

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Gereja Kuasai Paroki Bunda Maria Ratu Sukatan Depok, Jawa Barat merupakan tempat ibadah umat Katholik. Gereja ini memiliki rencana pembangunan diatas tanah seluas 1396,5 m<sup>2</sup> . Gereja memiliki 3 lantai termasuk 1 semi basement, 1 Lantai dasar dan 1 balkon dengan lantai bertingkat. Adapun terdapat beberapa fasilitas seperti kamar mandi, UKS, ruang kegiatan, ruang pengembangan, ruang pengakuan dosa dan ruang rapat. Gereja ini memiliki luas bangunan 2835 m<sup>2</sup>. Bangunan Gereja ini mempunyai bentuk yang linear memanjang dalam tata ruang dalam dan tata ruang luar yang menyerupai salib.

Berdasarkan Biro Pusat Statistik BPS Jawa Barat, pada wilayah kota Depok dari tahun 2019 hingga 2021 terdapat 7 Gereja Katholik. Maka dari itu diharapkan pembangunan Gereja ini dapat menampung umat yang lebih banyak.

Gereja ini memiliki kajian 2 struktur yang berbeda yakni terdapat bagian semi basement namun tetap memiliki lantai dasar dan balkon. Disebut sebagai semi basement karena tidak semua bagian dari lantai basement masuk ke dalam tanah melainkan ada sebagian lantai basement yang terletak di atas tanah sehingga dapat tampak dari luar. Tentunya pada sistem struktur ini memerlukan perhitungan tersendiri yang tidak sama dengan perhitungan sistem struktur bangunan lain pada umumnya, sehingga diperlukan komponen dinding penahan tanah namun juga sebagai pondasi (*Basement as foundation*) namun tetap pula menggunakan pondasi telapak dibagian bawah lantai basement sebagai pendukung. Bangunan ini juga direncanakan pada keadaan tanah yang cukup baik namun tetap perlu dilakukan perbaikan tanah serta dibangun pada lahan yang dilewati daerah rawan gempa sehingga desain struktur dan pondasi yang harus diperhitungkan tidak hanya tahan terhadap beban bangunan saja namun tahan terhadap beban gempa.

Penggunaan 14 buah pondasi dengan 7 ukuran pondasi yang berbeda guna memaksimalkan dukungan untuk bangunan namun tetap memperhitungkan

rancangan biaya anggaran yang akan digunakan sehingga tidak *over budget* dan tetap ekonomis namun tidak mengurangi spesifikasi atau fungsi keselamatan bangunan.

## **1.2. TANTANGAN**

Gereja Kuasi Paroki Ratu Sukatani dalam proses pembangunannya mengalami beberapa tantangan yang harus dilewati agar pembangunan dapat berjalan dan berfungsi dengan baik. Tantangan yang dilalui berupa rancangan dinding penahan tanah tipe kantilever yang digunakan pada bangunan semi basement yang berada pada bangunan gereja.

## **1.3. TUJUAN PERANCANGAN**

Perancangan Gedung ini berfungsi sebagai tempat ibadah yaitu gereja 3 lantai dengan luas total 1396,5 m<sup>2</sup>. Struktur pada bangunan gereja ini memiliki keunikan karena terdapat duastruktur yang berbeda didalam satu bangunan, yaitu struktur kaku dan struktur lentur. struktur kaku terdapat pada bagian dinding penahan tanah yang berada di semi basement dan struktur lentur terdapat pada bangunan lantai 1 dan 2.

## **1.4. TINJAUAN UMUM**

Struktur pada bangunan gereja ini menggunakan balok beton bertulang yang terdiri daribalok induk dan balok anak. Balok induk memiliki ukuran 250 x 400 mm, pada balok anak menggunakan ukuran 225 x 325 mm dengan mutu beton 25 MPa dan mutu baja 400 MPa. Struktur kolom menggunakan kolom beton bertulang dengan ukuran 500 x 500 mm.

Bangunan ini menggunakan tipe *flat slab* yang disesuaikan dengan kebutuhan. Rangka atap pada bangunan gereja ini menggunakan rangka atap baja WF 200x100x5.5x8 yang dilengkapi dengan gording kanal C 200x75x20x3.2 BJ41, reng dan usuk pada stiap bagian penutup atap. Penutup atap yang digunakan yaitu genteng keramik

### 1.5. SISTEMATIKA TUGAS AKHIR

Pada Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur I ini mahasiswa mengerjakan secara berkelompok yang terdiri dari tiga orang di tiap kelompok. Setiap kelompok diberi pilihan topik rancangan yang akan dikerjakan dengan melakukan beberapa pertimbangan salah satunya yaitu keunikan dari sistem struktur rancangan bangunan. Setelah melakukan pertimbangan dan menganalisa sistem struktur yang akan dirancang dan menemukan letak permasalahan yang akan dihadapi, mahasiswa berperan penuh dalam penciptaan solusi dari permasalahan yang terjadi.

### 1.6. RASIONALITAS SISTEM STRUKTUR TERPILIH

Pada Proyek Gereja Kuasi Paroki Ratu Sukatani ini ditetapkan beberapa rasionalitas sistem struktur terpilih sebagai berikut :

- a. Kombinasi beban terfaktor dan beban layan menggunakan  $1,2 D + E_v + E_h + L$ . mengapa menggunakan kombinasi ini, karena memperhitungkan beban hidup.
- b. Kondisi Tanah  
Menurut Data, sebelumnya sebagian lahan adalah rawa. Bisa di simpulkan pada data diketahui bahwa pada SNI 1727 2020 Tabel 3.2-1 – Beban lateral rencana , termasuk dalam Nomor 13 ya itu Lanau Organik dan lanau lempung, Plastis rendah.
- c. Klasifikasi Situs Termasuk Kelas situs (SE)  
Wilayah yang akan di bangun struktur gedung juga berpengaruh terhadap kelas situs.  
Setiap wilayah memiliki klasifikasi kelas situs sendiri-sendiri dari A s.d 12F.
- d. Kategori risiko  
Kategori risiko bangunan Gedung dan nongedung untuk beban gempa termasuk pada kategori IV.
- e. Kategori Seismik desain berdasarkan parameter respon percepatan periode pendek  $S_d_s = 0.65$  bangunan kami kategori resiko 4 dan

Kategori seismic adalah D.

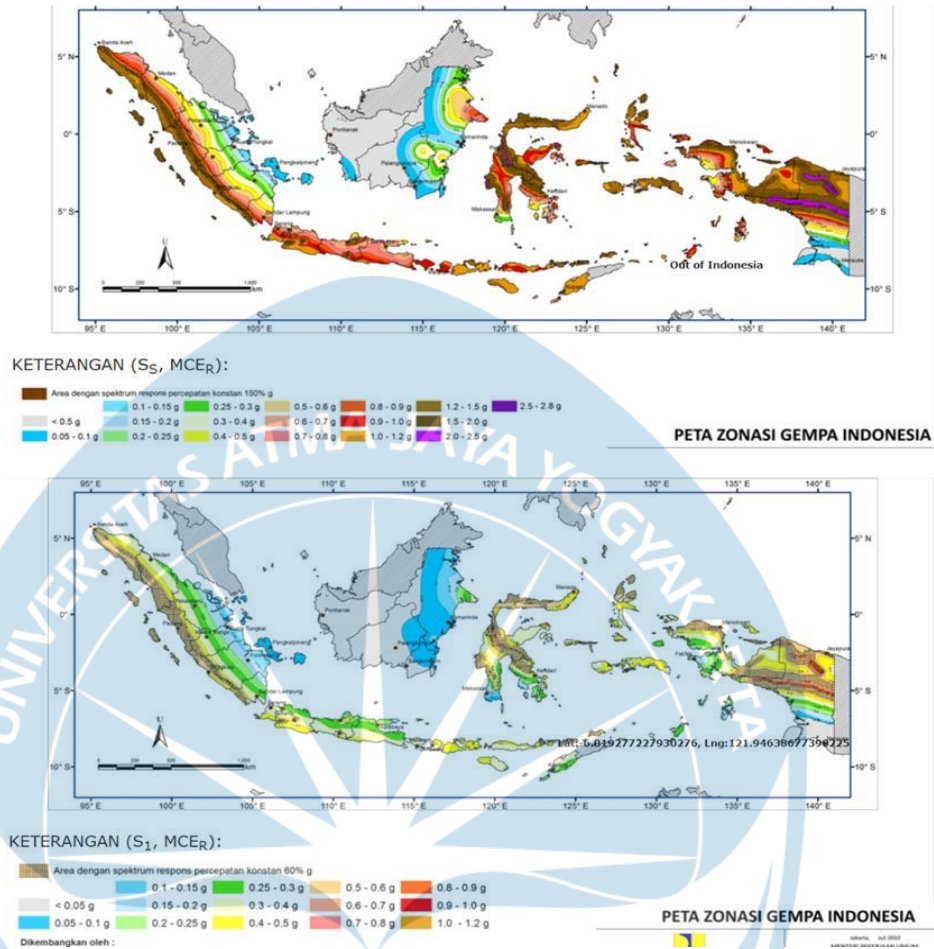
- f. Kategori desain seismic berdasarkan parameter respon percepatan pada periode  $1Sd1 = 0.607$  Kategori resiko 4 dengan kategori seismic adalah D.
- g.  $FPGA = 1,4$  situs E.
- h. Koefisien untuk batas atas pada periode  $Sd1 = 0,607$  jadi koefisien  $Cu = 1,4$ .
- i. Pada proyek gereja ini memiliki struktur dua struktur berbeda, struktur bawah (semi basement) kaku dan struktur atas (struktur diatas semi basement) lentur, sehingga diperlukan metode khusus dalam pembangunannya karena perbedaan sifat struktur atas dan bawah. Penyelesaiannya adalah dengan melakukan perhitungan sesuai buku Structural Load Determination oleh David A. Fanella halaman 450-455. Dengan menggunakan perhitungan ini maka dapat ditentukan dinding semi basement dan dinding struktur atas serta rangka bangunan yang akan dipakai. Rumus-rumus yang dipakai dan koefisien yang dipakai didapati dari ASCE 7.
- j. Untuk bagian atap digunakan atap dengan kuda-kuda baja WF yang disambung darikolom bangunan yang juga menggunakan baja WF.
- k. Pada rangka atap digunakan sambungan eksentris untuk menyambung tiap baja WF yang digunakan.
- l. Karena adanya pelat lantai yang terlalu lebar maka digunakan balok anak agar ukuran pelat lantai per petaknya tidak terlalu besar.
- m. Karena ada kolom yang tidak segaris dan balok kolom tersebut sebagian masuk ke kolom lain dan sebagian masuk ke balok maka kolom ini digeser sehingga sejajar dengan kolom lainnya.
- n. Kolom yang digunakan ialah kolom baja WF beton karena menggunakan rangka tipeportal pada bangunan sehingga menggunakan baja WF dan untuk memperkuat kolom diperlukan beton. Kolom baja WF beton di design menurut SNI 2837-2019 pasal 10.

- o. Balok didesain sesuai SNI 2847 tahun 2019 pasal 9, untuk ukuran balok akan didesain sesuai pasal 9.3.1.1.
- p. Pelat lantai menggunakan plat lantai flat slab.

## 1.7. METODOLOGI/PENDEKATAN YANG DIGUNAKAN

Metodologi/Pendekatan yang digunakan Pada Proyek Gereja Kuasi Paroki Ratu Sukatani ini sebagai berikut :

- a. Kombinasi beban terfaktor dan beban layan Pasal 4.2.2.3 SNI 1726
- b. Kondisi Tanah  
Berdasarkan SNI 1727 2020 Tabel 3.2-1 – Beban lateral rencana , termasuk dalam Nomor 13 yaitu Lempung organik dan lanau lempung, plastisitas rendah Klasifikasi jenis tanah OL
- c. Penentuan  $S_s$  dan  $S_1$   
Struktur yang dirancang harus ditetapkan percepatan batuan dasar pada perioda pendek 0.2 ( $S_s$ ) dan percepatan batuan dasar pada peridia 1 detik ( $S_1$ ) dengan dasar petak gerak tanah seismic seperti pada gambar 1.2 Peta Zonasi Gempa Indonesia



Gambar 1.2 Peta Zonasi Gempa Indonesia

Sumber : PuslitbangkimPU

Maka  $S_s = 0,75\text{ g}$ , dan  $S_1 = 0.35$

d. Klasifikasi Situs

pasal 5.3 Tabel 5 SNI-1726-2019-Termasuk Kelas situs (SE)

e. Pasal 6.2 Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER)

Didapat  $F_a = 1.3$  dan  $F_v = 2.6$  (Dihasilkan dari interpolasi)

f. Menentukan  $S_{ms}$  dan  $S_{m1}$

$$S_{ms} = F_a \cdot S_s \quad (5)$$

$$S_{ms} = 1.3 \times 0.75 = 0.975$$

$$S_{m1} = F_v \cdot S_1$$

$$S_{m1} = 2.6 \times 0.35 = 0.91 \quad (5)$$

- g. Parameter percepatan spektral desain Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, SDS dan pada periode 1 detik, SD1, harus ditentukan melalui perumusan berikut ini sesuai SNI – 1726 2019 pasal 6.3

$$S_{ds} = 2/3 * S_{ms}$$

$$S_{ds} = 2/3 \times 0.975 = 0.65$$

$$S_{d1} = 2/3 * S_{m1}$$

$$S_{d1} = 2/3 \times 0.91 = 0.607$$

- h. Kategori risiko bangunan Gedung dan nongedung untuk beban gempa Tabel 3 SNI 1726 2019 Gereja termasuk kategori risiko IV yaitu Rumah ibadah pasal 4.1.2 dengan faktor keutamaan gempa  $I_e = 1,50$

- i. Kategori Seismik desain berdasarkan parameter respon percepatan periode pendek SNI 1726-2019 pasal 6.5  $S_{ds} = 0.65$

Bisa disimpulkan bangunan kami kategori risiko 4 dan Kategori seismic adalah  $D \leq S_{DS} \leq 0,50$

- j. Kategori desain seismic berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 second SNI 1726-2019 pasal 6.5 Tabel 9

$$S_{d1} = 0.607$$

Bisa disimpulkan Kategori risiko 4 dengan kategori seismic adalah  $D \leq S_{D1} \leq 0,20$

- k.  $P_{GAm} =$

$$F_{pga} \times PGA$$

$$MCEg =$$

$$0.3G - 0.4G$$

$$P_{GAm} = 0.4 \times 1.4$$

$$= 0.56$$

- l.  $F_{PGA} = 1,4$  situs E ada table 10 SNI 1726 2019 Pasal 6.7.3

- m. Koefisien untuk batas atas pada periode dihitung pada table 17, SNI 1726 2019  $S_{d1} = 0,607$  jadi koefisien  $C_u = 1,4$

- n. Kelas Situs E



- $S_s = 0,75S_1 = 0,35$

$$F_a = 1,3$$

$$F_u = 2,6$$

$$S_{ms} = 0,975$$

$$S_{mi} = 0,91$$

$$S_{Ds} = 0,65$$

$$S_{Di} = 0,607$$

- $S_{Ds} \rightarrow S_{DC} \rightarrow D$

$$S_{Di} \rightarrow S_{DC} \rightarrow D$$

Karena terdiri dari struktur bawah dan struktur atas maka bangunan dapat dihitung dengan dua sistem struktur yang berbeda. Perhitungan ini didasarkan pada buku David A. Fanella yang berjudul *Structural Load Determination* dengan perhitungan sebagai berikut:

- Upper Portion

Pada bagian atas bangunan harus dihitung sesuai dengan pasal 12.8.2.1 pada ASCE 7-10 termasuk dalam struktur tipe Concrete moment-resisting forces dan nilai  $C_t$  0,016  $(0,0466)^a$  dan  $x$  0,9. Pada bagian ini periode seluruh struktur hasil simulasi aplikasi etabs tidak boleh melebihi 1,1 kali lipat periode struktur atas.

$$T_a = C_t (h_n)^x$$

$$h_n = 18,27 \text{ m} \rightarrow 63,2217878 \text{ ft}$$

$$T_a = 0,016 (63,2217878)^{0,9} = 0,66819 \text{ second}$$

$$0,66819 \times 1,1 = 0,73501 \text{ second}$$

berdasarkan simulasi etabs, periode seluruh struktur = 0,64

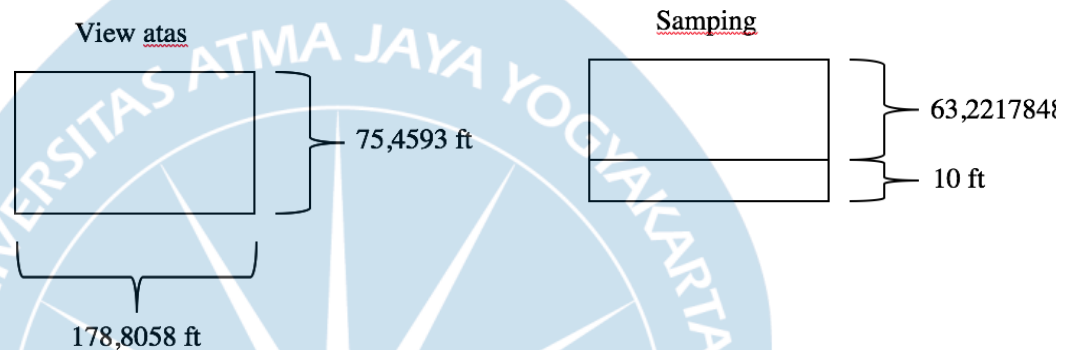
second

$$0,64 < 0,73501 \text{ (memenuhi)}$$



- Lower Portion

Pada bagian bawah bangunan ini harus ditentukan dulu dimensi bangunan seperti panjang, lebar, dan tinggi mengikuti cara pada buku David A. Fanella yang berjudul *Structural Load Determination* seperti pada Gambar 1.11. Setelah itu struktur bawah harus dihitung sesuai dengan pasal 12.8-9 dan pasal 12.8-10 pada ASCE 7-10 seperti pada Gambar 1.2. lalu bangunan dihitung dengan arah N-S (North South) dan E-W (East West) sehingga dapat melihat berapa periode struktur bawah bangunan.



Gambar 1.2 Contoh Penentuan Dimensi Struktur Atas dan Bawah  
 Sumber: Structural Load Determination: 2018 and 2021 IBC and ASCE/SEI 7-16

Perhitungan untuk struktur bawah adalah sebagai berikut:

$$T_a = \frac{0,0019 \cdot \#n}{\sqrt{C_w}} h_n$$

$$C_w = \frac{100}{A_b} \sum_{i=1}^x \left( \frac{h_n^2}{h_i} \right)$$

- N-S

$$A_B = 13492,5605 \text{ ft}^2$$

$$h_n = 10 \text{ ft}$$

$$A_i = \frac{10}{12} \times 75,4593 = 62,8827 \text{ ft}^2$$

$$D_i = 75,4593 \text{ ft}$$

$$c_w = \frac{2 \times 100}{13492,5605} \times \frac{62,88275}{8190,832} = 0,918718$$

$$T_a = \frac{0,0019 \times 10}{\sqrt{0,918718}} = 0,0198 \sim 0,02$$

- E-W

$$A_B = 13492,5605 \text{ ft}^2$$

$$h_n = 10 \text{ ft}$$

$$A_i = \frac{10}{12} \times 178,8058 = 149,00483 \text{ ft}^2$$

$$D_i = 178,8058 \text{ ft}$$

$$c_w = \frac{2 \times 100}{13492,5605} \times \frac{149,00483}{8190,832} = 2,20298$$

$$T_a = \frac{0,0019 \times 10}{\sqrt{2,20298}} = 0,01$$

Hasil perhitungan struktur bawah menunjukkan bahwa periodenya dalam arah N-S maupun E-W memiliki periode yang sangat kecil. Ini menunjukkan bahwa struktur dapat di desain dengan struktur atas dan bawah yang berbeda

Setelah itu perlu ditentukan jenis struktur atas dan bawah. Penentuan jenis struktur atas dan bawah lalu ditentukan oleh nilai koefisien R struktur atas dibagi nilai koefisien R struktur bawah yang nilainya harus sesuai dengan Tabel 12.2-1 ASCE 7-16 seperti pada hasil baginya harus satu atau lebih. Lalu juga diperlukan hasil bagi nilai p struktur atas dibagi struktur bawah yang hasilnya harus satu atau lebih. Nilai p ini dapat ditentukan berdasar pasal 12.3.4.1 ASCE 7-16

12.3.4.1 Conditions Where Value of  $p$  is 1.0. The value of  $p$  is permitted to equal 1.0 for the following:

1. Structures assigned to Seismic Design Category B or C.
2. Drift calculation and P-delta effects.
3. Design of nonstructural components.
4. Design of nonbuilding structures that are not similar to buildings.
5. Design of collector elements, splices, and their connections for which the load combinations with overstrength factor of Section 12.4.3.2 are used.
6. Design of members or connections where the load combinations with overstrength of Section 12,4.3.2 are required for design.
7. Diaphragm loads determined using Eq. 12.10-1.
8. Structures with damping systems designed in accordance with Section 18.

Upper = Intermediate reinforced masonry shear wall |  $R = 3,5$

Lower = Ordinary Precast shear wall |  $R = 3$

R atas/ R bawah=  $3,5/3 = 1,16$  (memenuhi)

Upper : untuk SDC  $D \Rightarrow P = 1$

Lower : untuk SDC  $D \Rightarrow P = 1$

$1/1=1$  (memenuhi)

Maka digunakan dinding susunan bata pada struktur atas dan dinding precast pada struktur bawah bangunan.

