 198782,4588 Kg.
2. Pondasi tiang pancang yang digunakan mempunyai ukuran poer pondasi 3,7 m x 2,45 m x 0,875 m dengan tulangan 20D22-190. Sedangkan diameter tiang pancang 50 cm diletakkan pada kedalaman 18,5 m dengan jumlah 6 buah tiang dengan jarak 1,25 m pada masing-masing tiang dan 0,6 m dari tepi poer.

Saran

1. Untuk mempermudah baik permodelan maupun analisis struktur dapat menggunakan program bantu (*software*) yang sudah berbasis *Building Information Modelling (BIM)* seperti Autodesk Revit, Midas, Tekla, Allplan, dll.
2. Dalam perancangan struktur bisa menggunakan teknologi terbaru seperti *viscoelasticis dumper* sebagai elemen struktur dalam menahan gaya gempa.

REFERENCE

Nasution, Amrinsyah. 2009. Analisis Dan Desain Struktur Beton Bertulang. Bandung: ITB.

Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Jakarta: Penerbit Airlangga.