

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Dalam tugas akhir ini desain penelitian yang digunakan adalah penggunaan software ETABS 2020 untuk melakukan analisis dinamik terhadap beban gempa. Proses analisis melibatkan pemodelan gedung dalam tiga dimensi, termasuk kolom, balok, pelat lantai, pelat atap, plat tangga, dan komponen struktur gedung lainnya, di dalam software tersebut. Setelah pemodelan selesai, dilakukan analisis terhadap perpindahan (*displacement*), simpangan (*drift*), dan gaya geser dasar (*base Shear*). Dengan mengetahui nilai simpangan, dapat dievaluasi kinerja struktur berdasarkan kinerja batas layan, kinerja batas ultimit, dan tingkat kinerja struktur yang ditetapkan oleh ATC-40.



Gambar 3.1 Vissual Desain 3D Gedung Mother and Child Health Care Center RSUP

Dr.Hasan Sadikin

*Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health
Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung*

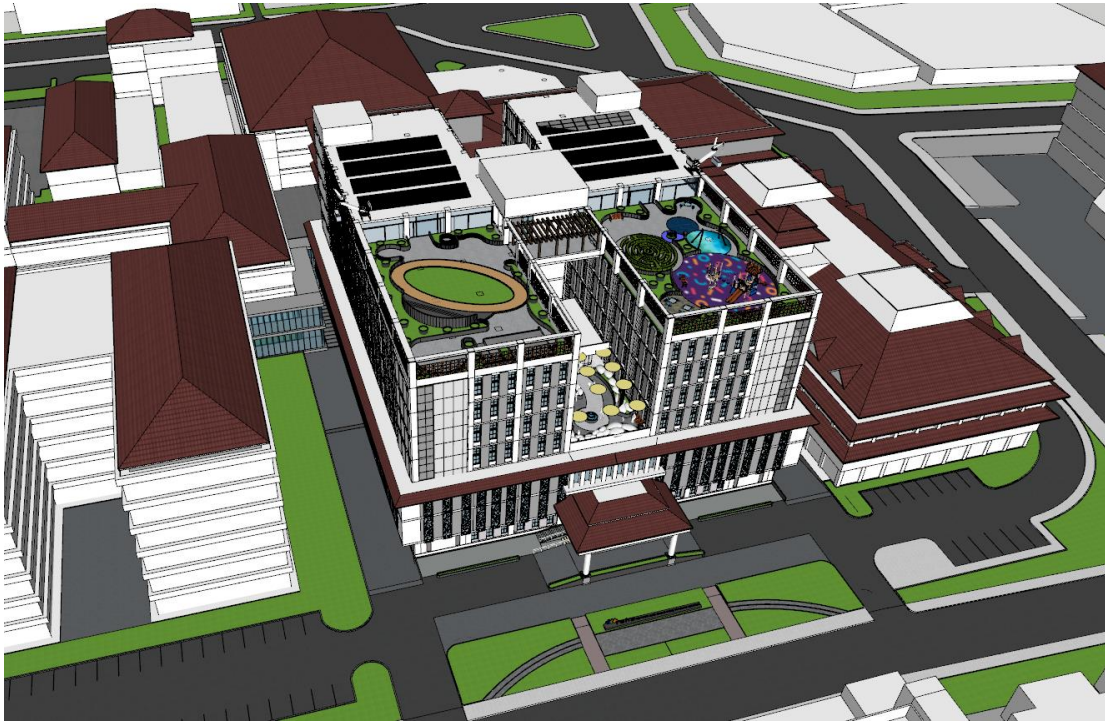
Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN
SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.2 Siteplan 2D

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Bandung

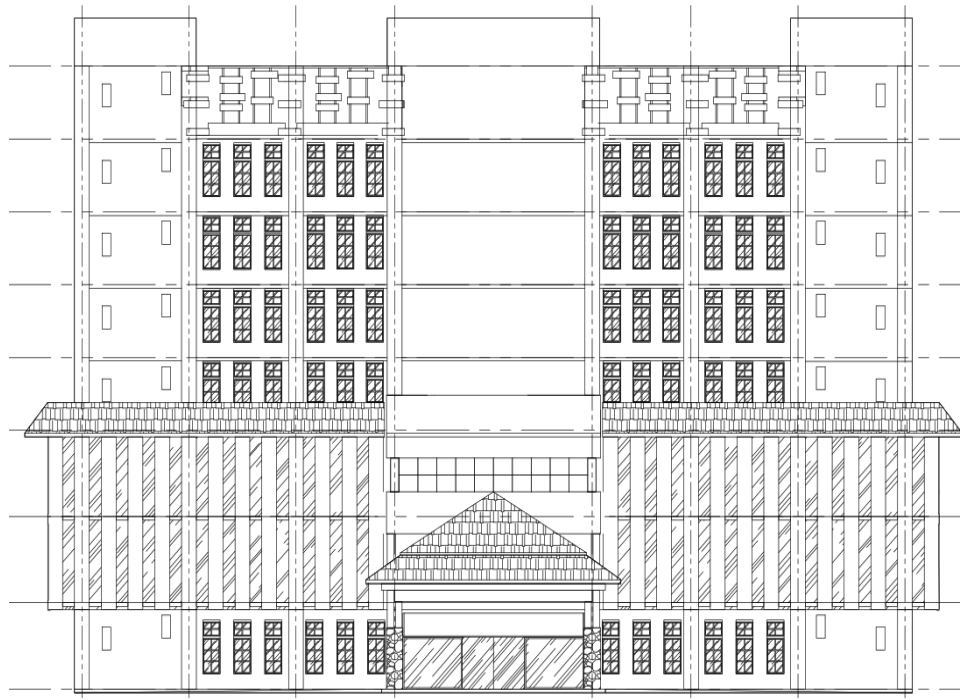


Gambar 3.3 Denah 3D Siteplan

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.4 Tampak Depan

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian terhadap Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin ini berlokasi di Jl. Pasteur No.38, Pasteur, Kec. Sukajadi, Kota Bandung, Jawa Barat. Lokasi penelitian ini memiliki batasan pada sisi timur dengan Jl. Rumah Sakit dan selatan dengan Gedung Farmasi, sisi barat dengan Central Operating Theatre Building dan bagian utara proyek berbatasan dengan Paviliun Parahyangan Building. Peta lokasi proyek dapat dilihat dalam gambar 3.5.

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.5 Lokasi Proyek

Sumber: Google Earth

Penelitian ini akan menggunakan studi kasus struktur beton bertulang Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung, yang terdiri dari 8 lantai.

3.3 Instrumen Penelitian

3.3.1 Data Teknis Proyek dan Forcon Drawing

Data teknis proyek Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung, adalah sebagai berikut:

1) Data Teknis Arsitektur

Lokasi	: Jl. Pasteur No.38, Pasteur, Kec. Sukajadi, Kota Bandung, Jawa Barat
Luas daerah perencanaan	: 5.794 m ²
Luas Bangunan	: 26.788 m ²

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tinggi total Bangunan : 31,8 m

Fungsi Bangunan : Rumah Sakit Ibu dan Anak

Tabel 3.1 Deskripsi Struktur Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

LANTAI	FASILITAS	FASUM/FASOS
Lantai 1	Lobby, Conference Room, Lab IVF, Lab Stem Cell, Public Area	Mushola, ICT Room, Public Toilet, In Vitro Fertilization, Stem Cell Lab, Conference Room, Lobby Area, Public Area, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.
Lantai 2	NICU, NHCU, PICU, PHCU	NICU, NHCU, Penunjang Medis, PICU, PHCU, Alur Kotor, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.
Lantai 3	NICU, NHCU, NSCU, Hybrid Operating Room, Delivery Room	Regional NICU, Fethal Therapy, NICU, NHCU, NSCU, Hybrid Delivery Room, Penunjang Medis, High Risk Delivery Room, Low Risk Delivery Room, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.
Lantai 4	MICU, MHCU, Rg.Rawat Inap Anak, Healing Garden, Musholla	MICU, MHCU, Ruang Tindakan, Penunjang Medis, Infectious Pediatric Ward, Healing Garden, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum, Sleep Hub, R.Tunggu, Mushola.
Lantai 5	Rg. Rawap Inap Ibu dan Anak	Isolasi, Ruang Tindakan, Penunjang Medis, Obsetric Ward & Non Infectious Pediatric Ward, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.
Lantai 6	Rg. Rawap Inap Ibu dan Anak	Isolasi, Ruang Tindakan, Penunjang Medis, Gynecology Ward & Pediatric Surgical Ward, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.
Lantai 7	Rg. Rawap Inap, Dynamic Workspace	Isolasi, Ruang Tindakan, Penunjang Medis, Woman Surgical Ward, Pediatric Department Dynamic Workspace, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.
Lantai 8	Dynamic Workspace, Healing Garden	Obsetric & Gyneacology Department Dynamic Workspace, Healing Garden, Lift Service & Petugas Medis, Lift Umum.

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

2) Data Teknis Bangunan (Struktur)

Data yang tercantum berpacu pada gambar desain perencanaan yang dirancang oleh Konsultan Perencana Struktur data teknis struktur sebagai berikut :

Fungsi	: Rumah Sakit Ibu dan Anak
Jumlah Lapis	: 9 (Sembilan) lapis
Tinggi Antar Lantai	: 4,5 m (Lt 1 – 3) 3,8 m (Lt 4 – 8)
Tinggi total Bangunan	: 31,8 m
Sistem Pondasi	: Pondasi Bored Pile dan Pile Cap
Mutu Beton	: Beton f'c 35 MPa
Mutu Baja	: fy 420 MPa

Tipe elemen struktur Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung:

Tabel 3.2 Tebal Struktur Plat

Tipe Plat	Tebal Plat (mm)
S1A	350
S1	250
S2	170
S3	130
S4	150

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

Tabel 3.3 Dimensi Struktur Kolom

Tipe Kolom	Range Lantai	Dimensi (mm)
------------	--------------	--------------

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tipe Kolom	Range Lantai	Dimensi (mm)
K1	1 - 3	1000 x 1000
	4 - 6	900 x 900
	7 - 8	800 x 800
K2	1 - 3	900 x 900
	4 - 6	800 x 800
	7 - 8	700 x 700
K3	1 - 4	400 x 700
	5 - 8	300 x 600

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

Tabel 3.4 Dimensi Struktur Balok

Range Lantai	Tipe Balok	Dimensi (mm)
1 - 4	B1 - 5	300 x 400
	B6 - 11	300 x 500
	B12 - 19	300 x 600
	B20 - 26	400 x 700
	B27 - 35	450 x 800
	B36	600 x 1000
	LB1	400 x 600
5 - 8	B1	300 x 400
	B2 - 7	300 x 500
	B8 - 15	300 x 600
	B16 - 22	400 x 700
	B23 - 32	450 x 800
	LB1	400 x 600
Atap	B1	300 x 400
	B2 - 7	300 x 500
	B8 - 15	300 x 600
	B16 - 22	400 x 700
	B23 - 32	450 x 800
	LB1	400 x 600

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.5 Mutu Baja Tulangan

Jenis Baja	Kuat Leleh	Diameter
Ulir	420 MPa	D10, D13, D19, D22

Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

Tabel 3.6 Mutu Beton

Jenis	Kuat Tekan
Balok	35 MPa
Plat Lantai	35 MPa
Plat Atap	35 MPa
Kolom	35 MPa
Dinding Geser	35 MPa

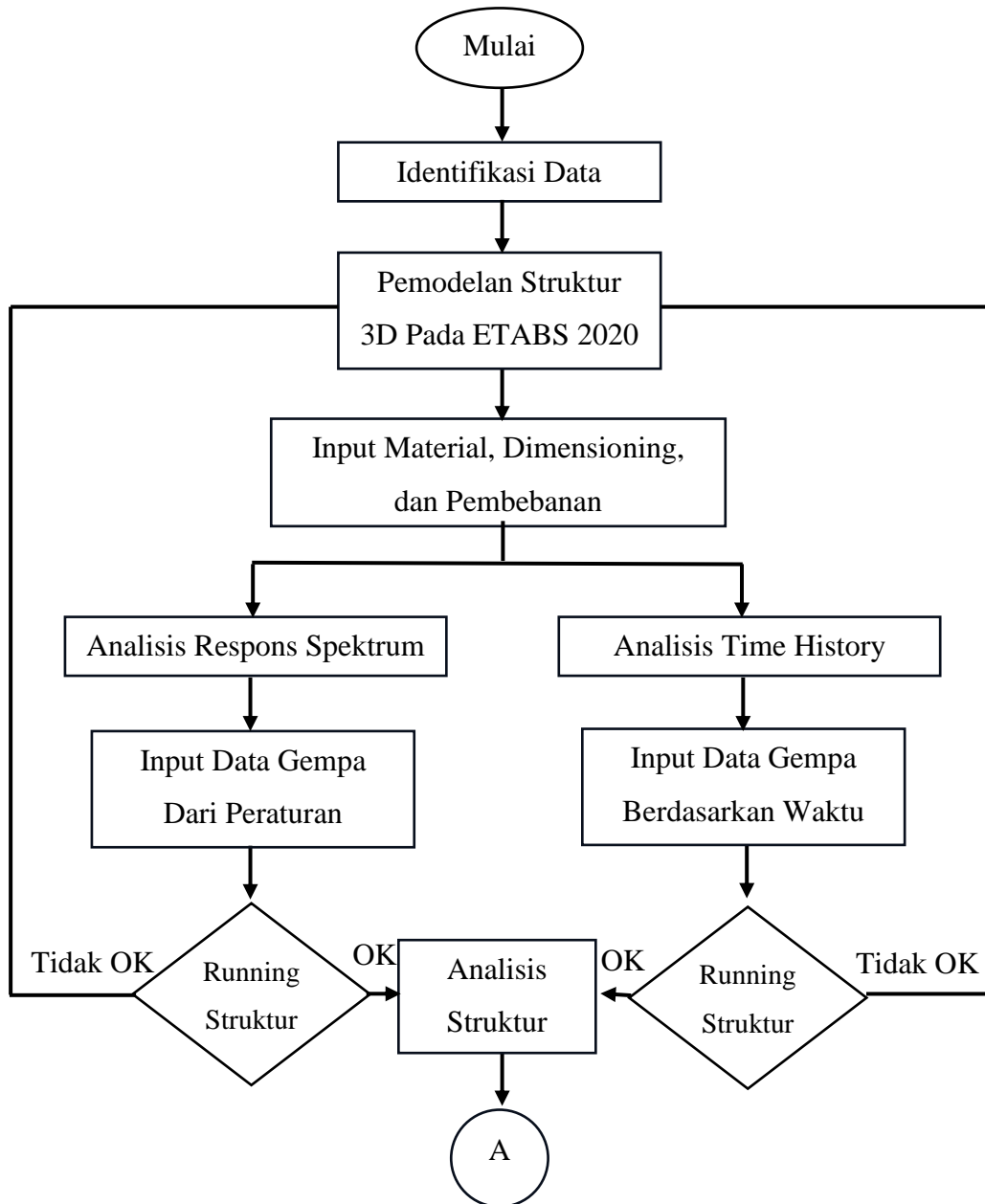
Sumber: Data Dokumentasi Proyek Pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Hasan Sadikin, Bandung

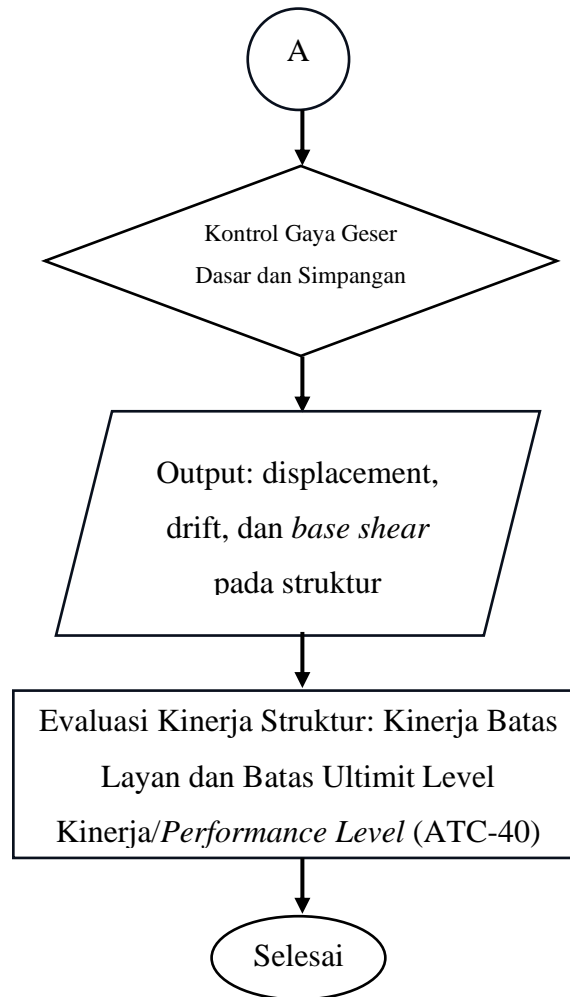
3.3.2 ETABS 2020

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan program ETABS 2020 untuk beberapa keperluan, termasuk pembuatan atau perubahan model 3D, melakukan analisis, merancang/mendesain, dan mengoptimalkan desain sesuai dengan sistem penahan gaya gempa yang telah dipilih. Program ini menghasilkan keluaran berupa besaran numerik dan tampilan grafis yang mencakup hasil analisis gaya-gaya elemen atau tegangan, desain struktur baja atau beton, serta perpindahan (displacement) yang dapat diketahui secara langsung.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Diagram Alir





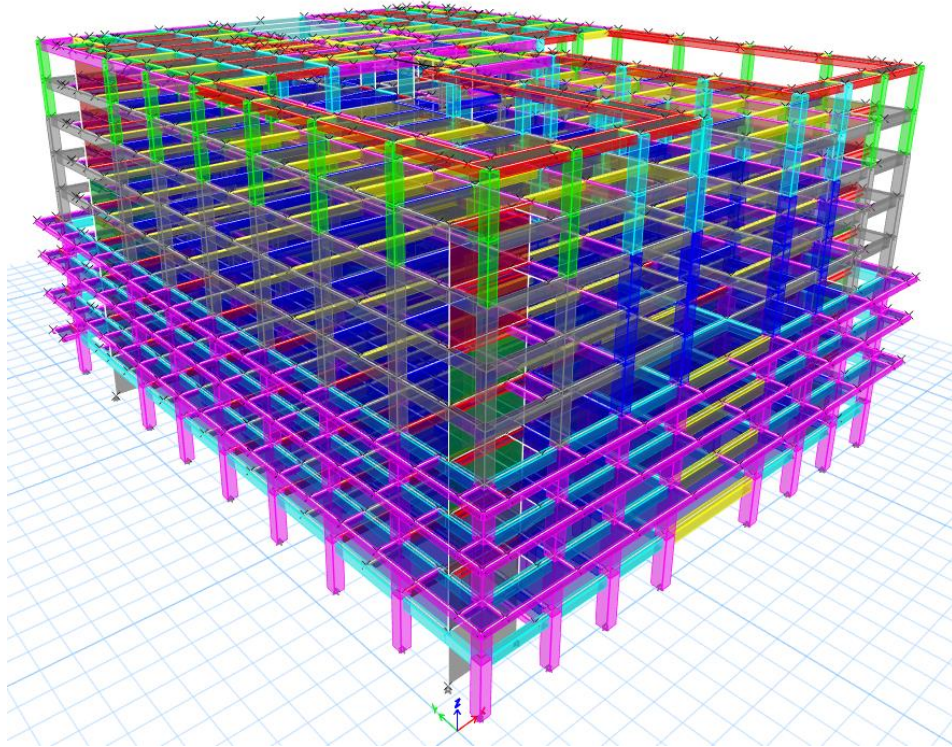
3.4.2 Identifikasi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang terdiri dari data teknis proyek dan forcon drawing Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin di Bandung. Data ini digunakan sebagai referensi untuk pemodelan struktur 3D yang kemudian dianalisis menggunakan software ETABS 2020. Data tersebut diperoleh dari instansi terkait, yaitu JV PP-Adhi, yang merupakan kontraktor pembangunan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Bandung.

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.4.3 Pemodelan Struktur 3D dengan ETABS



Gambar 3.6 Pemodelan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Bandung format 3D dengan ETABS

Sumber: Software ETABS 2020

Dalam program ETABS 2020, hasil analisis dan desain dapat diterapkan pada sebagian atau seluruh elemen struktur. Program ini menyediakan empat fasilitas utama untuk keperluan tersebut, yaitu pembuatan model struktur, modifikasi model, analisis struktur, dan perancangan/desain struktur. Dengan menggunakan program ini, pengguna dapat membuat model struktur, melakukan modifikasi jika diperlukan, melakukan analisis terhadap struktur, dan mendesain struktur berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.4.4 Input Pembebanan

Dalam analisis struktur ini, digunakan beberapa jenis pembebanan berdasarkan pedoman yang relevan. Untuk pembebanan gempa, digunakan SNI 1727-2020 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

Berikut adalah jenis-jenis pembebanan yang digunakan dalam analisis struktur ini:

1) Beban Mati (Dead Load)

Dalam pemodelan menggunakan program ETABS 2020, beban mati (dead load) dihitung secara otomatis berdasarkan berat sendiri elemen struktur, seperti kolom, balok, dan pelat lantai. Berat sendiri elemen struktur ini dimasukkan ke dalam load case "dead" dengan nilai satu. Dengan demikian, program ETABS 2020 akan menghitung beban mati berdasarkan berat sendiri elemen struktur tersebut.

Namun, terdapat juga berat sendiri yang tidak dapat dimodelkan secara tepat dalam program ETABS 2020. Beban mati ini termasuk dalam load case "super dead" dengan perhitungan yang diberikan nilai 0. Meskipun tidak dapat dimodelkan secara detail, nilai beban mati tersebut tetap diperhitungkan dalam analisis struktur secara keseluruhan.

Tabel 3.7 Beban Mati Tambahan

	Komponen	Beban	
		kg/m ²	kN/m ²
Plat Lantai	Ubin keramik atau quarry (19 mm) di atas lapisan mortar 13 mm	77	0.77
	Plafond+Penggantung	48	0.48

	Komponen	Beban	
		kg/m ²	kN/m ²
	ME	19	0.19
	Total	144	1.44
Plat Atap	Plafond+Penggantung	48	0.48
	Waterproofing	7	0.07
	ME	19	0.19
	Total	74	0.74
Dinding	Hebel, Tebal 125 mm	115.6	1.156

Sumber : SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain

2) Beban Hidup

Dalam program ETABS 2020, beban hidup (live load) diidentifikasi dengan notasi "live". Beban hidup ini mendapatkan reduksi dari beban gempa. Namun, perlu diperhatikan bahwa beban hidup tidak terinput secara otomatis pada program ini. perhitungan beban hidup dalam program ETABS 2020 biasanya dilakukan secara manual dengan memasukkan data sesuai dengan standar yang berlaku. Berdasarkan PPURG 1987, berikut adalah data yang perlu dimasukkan secara manual untuk beban hidup:

Tabel 3.8 Pembebanan beban hidup

Fungsi	Beban	
	kg/m ²	kN/m ²
Ruang operasi, laboratorium	287	2.87
Ruang pasien	192	1.92
Koridor diatas lantai pertama	383	3.83
Atap vegetatif dan atap lansekap untuk tempat berkumpul	470	4.7
Atap datar, berbubung, dan lengkung	96	0.96

Sumber : SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain

3) Beban Gempa

Dalam perencanaan Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin, Bandung, dilakukan evaluasi dinamik menggunakan metode Respon Spektrum dan Analisis Respons Riwayat Waktu (Time History). Beban gempa yang digunakan sesuai dengan persyaratan dan kriteria Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726:2019).

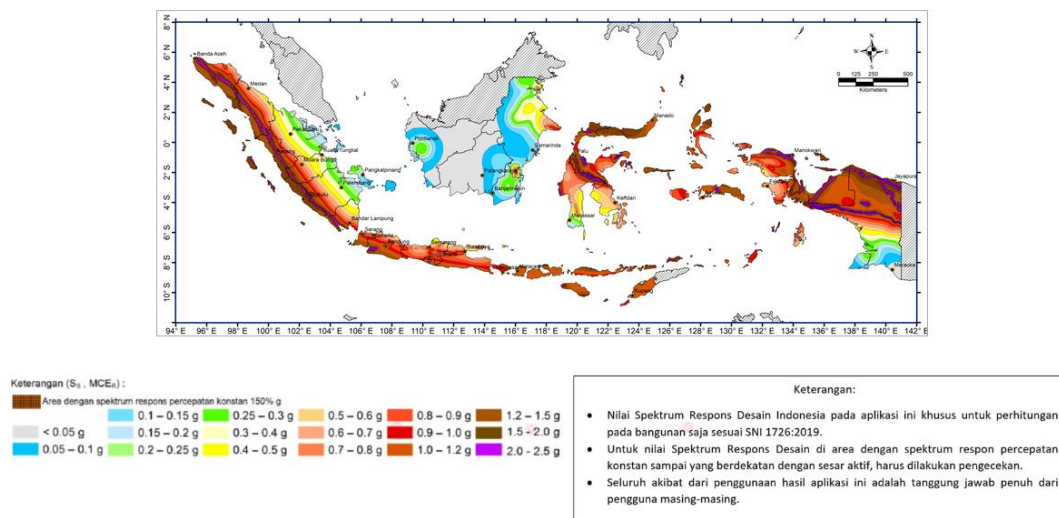
a) Analisis Respons Spektrum

Dalam analisis respons spektrum, langkah pertama adalah menentukan kategori risiko struktur, parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek dan periode 1 detik, serta kelas situs tanah berdasarkan karakteristik permukaan tanah. Setelah itu, ditentukan parameter dan koefisien situs yang memperhitungkan respons spektral percepatan gempa maksimum yang sesuai

dengan resiko target (MCER), dan langkah terakhir adalah menentukan respons desain.

Kurva respons spektrum desain untuk menentukan nilai parameter percepatan gempa batuan dasar pada periode pendek (SDS) dan periode 1 detik (SD1) dapat diakses melalui program yang disediakan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada situs web berikut ini:

<http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia 2011/>



Gambar 3.7 Peta Zonasi Gempa Indonesia

Sumber: Desain Spektra Puskim PU

1) Kategori Resiko Struktur

Berdasarkan SNI 1726-2019, Gedung Mother and Child Health Care Center Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin di Bandung, yang berfungsi sebagai rumah sakit dengan fasilitas unit gawat darurat, termasuk dalam kategori risiko IV.

2) Parameter Percepatan Gempa Bantuan Dasar

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (SDS) dan periode 1 detik (SD1) untuk daerah Bandung, Jawa Barat, ditentukan

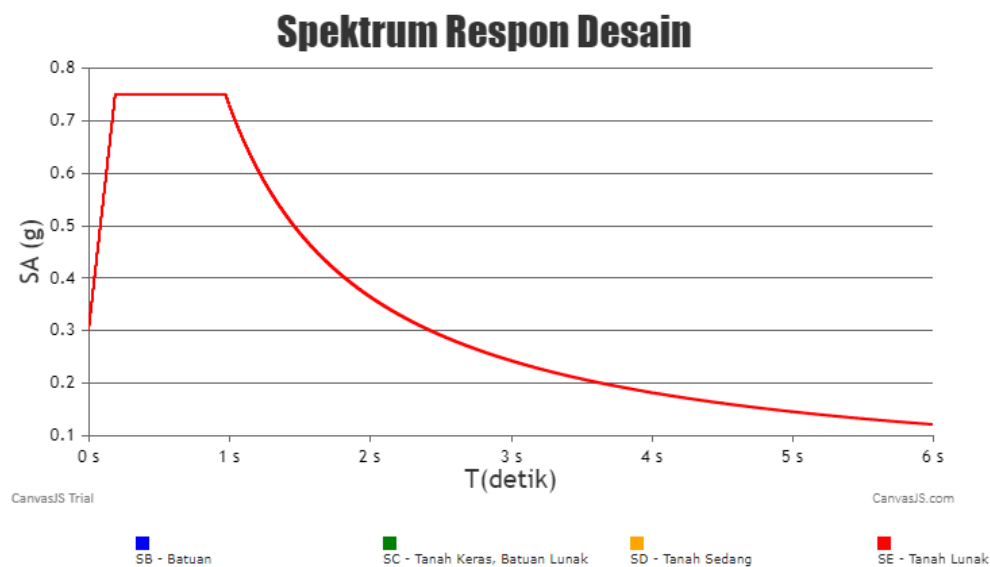
Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

melalui grafik respons spektrum desain Puskim PU. Untuk memberikan nilai yang akurat, diperlukan data yang spesifik dari grafik tersebut. Namun, sebagai referensi umum, SDS dan SD1 untuk daerah Bandung dapat dicari dalam grafik respons spektrum desain Puskim PU yang disediakan oleh pihak berwenang atau lembaga terkait. Grafik ini memberikan nilai SDS dan SD1 berdasarkan karakteristik gempa dan kekakuan struktur yang relevan dengan daerah Bandung. Berikut merupakan grafiknya:

Tabel 3.9 Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek SDS) dan pada periode 1 detik (SD1)

S _s	: 1.1209	S ₁	: 0.4928
F _a	: 1.0275	F _v	: 2.2144
SDS	: 0.7678	SD1	: 0.7275
SMS	: 1.1517	SM1	: 1.0913



Gambar 3.8 Grafik Respons Spektra

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Sumber: Aplikasi Peta Gempa dan Respons Spektra 2019,(C) ESRC-PUSGEN - PUSKIM PUPR,2019-2020

3) Klasifikasi Situs

Prosedur yang diperlukan adalah untuk mengklasifikasikan suatu situs dengan tujuan memberikan kriteria desain seismik yang mencakup faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam rangka merumuskan kriteria desain seismik bangunan di permukaan tanah atau menentukan tingkat amplifikasi percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs tertentu, situs tersebut harus menjalani proses klasifikasi terlebih dahulu.

Proses penentuan kelas situs melibatkan penyelidikan tanah di lapangan dan di laboratorium, yang melibatkan minimal pengukuran independen dari dua dari tiga parameter tanah. Jika data tanah tidak tersedia, diasumsikan bahwa tanah di lokasi tersebut adalah jenis tanah lunak. Untuk Gedung Mother and Child Health Care Center di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin Bandung, kelas situs yang diketahui adalah SE (tanah lunak) berdasarkan data tanah setempat.

4) Kategori Desain Seismik

Menurut standar SNI 1726-2012, dengan menggunakan nilai SDS atau SD1, Gedung Mother and Child Health Care Center di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin Bandung termasuk dalam kategori risiko desain seismik D.

5) Faktor Keamanan Bangunan (I)

Faktor keutamaan bangunan gedung Gedung Mother and Child Health Care Center di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin Bandung, dengan memperhatikan nilai kategori risiko struktur yang sesuai berdasarkan SNI 1726-2019, ditentukan sebesar 1,5.

6) Koefisien Modifikasi Respon (R), Faktor Amplifikasi Defleksi (Cd), dan Faktor Kuat Lebih (Ω_0)

Berdasarkan SNI 1726-2019, untuk sistem struktur bangunan gedung ini yang termasuk dalam sistem rangka pemikul momen (rangka beton bertulang pemikul momen khusus), nilai koefisien modifikasi respon dapat ditentukan. Dalam hal ini, besarnya nilai faktor reduksi gempa (R) adalah 8, faktor koefisien dinamik (C_d) adalah 5,5, dan parameter Ω_0 adalah 3.

b) Analisis Respons Riwayat Waktu (Time History)

Dalam analisis ini, gaya gempa yang digunakan sebagai acuan diambil dari percepatan maksimum permukaan tanah (PGA) yang berasal dari setidaknya tiga gerakan tanah yang relevan. Untuk memodifikasi percepatan gempa yang dipilih, dilakukan skalasi rekaman gempa menggunakan persamaan yang sesuai.

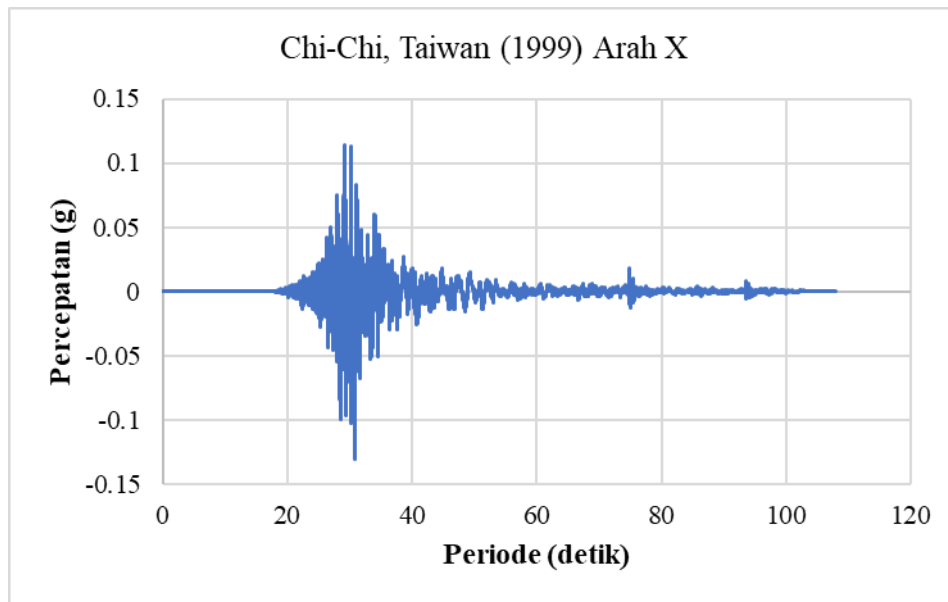
Berdasarkan zona potensial sumber seismik (seperti sesar dan megathrust), Bandung memiliki magnitudo gempa sebesar 6,5 - 7,6, dengan rata-rata jarak titik gempa berkisar antara 75 km hingga 150 km. Oleh karena itu, tiga data rekaman gempa yang diambil dari website NGAWEST.PEER terhadap gempa di Bandung dipilih sebagai berikut:

Tabel 3.10 Ground Motion untuk Perhitungan Analisis Time History

No.	Tempat	Stasiun	Tahun	<i>Magnitude</i>
1	Taiwan	Chi-CHi	1999	6,2
2	Jepang	Toyokoro	2003	7,37
3	Jepang	Furukawa	2005	7,2

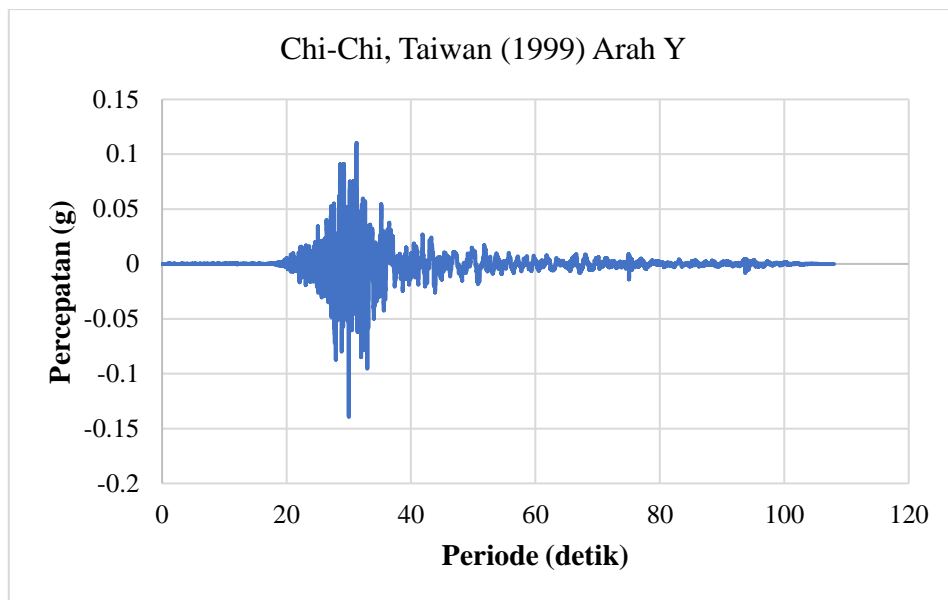
Sumber : NGA-West & NGA-Sub

Data ground motion yang diambil dari website NGAWest.Peer, yang merupakan data asli tanpa skalasi terhadap gempa Bandung, dapat ditemukan pada Gambar 3.9 hingga Gambar 3.14.



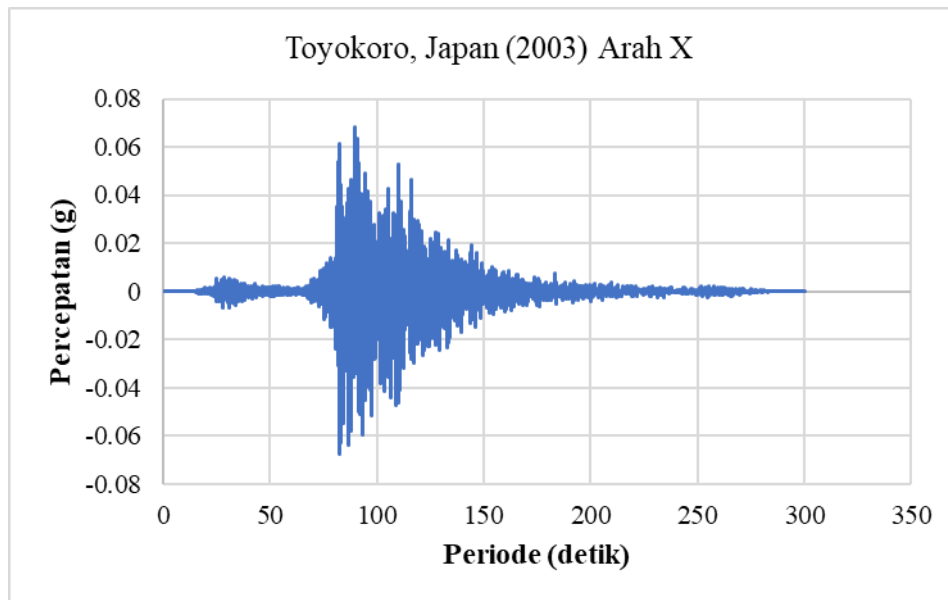
Gambar 3. 9 Ground Motion Gempa Chi-Chi Arah X

Sumber : NGA-West & NGA-Sub



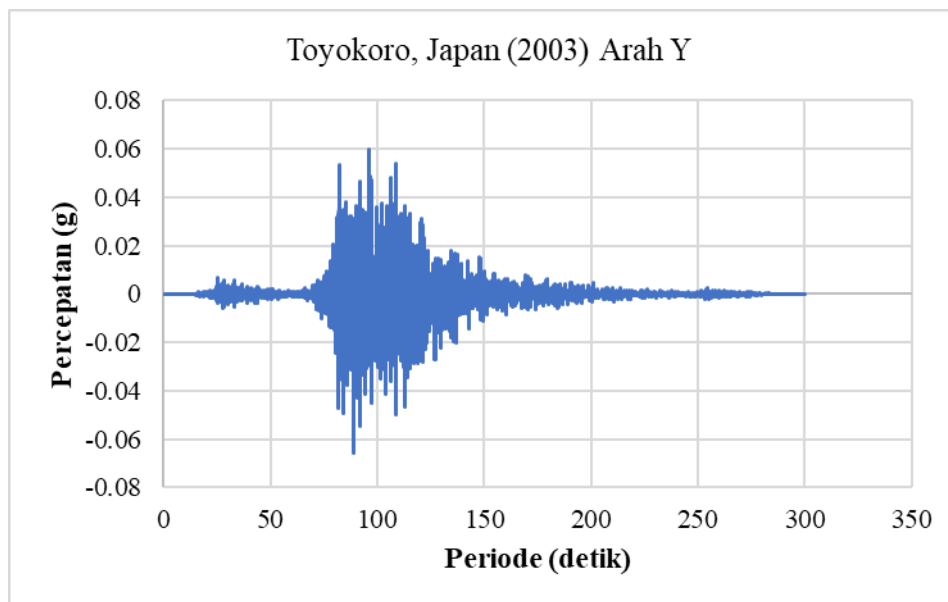
Gambar 3. 10 Ground Motion Gempa Chi-Chi Arah Y

Sumber : NGA-West & NGA-Sub



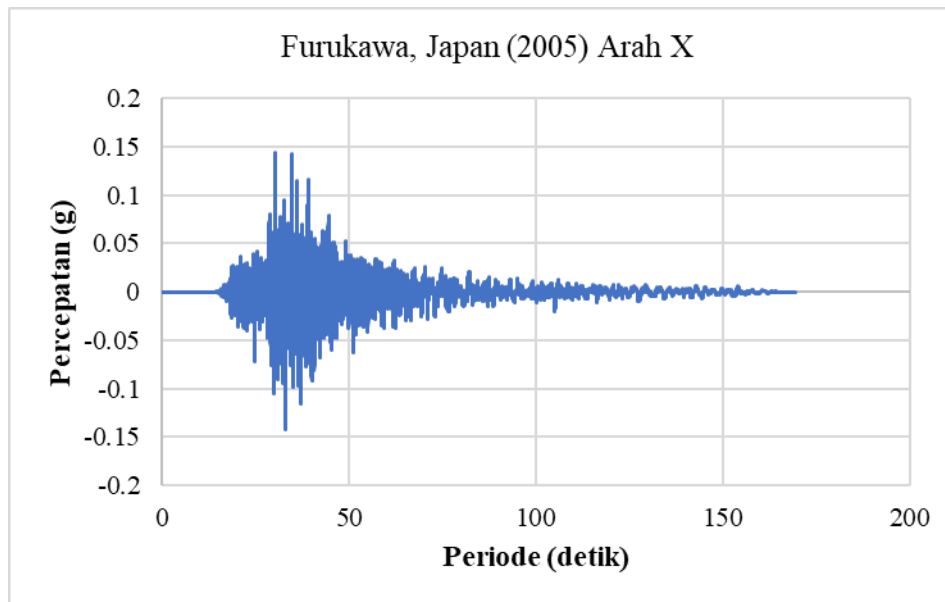
Gambar 3. 11 Ground Motion Gempa Toyokoro Arah X

Sumber : NGA-West & NGA-Sub



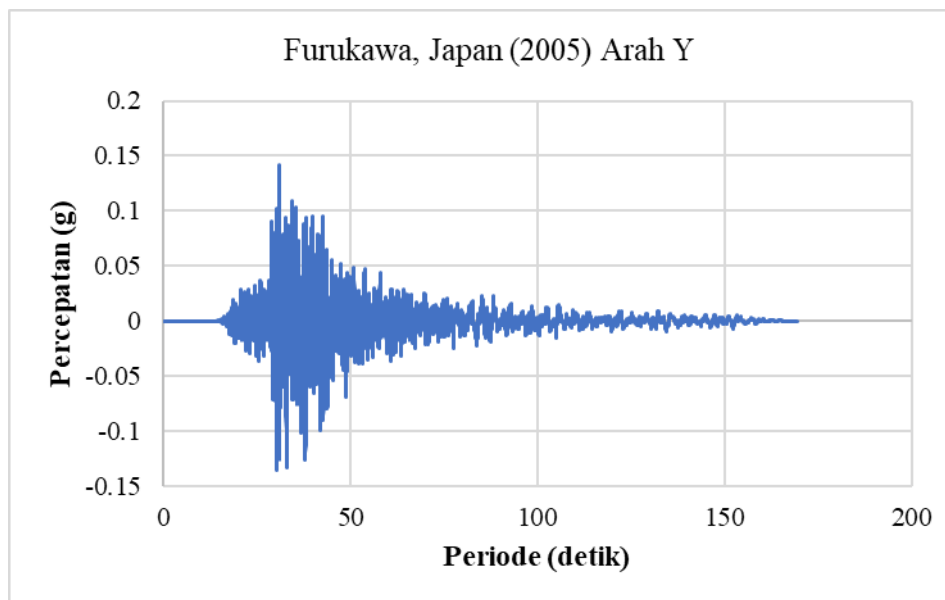
Gambar 3. 12 Ground Motion Gempa Toyokoro Arah Y

Sumber : NGA-West & NGA-Sub



Gambar 3. 13 Ground Motion Gempa Fukurawa Arah X

Sumber : NGA-West & NGA-Sub



Gambar 3. 14 Ground Motion Gempa Fukurawa Arah Y

Sumber : NGA-West & NGA-Sub

Hasil analisis time history yang dilakukan menggunakan ETABS 2020 menjadi acuan dalam menentukan kriteria kinerja struktur. Kriteria kinerja ini melibatkan respons struktur terhadap gempa, seperti simpangan (drift) dan simpangan antar lantai (interstory drift). Analisis ini menggunakan metode spektrum kapasitas (ATC40) untuk mengevaluasi performa struktur.

3.4.5 Running Pemodelan Struktur

Tahap ini dilakukan setelah selesai memodelkan struktur bangunan dan melakukan simulasi untuk mengevaluasi apakah kondisi bangunan yang dimodelkan memenuhi persyaratan keamanan. Visualisasi hasil analisis dapat dilihat pada ETABS 2020. Jika struktur gedung tidak mencapai tingkat kekuatan yang diperlukan untuk menahan beban, elemen struktur akan ditandai dengan warna merah, dan perlu dilakukan pengecekan terhadap dimensi elemen struktur yang terpasang.

Secara ideal, elemen struktur yang mencapai tingkat kekuatan yang diperlukan akan ditampilkan dalam rentang warna biru muda hingga kuning. Pada kondisi ini, elemen struktur dapat melanjutkan analisis respons spektrum dan time history.

3.5 Analisis Data

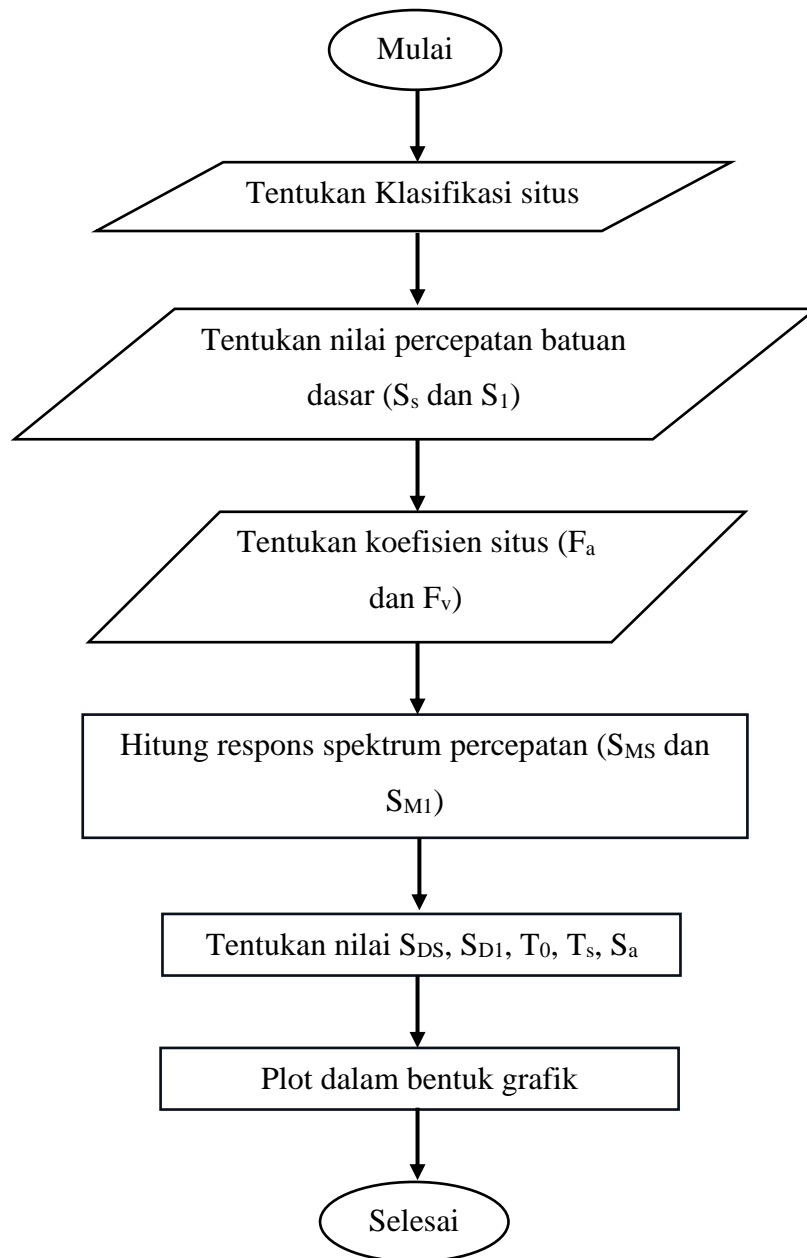
3.5.1 Analisis Dinamik Respons Spektrum

Analisis dinamik menggunakan metode respons spektrum dalam program ETABS 2020 memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai gaya geser dasar dan simpangan. Proses perhitungan analisis spektrum respon dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- 1) Analisis statik: Dilakukan untuk mendapatkan prategang di bawah gravitasi, yang merupakan kondisi beban struktur saat tidak terjadi gempa.
- 2) Analisis modal: Menggunakan metode modal untuk menentukan mode-mode getar utama struktur dan frekuensi-frekuensi terkait.

- 3) Analisis spektrum respon titik tunggal: Dengan menggunakan respons spektrum, nilai percepatan gempa dirancang untuk setiap mode getar dan digunakan untuk menghasilkan gaya geser dasar yang akan bekerja pada struktur.
- 4) Modal ekspansi: Dilakukan untuk menggabungkan sumbangan dari setiap mode getar terhadap respons total struktur.
- 5) Kombinasi modal: Menggabungkan respon struktur dari beberapa mode getar yang terlibat dengan menggunakan kombinasi linier tertentu.
- 6) Hasil pasca-pemrosesan: Melibatkan analisis dan interpretasi terhadap hasil akhir, seperti simpangan dan gaya geser pada elemen struktur.

Dengan langkah-langkah ini, analisis spektrum respon dalam ETABS 2020 dapat memberikan informasi penting mengenai perilaku dinamik struktur dalam respons terhadap gempa.



Gambar 3.15 Diagram Alir Analisis *Respons Spektrum*

3.5.2 Kontrol Desain

a) Kontrol Gaya Geser Dasar

Tahapan ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi beban gempa yang akan digunakan sebagai data masukan dalam program ETABS 2020. Beban gempa ini didefinisikan dalam bentuk grafik respons spektrum Kota Bandung dengan jenis tanah lunak (SE). Dalam mendefinisikan beban gempa, terdapat faktor skala yang digunakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019, berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung faktor skala:

$$F = \frac{gl}{R}$$

Keterangan:

I = faktor keutamaan gempa

g = besaran gravitasi (9,81 m/s²)

R = koefisien modifikasi respons

Untuk kontrol gaya geser dasar digunakan persamaan berikut :

$$V_{dinamik} \geq V_{statik}$$

Apabila tidak memenuhi persamaan tersebut, maka digunakan persamaan berikut:

$$x = \frac{V_{statik}}{V_{dinamik}}$$

Keterangan:

V_{dinamik} = gaya geser yang didapatkan dari hasil analisis respons spektrum

V_{statik} = gaya geser yang dihitung secara manual

Nilai dari v statik bisa dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$V = C_s \times W$$

Keterangan:

C_s = Koefisien respons seismik

W = Berat Seismik Efektif

Nilai W (berat seismik) efektif merupakan berat bangunan keseluruhan yang terdiri dari beban hidup dan beban mati yang dihitung secara manual maupun dengan program ETABS 2020.

Untuk mendapatkan nilai CS dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}}$$

Keterangan:

S_{DS} = Parameter percepatan respons spektral desain dalam rentang periode pendek

R = Faktor modifikasi respons

I_e = Faktor keutamaan gempa

b) Simpangan Antar Lantai

Nilai simpangan antar lantai desain tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin. Sesuai ketentuan dalam SNI 1726:2019 pasal 7.12.1 mengenai Batasan simpangan antar lantai dengan persamaan sebagai berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \leq \Delta_a$$

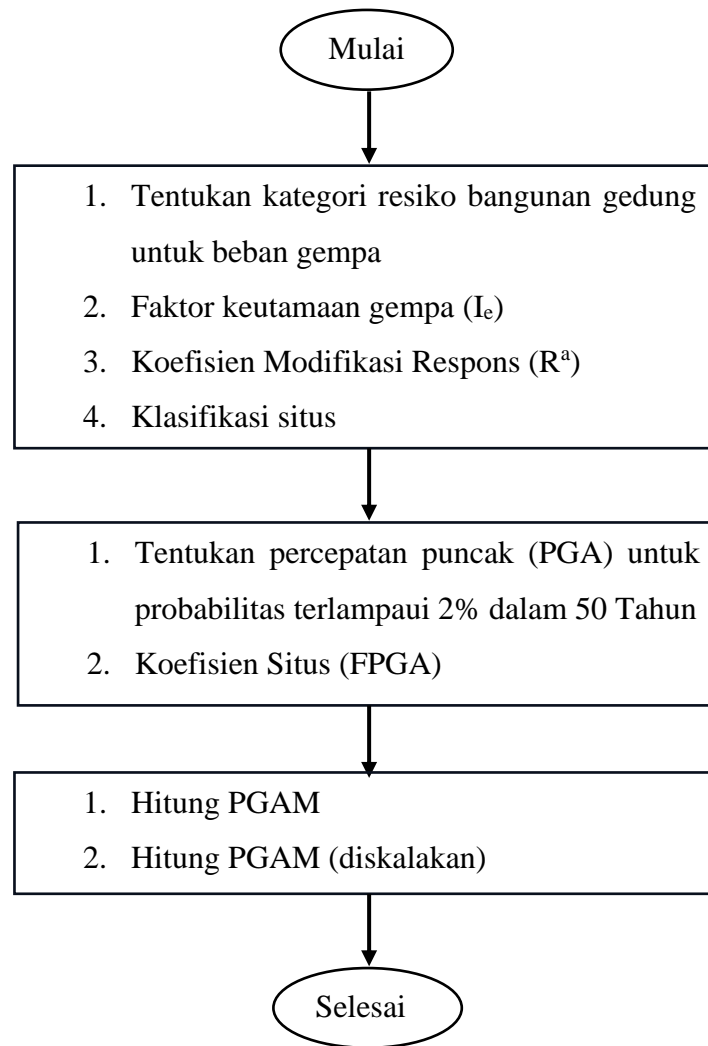
3.5.3 Analisis Riwayat Waktu (*Time History*)

Setelah menghitung beban gempa hingga mendapatkan beban respons spektral dan memastikan kondisi struktur aman, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis riwayat waktu menggunakan program ETABS 2020. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan perpindahan (displacement) dan simpangan antar lantai (story drift).

Dalam standar ATC-40, tingkat kinerja suatu struktur ditentukan oleh nilai maksimum total drift, yaitu rasio perpindahan lateral pada lantai atap (Δ_{Roof}) terhadap tinggi total struktur (H), yang dapat dituliskan sebagai Δ_{Roof}/H . Total drift merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kinerja struktur saat menghadapi gempa. Ilustrasi berikut menjelaskan tentang drift (Δ) dan simpangan antar lantai (interstory drift):

- Drift (Δ): Drift adalah perpindahan lateral dari struktur pada suatu lantai, diukur sebagai perbedaan posisi antara titik tertentu pada lantai tersebut sebelum dan setelah gempa. Drift menggambarkan sejauh mana struktur bergeser atau bengkok sebagai respons terhadap gaya gempa.
- Simpangan antar lantai (interstory drift): Simpangan antar lantai adalah perbedaan perpindahan lateral antara dua lantai yang berdekatan. Interstory drift memberikan informasi tentang deformasi dan respons seismik pada setiap lantai dalam struktur.

Dalam analisis riwayat waktu menggunakan ETABS 2020, perhitungan perpindahan dan simpangan antar lantai akan memberikan pemahaman yang lebih mendetail tentang respons struktur terhadap gempa, dan nilai maksimum total drift akan digunakan untuk menentukan kinerja struktur berdasarkan standar ATC-40.



Gambar 3.16 Diagram Alir Analisis *Time History*

3.5.4 Evaluasi Kinerja Struktur

a) Kinerja Batas Layan

kinerja Batas layan membatasi simpangan lateral (drift) antara lantai-lantai dalam arah X atau arah Y: $\Delta_i \leq \Delta_i$ izin.

$$\Delta_i \text{ izin} = (0,03/R) \times \Delta H$$

Keterangan:

Yude Nurfikri Ihsan, 2023

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG MCHC CENTER RSUP Dr. HASAN SADIKIN BANDUNG AKIBAT PEMBEBANAN GEMPA DINAMIS
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Δi = simpangan lateral (drift) antar tingkat pada arah X atau Y

Δi izin = simpangan lateral (drift) antar tingkat izin pada arah X atau Y

R = koefisien modifikasi respon sistem struktur tinjauan arah X atau Y

ΔH = Tinggi tingkat

b) Kinerja Batas Ultimit

Simpangan dan simpangan antar tingkat dihitung dengan mengalikan faktor pengali dengan simpangan struktur gedung yang dihasilkan oleh pembebanan gempa nominal. Faktor pengali ini diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$\xi = 0,7 R$$

Untuk struktur gedung tidak beraturan dihitung dengan persamaan:

$$\xi = \frac{0.7}{\text{faktor skala}}$$

dengan faktor skala (FS) = $V / V_t \geq 1$

Tidak melewati simpangan izinnya, dimana simpangan izinnya adalah :

$$(\xi \times \Delta i) \leq (0,02 \times \Delta H)$$

c) Kinerja Struktur ATC-40

Pengelompokan level kinerja (performance level) struktur dengan ATC-40 didasarkan pada nilai maksimum total rasio simpangan struktur pada lantai atap saat titik kinerja tercapai, yang dibagi dengan tinggi total struktur.