

**PERBANDINGAN ANALISIS GEMPA *RESPONS SPECTRUM*  
DAN *TIME HISTORY* MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000  
PADA BANGUNAN DPMG ACEH BARAT**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Dari Syarat-syarat  
Yang Diperlukan untuk Memperoleh  
Ijazah Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

**ZULHERDA**

**NIM : 1505903020035**

**Bidang : Struktur**

**Jurusan : Teknik Sipil**



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR  
ALUE PEUNYARENG - ACEH BARAT**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERBANDINGAN ANALISIS GEMPA *RESPONS SPECTRUM*  
DAN *TIME HISTORY* MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000  
PADA BANGUNAN DPMG ACEH BARAT**

Oleh :

Nama : Zulherda  
NIM : 1505903020035  
Bidang : Struktur  
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022

Disetujui Oleh :

Pembimbing




**Dewi Purnama Sari, ST., M. Eng**

NIP. 198505052021212006

Diketahui/Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Ir. M. Isya, M.T**

NIP. 19620411 198903 1 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
a.n Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil



**Muhammad Ikhsan, S.T., M.T**

NIP. 198111272021211002

**LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN**

**PERBANDINGAN ANALISIS GEMPA *RESPONS SPECTRUM*  
DAN *TIME HISTORY* MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000  
PADA BANGUNAN DPMG ACEH BARAT**

Oleh :

Nama : Zulherda  
NIM : 1505903020035  
Bidang : Struktur  
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022

Diuji Oleh :

Penguji I



**Samsunan, S.T., M.T**  
NIP. 197609 18201003 1 001


Penguji II



**Dian Febrianti, S.T., M.T**  
NIP. 198402 1920212 1 003

Diketahui/Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Ir. M. Isya, M.T**  
NIP. 19620411 198903 1 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
a.n Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil



**Muhammad Ikhsan, S.T., M.T**  
NIP. 198111272021211002

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas nikmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Perbandingan Analisis Metode *Respons Spectrum* dan *Time History* Dengan Menggunakan Aplikasi SAP2000 Pada Bangunan DMPG Aceh Barat**”. Shalawat beriringan salam senantiasa kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan untuk ummat manusia. Penyusunan Tugas Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibunda penulis Erlina dan Ayahnda penulis Alm. M. Juanda yang telah memberikan perhatian penuh, kasih sayang, dedikasi dan do’a sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan Strata I ini.

Dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. M. Isya, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar Meulaboh;
2. Ibu Lissa Opirina, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Meulaboh;
3. Ibu Dewi Purnama Sari, S.T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini;
4. Bapak Samsunan, S.T., M.T, selaku Dosen Penguji I yang telah banyak memberikan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan penyusunan tugas akhir ini;



5. Ibu Dian Febrianti, S.T., M.T selaku Dosen Penguji II sekaligus Pembimbing Akademik penulis yang banyak memberikan saran dan masukan serta pembimbingan selama masa perkuliahan penulis;
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar Meulaboh, yang telah dengan tulus memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan;
7. Seluruh Pegawai/Staf Akademik Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar yang telah membantu memenuhi kebutuhan penulis selama perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
8. Aulia Desri Datok Riski, S.T., M.T yang telah banyak membantu Penulis mengarahkan dan membimbing penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan ilmu dan pengalaman, oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun sehingga hasil tugas akhir ini menjadi lebih baik dan dapat memberikan kebermanfaatan yang lebih luas kepada banyak orang kedepannya. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang telah ikhlas membantu, membimbing dan mengarahkan hingga selesainya tugas akhir ini dengan imbalan yang setimpal, Aamiin Yaa Rabbal ‘Alamiin.

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022  
Penulis,

**Zulherda**  
NIM. 1505903020035

# PERBANDINGAN ANALISIS GEMPA *RESPONS SPECTRUM* DAN *TIME HISTORY* MENGGUNAKAN APLIKASI SAP2000 PADA BANGUNAN DPMG ACEH BARAT

Oleh:  
**Zulherda**  
NIM. 1505903020035

Pembimbing:  
**Dewi Purnama Sari, ST., M. Eng**

## ABSTRAK

Aceh merupakan daerah yang sering dilanda oleh gempa, baik gempa tektonik maupun gempa vulkanik. Banyak bangunan yang rusak akibat terjadinya gempa tersebut, sehingga perlu penelitian para ahli struktur untuk mendesain bangunan bertingkat yang mampu menahan beban gempa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan Metode *respons spectrum* dan *time history* berdasarkan hasil *displacement*, *base shear* dan *drift ratio* yang terjadi serta untuk mengetahui rekomendasi yang dapat dilakukan pada bangunan yang ditinjau apabila terjadi kegagalan struktur. Data gempa *respons spectrum* diperoleh dari hasil data *spectrum* gempa bangunan yang ditinjau, yaitu gedung DPMG Aceh Barat. Sedangkan data gempa *time history* menggunakan data gempa Chichi China 1999 yang telah dinormalisasikan menggunakan aplikasi SAP2000. Metode yang digunakan dalam menganalisis struktur gedung ini adalah dengan metode dinamik *respons spectrum* dan dinamik *time history* sesuai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung SNI-1726:2019. Hasil Analisis menunjukkan adanya perbedaan diantara kedua metode tersebut, dimana *base shear* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar dibandingkan dengan *base shear* yang terjadi pada metode *respon spectrum*. Nilai *displacement* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar pada setiap lantai dibandingkan dengan nilai *displacement* yang terjadi pada metode *respons spectrum*. Nilai *drift ratio* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar pada setiap lantai dibandingkan dengan nilai *drift ratio* yang terjadi pada metode *respons spectrum*, akan tetapi bangunan masih dalam kategori aman dan tetap dapat dipergunakan sesuai dengan fungsinya. Disarankan adanya analisis lanjutan yang dilakukan terhadap gedung ini seperti pendetailan perhitungan terhadap elemen struktur agar didapatkan hasil yang lebih maksimal dan efisien serta menggunakan aplikasi analisis struktur lainnya seperti ETABS.

**Kata kunci :** *Respons Spectrum*, *Time History*, Gempa Dinamik, Gempa Chichi

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN JURUSAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN</b> .....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Struktur Bangunan Tahan Gempa .....	6
2.3 Beban.....	6
2.3.1 Beban Mati.....	7
2.3.2 Beban Hidup .....	7
2.3.3 Beban Angin .....	7
2.3.4 Beban Gempa.....	7
2.4 Kombinasi Pembebanan .....	8
2.5 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan .....	8
2.6 Kelas Situs dan Koefisien Situs .....	9

2.7	Periode Alami Struktur.....	11
2.8	Pemilihan Sistem Struktur.....	12
2.9	<i>Analisis Respons Spectrum</i> .....	13
2.10	<i>Analisis Time History</i> .....	15
2.11	<i>Displacement</i> .....	15
2.12	<i>Drift Ratio</i> .....	15
2.13	<i>Base Shear</i> .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>18</b>
3.1	Pengumpulan Data .....	18
3.1.1	Lokasi.....	18
3.1.2	Spesifikasi dan Data Struktur.....	18
3.2	Analisa Pembebanan .....	19
3.2.1	Beban Mati.....	19
3.2.2	Beban Hidup .....	20
3.2.3	Beban Gempa.....	20
3.3	Permodelan Struktur.....	21
3.3.1	Permodelan <i>Grid</i> Bangunan.....	21
3.3.2	Input Mutu dan Bahan .....	22
3.3.3	Input Dimensi dan Penampang Struktur .....	23
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>24</b>
4.1	Beban hidup.....	24
4.2	Beban Mati .....	25
4.3	Beban Gempa .....	26
4.3.1	Analisis Modal .....	26
4.3.2	Waktu Fundamental Struktur.....	27
4.3.3	<i>Analisis Respons Spectrum</i> .....	27

4.3.4	<i>Analisis Time History</i> .....	28
4.3.5	<i>Base Shear</i> .....	30
4.3.6	<i>Displacement</i> .....	31
4.3.7	Rasio Simpangan Antar Lantai ( <i>Drift Ratio</i> ).....	32
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
<b>DAFTAR KEPUSTAKAAN</b> .....		36
<b>LAMPIRAN A</b> .....		38

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik <i>Respons Spectrum</i> .....	14
Gambar 2.2 Penentuan <i>Drift Ratio</i> .....	16
Gambar 3.1 Grafik <i>respons spectrum</i> gedung DPMG Aceh Barat.....	20
Gambar 3.2 Grafik <i>Time History</i> Gempa Chichi China 1999 .....	21
Gambar 3.3 Permodelan <i>Grid</i> Bangunan.....	22
Gambar 3.4 <i>Input</i> Mutu Beton .....	22
Gambar 3.5 <i>Input</i> Mutu Baja .....	23
Gambar 3.6 <i>Input</i> Dimensi Balok dan <i>Sloof</i> .....	23
Gambar 4.1 Beban Hidup.....	24
Gambar 4.2 Beban Mati pada Plat Atap .....	25
Gambar 4.3 Beban Mati pada Plat Balok.....	26
Gambar 4.4 <i>Load Case Time History</i> .....	28
Gambar 4.5 <i>Matched spectrum</i> dan <i>Accelogram</i> Gempa Chichi China 1999....	29
Gambar 4.6 Hasil <i>Matched</i> gempa Chichi China 1999 arah x.....	29
Gambar 4.7 Hasil <i>Matched</i> gempa Chichi China 1999 arah y.....	29
Gambar 4.8 Diagram <i>Base Shear Respons Spectrum</i> arah x dan y.....	31
Gambar 4.9 Grafik <i>Displacement Respons Spectrum</i> dan <i>Time History</i> .....	32
Gambar 4.10 Grafik <i>Drift Ratio Respons Spectrum</i> dan <i>Time History</i> .....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan.....	9
Tabel 2.2 Kategori Resiko .....	9
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs .....	10
Tabel 2.4 Koefisien Situs $F_a$ .....	10
Tabel 2.5 Koefisien Situs $F_v$ .....	10
Tabel 2.6 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung.....	11
Tabel 2.7 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	12
Tabel 2.8 Faktor R, $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan Gaya Seismik.....	12
Tabel 2.9 Data <i>Respons Spectrum</i> untuk koordinat Gedung DPMG Aceh Barat..	14
Tabel 2.10 Simpangan Antar Lantai Ijin ( $\Delta_a$ ) .....	16
Tabel 4.1 Partisipasi Massa Ragam Efektif .....	26
Tabel 4.2 <i>Base Shear Gempa Respons Spectrum Dan Time History</i> .....	30
Tabel 4.3 <i>Displacement Respons Spectrum dan Time History</i> .....	31
Tabel 4.4 <i>Drift Ratio Respons Spectrum</i> .....	33
Tabel 4.5 <i>Drift Ratio Time History</i> .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.3.1 Bagan Alir Tugas Akhir .....	38
Lampiran A.3.2 Bagan Alir Tahapan Analisis <i>Respons Spectrum</i> .....	39
Lampiran A.3.3 Bagan Alir Tahapan Analisis <i>Time History</i> .....	40
Lampiran A.3.4 Peta Kabupaten Aceh Barat .....	41
Lampiran A.3.5 Peta Provinsi Aceh.....	42
Lampiran A.3.6 Denah Gedung DPMG Aceh Barat .....	43
Lampiran A.3.7 Denah Tampak Depan .....	44
Lampiran A.3.8 Denah Tampak Belakang.....	45
Lampiran A.3.9 Denah Tampak Samping Kanan .....	46
Lampiran A.3.10 Denah Tampak Samping Kiri .....	47
Lampiran A.3.11 Potongan A-A .....	48
Lampiran A.3.12 Potongan B-B .....	49
Lampiran A.3.13 Rencana Kolom .....	50
Lampiran A.3.14 Rencana Balok Lantai.....	51
Lampiran A.3.15 Rencana Balok <i>Sloof</i> .....	52
Lampiran A.3.16 Portal.....	53



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia saat ini membuat para ahli terus berinovasi terhadap perkembangan teknologi konstruksi, salah satunya adalah semakin banyak gedung-gedung bertingkat yang dibangun baik itu untuk perkantoran, apartemen, rumah sakit, hotel atau bangunan lainnya. Gedung-gedung bertingkat ini dibangun tentunya untuk efektifitas lahan, namun di lain sisi adanya bangunan bertingkat tersebut membuatnya lebih rentan terhadap gempa.

Indonesia berada di daerah cincin api atau *ring of fire*. Aceh merupakan daerah yang sering dilanda oleh gempa, baik gempa tektonik maupun gempa vulkanik. Banyak bangunan yang rusak akibat terjadinya gempa tersebut, sehingga perlu penelitian para ahli struktur untuk mendesain bangunan bertingkat yang tahan terhadap beban gempa.

Beban gempa terhadap bangunan umumnya dapat dianalisa menggunakan dua analisis, yaitu analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik (*respons spectrum* dan *time history*). Penelitian ini dilakukan untuk dapat membandingkan hasil respon struktur akibat gempa yang berupa nilai dari *displacement*, *base shear* dan *drift ratio* pada model bangunan bertingkat dengan dua metode dari analisis dinamik yaitu *respons spectrum* dan *time history*. Data gempa *respons spectrum* diperoleh dari hasil data *spectrum* gempa bangunan gedung Dinas Pemberdayaan Masyarakat Gampong (DPMG) Aceh Barat sedangkan data gempa *time history* menggunakan data gempa Chichi China 1999 yang telah dinormalisasi menggunakan aplikasi SAP2000.

Bangunan yang digunakan untuk model analisis pada penelitian ini adalah gedung DPMG Aceh Barat. Sehingga diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dan pertimbangan dalam merencanakan bangunan tahan gempa yang efektif dan efisien khususnya di daerah Aceh Barat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan ini adalah :

1. Bagaimana menganalisa bangunan tahan gempa dengan menggunakan analisis gempa *respons spectrum* dengan *time history*?
2. Bagaimana perbandingan nilai *displacement*, *base shear* dan *drift ratio* pada bangunan berdasarkan hasil analisa *respons spectrum* dan *time history* ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan metode *respons spectrum* dan *time history* berdasarkan hasil *displacement*, *base shear* dan *drift ratio* yang terjadi pada bangunan.

## 1.4 Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Struktur gedung yang digunakan dalam penelitian ini adalah gedung DPMG Aceh Barat.
2. Struktur bawah (pondasi) tidak dihitung
3. Beban tangga tidak diperhitungkan
4. Beban angin tidak diperhitungkan
5. Kondisi tanah sedang (D)
6. Data gempa *time history* menggunakan data gempa Chichi China 1999
7. Data gempa *respons spectrum* menggunakan spektrum gempa gedung DPMG Aceh Barat.
8. Metode analisis gempa yang digunakan adalah *respons spectrum* dan *time history*.

9. Peraturan standar yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI-1727 : 2020, SNI-1726 : 2019 dan SNI-2847 : 2019.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai :

1. Pertimbangan dalam membuat bangunan bertingkat dengan metode *respons spectrum* dan *time history* agar perencanaan bangunan tidak memberikan efek yang tidak diinginkan.
2. Bahan masukan untuk pembaca dalam menganalisis struktur bangunan bertingkat dengan analisa dinamik yaitu menggunakan metode *respons spectrum* dan *time history*.

## BAB II

### TINJAUAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Analisis perbandingan metode *respons spectrum* dan *time history* sebelumnya pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Ada tiga penelitian yang mempunyai keterkaitan dan dapat digunakan sebagai tinjauan pustaka pada penelitian ini.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sunarto Amira (2018) menggunakan studi kasus gedung RSUD Temanggung dengan beton bertulang 7 lantai yang dimodelkan 3D *open frame*. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan besarnya nilai *displacement* pada model bangunan bertingkat tidak beraturan horisontal berdasarkan hasil analisis statik ekuivalen, *respons spectrum* dan *time history* dan membandingkan besarnya nilai rasio simpangan antar lantai (*drift ratio*) pada model bangunan bertingkat tidak beraturan horisontal berdasarkan hasil analisis statik ekuivalen, *respons spektrum* dan *time history*. Metode yang digunakan dalam menganalisis struktur gedung ini dengan metode statik ekuivalen sesuai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung SNI-1726:2019. Hasil penelitian menyebutkan *Displacement* pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 16% arah x pada analisis statik ekuivalen masih memiliki nilai yang lebih besar dibanding dengan analisis *time history*, berbeda halnya dengan *displacement* pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 50% arah y, dimana pada analisis statik ekuivalen memiliki nilai lebih kecil bila dibanding dengan analisis *time history*. Dari peninjauan *displacement* tersebut dapat disimpulkan bahwa analisis statik ekuivalen lebih konservatif digunakan pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 16 %, sedangkan analisis *time history* lebih konservatif digunakan pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 50%. Rasio simpangan antar lantai (*drift ratio*) pada struktur tidak beraturan

dengan sudut dalam 16% arah x pada analisis statik ekuivalen masih memiliki nilai lebih besar dibanding analisis *time history*, berbeda halnya dengan rasio simpangan antar lantai (*drift ratio*) pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 50%, dimana pada analisis statik ekuivalen memiliki nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan analisis *time history*. Dari peninjauan *drift ratio* tersebut dapat disimpulkan bahwa analisis statik ekuivalen lebih konservatif digunakan pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 16 %, sedangkan analisis *time history* lebih konservatif digunakan pada struktur tidak beraturan dengan sudut dalam 50%.

2. Penelitian yang dilakukan oleh studi Dilla Ayu Laila Nurul Bayyinah dan Faimun (2017). Gedung didesain dengan analisis respon spektra kemudian desain tersebut dievaluasi dengan analisis linier *time history*. Data gempa untuk *time history* menggunakan 3 (tiga) rekaman gempa yaitu gempa Kobe (Jepang, 1995), Imperial Valley (California, 1979) dan Tabas (Iran, 1978). Dari ketiga data gempa tersebut diambil nilai terbesar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis *respons spectrum* dan *time history*. Hasil studi menunjukkan adanya perbedaan antara kedua analisis tersebut. Nilai base shear respon spektra lebih besar dibandingkan analisis linier *time history*. Presentase penurunan nilai base shear dari 3 (tiga) gempa dengan analisis linier *time history* terhadap respon spektra yaitu sebesar 4,69 % Kobe - x ; 11,32% Kobe -y; 62,4 % Imperial Valley - x ; 83,046 % Imperial Valley - y; 8,1 % Tabas -x dan 12,1 % Tabas - y. Hasil simpangan dengan respon spektra aman terhadap simpangan ijin, kemudian dievaluasi dengan analisis linier *time history* masih dalam kategori aman tapi pada simpangan arah - x, gempa imperial valley melebihi simpangan respon spektra dan arah y di beberapa lantai melebihi respon spektra. Data simpangan menunjukkan bahwa gempa imperial valley menyebabkan simpangan terbesar dari ketiga gempa yang ditinjau.
3. Penelitian dilakukan oleh Muyasir Aris (2019). Gedung tersebut dimodelkan sebagai *space frame* dengan kondisi tumpuan jepit. Pada penelitian ini dibuat 5 kasus analisis, yaitu Kasus 1 dan 2 dengan mutu bangunan yang berbeda

(mutu lapangan dan mutu rencana) tetapi menggunakan beban gempa Pidie Jaya, kasus 3 dan 4 juga menggunakan mutu bangunan yang berbeda (mutu lapangan dan mutu rencana) dengan menggunakan beban gempa El-Centro, dan kasus 5 sama seperti kasus 2 tetapi dilakukan penambahan ring balok pada permodelannya. Metode yang digunakan dalam menganalisis beban gempa pada penelitian ini metode *time history*. Hasil yang didapatkan *lateral displacement* terbesar searah X pada lantai satu sebesar 730,790 mm, lantai 1 dan 2 1388,964 mm dan lantai 3 sebesar 1782,6 mm dan arah Y pada lantai satu sebesar 765,647 mm, lantai 2 sebesar 1424,986 mm dan lantai 3 sebesar 1803,775 mm. Simpangan antar lantai terbesar searah X pada lantai satu sebesar 730,791 mm, lantai dua sebesar 684,262 mm dan lantai 3 sebesar 393,980 mm dan arah Y pada lantai satu sebesar 765,647 mm, lantai dua sebesar 680,334 mm dan lantai 3 sebesar 398,129 mm. Nilai *base shear* terbesar arah X dan arah Y yaitu 97460 kN dan 96680 kN. Nilai Mu dan Pu terbesar pada kolom berukuran 500 x 500 mm adalah 2628,35 kN/m dan 726,553 kN. Kegagalan struktur kolom gedung serbaguna bagian depan kabupaten Pidie Jaya ini disebabkan oleh besarnya momen lentur dan gaya geser akibat gempa sehingga melewati kapasitas kolom yang tersedia.

## **2.2 Struktur Bangunan Tahan Gempa**

Konstruksi bangunan tahan gempa adalah bangunan yang bisa merespon gempa, dengan sikap bertahan dari keruntuhan dan bersifat fleksibel untuk meredam getaran gempa. Bangunan tahan gempa merupakan bangunan yang dirancang dan diperhitungkan secara analisis, baik kombinasi beban, penggunaan material, dan penempatan massa strukturnya.

## **2.3 Beban**

Menurut Agus Setiawan (2016) Beban adalah gaya luar yang bekerja pada suatu struktur. Penentuan secara pasti besarnya beban yang bekerja pada suatu struktur selama umur layannya merupakan salah satu pekerjaan yang cukup sulit,

pada umumnya perhitungan beban hanya suatu estimasi saja. Meskipun beban yang bekerja pada suatu lokasi struktur dapat diketahui secara pasti, distribusi beban dari elemen ke elemen dalam suatu struktur pada umumnya memerlukan asumsi dan pendekatan.

### **2.3.1 Beban Mati**

Menurut SNI-1727:2020 beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat derek dan sistem pengangkut material.

### **2.3.2 Beban Hidup**

Menurut SNI-1727:2020 beban hidup merupakan yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati

### **2.3.3 Beban Angin**

Menurut SNI-1727:2020 beban angin pada struktur terjadi karena adanya gesekan udara dengan permukaan struktur dan perbedaan tekanan depan dan belakang struktur dibandingkan dengan yang lainnya.

### **2.3.4 Beban Gempa**

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya getaran gempa. Secara umum terdapat dua metode dalam menganalisis beban gempa yaitu analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik.

## 2.4 Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SNI- 2847:2019 kombinasi pembebanan terfaktor, yaitu Sebagai berikut:

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6 L + 0,5(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3.  $1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4.  $1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5.  $1,2D + 1,0L + 1,0E$
6.  $0,9D + 1,0W$
7.  $0,9D + 1,0E$

Untuk nomor 5 dan 7, faktor dan kombinasi beban untuk beban mati nominal, beban hidup nominal dan beban gempa nominal, yaitu sebagai berikut:

1.  $(1,2 + 0,2 Sds)D + 1,0L \pm 1,0EX \pm 0,3EY$
2.  $(1,2 + 0,2 Sds)D + 1,0L \pm 0,3EX \pm 1,0EY$
3.  $(0,9 - 0,2 Sds)D + 1,0L \pm 1,0EX \pm 0,3EY$
4.  $(0,9 - 0,2 Sds)D + 1,0L \pm 0,3EX \pm 1,0EY$

Keterangan:

- $D$  = beban mati
- $L$  = beban hidup
- $Lr$  = beban hidup atap tereduksi
- $R$  = beban hujan
- $W$  = beban angin
- $E$  = beban gempa
- $S$  = beban salju

## 2.5 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan

Faktor keutamaan dan kategori resiko struktur bangunan gedung dan non-gedung dapat dilihat pada Tabel. 2.1 dan 2.2.



Tabel 2.1 Faktor Keutamaan

KATEGORI RISIKO	FAKTOR KEUTAMAAN GEMPA $L_c$
I atau II	1
II	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI:1726:2019

Tabel 2.2 Kategori Resiko

JENIS PEMANFAATAN	KATEGORI RESIKO
– Fasilitas Pertanian, perkebunan dan perikanan, Fasilitas sementara, Fasilitas sementara dan Rumah jaga dan struktur kecil lainnya.	I
– Perumahan, Rumah toko dan rumah kantor, Pasar, Gedung perkantoran, Gedung apartemen/rumah susun, Bangunan industri, Fasilitas manufaktur dan Pabrik	II
– Bioskop, Gedung pertemuan, Stadion, Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit kegiatan darurat, Fasilitas penitipan anak, Penjara, Bangunan untuk orang jompo, Pusat pembangkit listrik biasa, Fasilitas penanganan air, Fasilitas penanganan limbah dan Pusat telekomunikasi.	III
– Bangunan-bangunan monumental, Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan, Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat, Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat, Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai dan tempat perlindungan darurat lainnya.	IV

(Sumber: SNI 1726:2019)

## 2.6 Kelas Situs dan Koefisien Situs

Lapisan tanah ada suatu proyek dapat dikategorikan menjadi beberapa kelas situs dari kelas A hingga F. Klasifikasi situs dilakukan berdasarkan pada hasil pengujian kecepatan rata-rata gelombang geser ( $v_s$ ), tahanan penerusan standar lapangan rata-rata ( $N$  atau  $N_{ch}$  untuk tanah kohesif), serta nilai kuat geser nilai rata-rata ( $s_u$ ). Klasifikasi ketiga hal tersebut ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	V <sub>x</sub> (m/detik)	N atau N <sub>ch</sub>	Su (kPa)
SA (batuan Keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (Tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 350	>50	<sup>3</sup> 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
Kelas Situs	V <sub>x</sub> (m/detik)	N atau N <sub>ch</sub>	Su (kPa)
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2. Kadar air $w \geq 40\%$ 3. Kuat geser nilai Su < 25 kPa		

(Sumber: SNI 1726:2019)

Tabel 2.4 Koefisien Situs  $F_a$

Kelas Situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada periode pendek T= 0,2 detik S <sub>s</sub>				
	S <sub>s</sub> ≤ 0,25	S <sub>s</sub> =0,5	S <sub>s</sub> =0,75	S <sub>s</sub> =1	S <sub>s</sub> ≥ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,2	1,2	1,1	1	1
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	S <sub>s</sub> <sup>b</sup>				

Sumber: SNI 1726:2019

Tabel 2.5 Koefisien Situs  $F_v$

Kelas Situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada periode pendek T= 0,2 detik S <sub>s</sub>				
	S <sub>1</sub> ≤ 0,1	S <sub>1</sub> =0,2	S <sub>1</sub> =0,3	s <sub>1</sub> =0,4	s <sub>1</sub> ≥0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	S <sub>s</sub> <sup>b</sup>				

Sumber: SNI 1726:2019

Nilai  $F_a$  dan  $F_v$  selanjutnya digunakan untuk menghitung parameter respons percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan pada periode 1 detik ( $S_{M1}$ ), yang ditentukan sebagai berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (2.1)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_l \quad (2.2)$$

Akhirnya parameter kecepatan spektral desain untuk periode pendek  $S_{DS}$  dan periode 1 detik  $S_{D1}$ , dapat dihitung sebagai berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (2.3)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_l \quad (2.4)$$

## 2.7 Periode Alami Struktur

Periode alami struktur  $T$ , dalam arah yang ditinjau tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ) dari Tabel 2.6 dan periode alami pendekatan,  $T_a$ , yang dihitung dengan persamaan 2.5.

Tabel 2.6 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung

Parameter Percepatan Respon Spektral Desain pada 1 detik SD1	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI-1726-2019

Periode alami pendekatan,  $T_a$ , dalam satuan detik dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2.5)$$

Dengan  $h_n$  adalah ketinggian struktur (dalam meter) di atas lantai sampai tingkat tertinggi struktur, sedangkan koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
rangka baja dengan bracing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber : Agus Setiawan:2016

## 2.8 Pemilihan Sistem Struktur

Sistem struktur penahan gaya gempa lateral dan vertikal harus dipilih berdasarkan KDS serta ketinggian struktur. Tipe-tipe sistem struktur yang dipilih dapat ditentukan dengan mengacu pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Faktor  $R$ ,  $C_d$ , dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gaya seismik

No	Sistem Penahan Gaya Seismik	Koefisien modifikasi respons, $R$	Faktor kuat lebih sistem $\Omega_0$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d$	Batasan sistem struktur				
					Tinggi struktur (m)				
					Kategori desain seismik				
					B	C	D	E	F
<b>Sistem Rangka Pemikul Momen</b>									
1	Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5 1/12	TB	TB	TB	TB	TB
2	rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5 1/12	TB	TB	48	30	TI
3	rangka baja pemikul momen menengah	4,5	3	4	TB	TB	10	TI	TI
4	rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5	rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5 1/2	TB	TB	TB	TB	TB
6	rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4 1/2	TB	TB	TI	TI	TI
7	rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2 1/2	TB	TI	TI	TI	TI
8	rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5 1/2	TB	TB	TB	TB	TB

Sumber : Agus Setiawan:2016

## 2.9 Analisis Respons Spectrum

*Respons spectrum* adalah plot suatu spectrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antar periode getar struktur  $T$ , lawan respons-respons maksimumnya untuk suatu rasio redaman dan beban gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (*spectral displacement*,  $S_D$ ), kecepatan maksimum (*spectral velocity*,  $S_V$ ) atau percepatan maksimum (*spectral acceleration*,  $S_A$ ) suatu massa struktur dengan derajat kebebasan tunggal (*single degree of freedom*,  $SDOF$ ) (hesa, 2019).

- a. Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , *spectrum respons* percepatan desain  $S_a$  harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 T/T_0) \quad (2.6)$$

dengan:

$$T_0 = 0,2 \frac{SDI}{SDS} \quad (2.7)$$

$T$  = waktu getar alami struktur, dinyatakan dalam detik

- b. Untuk  $T_0 \leq T \leq T_s$ , spektrum respon percepatan desain  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$

$$T_s = \frac{SDI}{SDS} \quad (2.8)$$

- c. Untuk periode yang lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respon percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan:

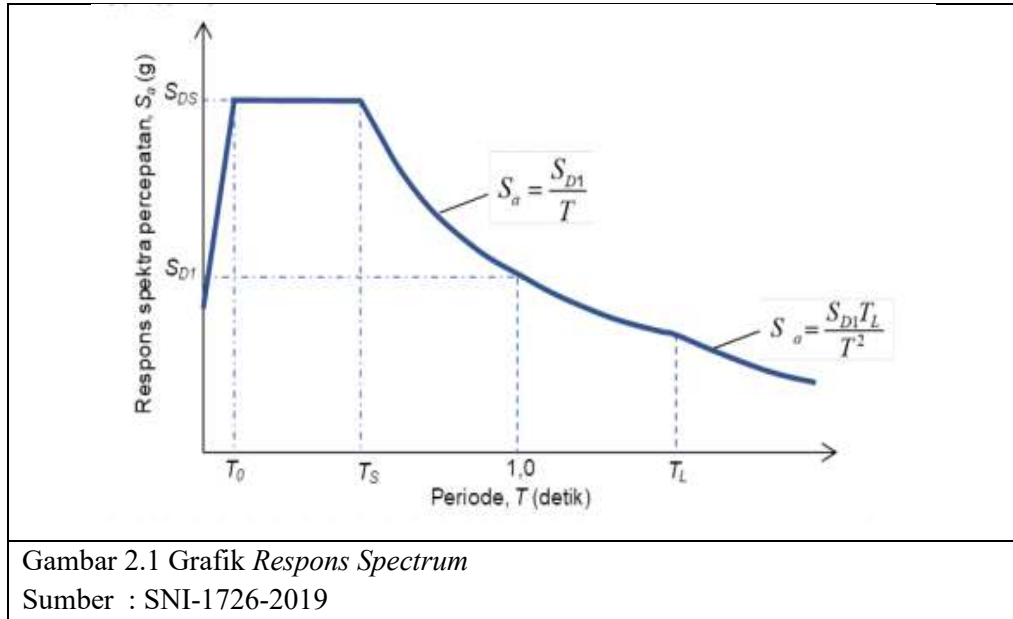
$$S_a = \frac{SDI}{T} \quad (2.9)$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = Percepatan spektral desain untuk periode pendek

$S_{DI}$  = Percepatan spektral desain untuk periode 1 detik

$T$  = Periode getar fundamental struktur



Berdasarkan data koordinat Gedung DPMG Aceh Barat maka diperoleh data *respon spectrum* yang disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.9 Data *Respon Spectrum* untuk koordinat Gedung DPMG Aceh Barat

Variabel	Nilai	Detik	Sa (g)	Detik	Sa (g)
PGA (g)	0.579	0	0.394	T <sub>S</sub> +1.6	0.260
S <sub>S</sub> (g)	1.477	T <sub>0</sub>	0.984	T <sub>S</sub> +1.7	0.249
S <sub>I</sub> (g)	0.600	T <sub>S</sub>	0.984	T <sub>S</sub> +1.8	0.239
C <sub>RS</sub>	1.036	T <sub>S</sub> +0	0.846	T <sub>S</sub> +1.9	0.230
C <sub>R1</sub>	0.935	T <sub>S</sub> +0.1	0.741	T <sub>S</sub> +2	0.221
F <sub>PGA</sub>	1.000	T <sub>S</sub> +0.2	0.660	T <sub>S</sub> +2.1	0.214
F <sub>A</sub>	1.000	T <sub>S</sub> +0.3	0.594	T <sub>S</sub> +2.2	0.206
F <sub>V</sub>	1.500	T <sub>S</sub> +0.4	0.541	T <sub>S</sub> +2.3	0.199
PSA (g)	0.579	T <sub>S</sub> +0.5	0.496	T <sub>S</sub> +2.4	0.193
S <sub>MS</sub> (g)	1.477	T <sub>S</sub> +0.6	0.458	T <sub>S</sub> +2.5	0.187
S <sub>MI</sub> (g)	0.900	T <sub>S</sub> +0.7	0.426	T <sub>S</sub> +2.6	0.181
S <sub>DS</sub> (g)	0.984	T <sub>S</sub> +0.8	0.397	T <sub>S</sub> +2.7	0.176
S <sub>D1</sub> (g)	0.600	T <sub>S</sub> +0.9	0.373	T <sub>S</sub> +2.8	0.171
T <sub>0</sub> (detik)	0.122	T <sub>S</sub> +1	0.351	T <sub>S</sub> +2.9	0.166
T <sub>S</sub> (detik)	0.610	T <sub>S</sub> +1.1	0.332	T <sub>S</sub> +3	0.162
		T <sub>S</sub> +1.2	0.314	T <sub>S</sub> +3.1	0.157
		T <sub>S</sub> +1.3	0.299	T <sub>S</sub> +3.2	0.153
		T <sub>S</sub> +1.4	0.284	4	0.150
		T <sub>S</sub> +1.5	0.272		

Sumber : Puskim.go.id

## 2.10 Analisis *Time History*

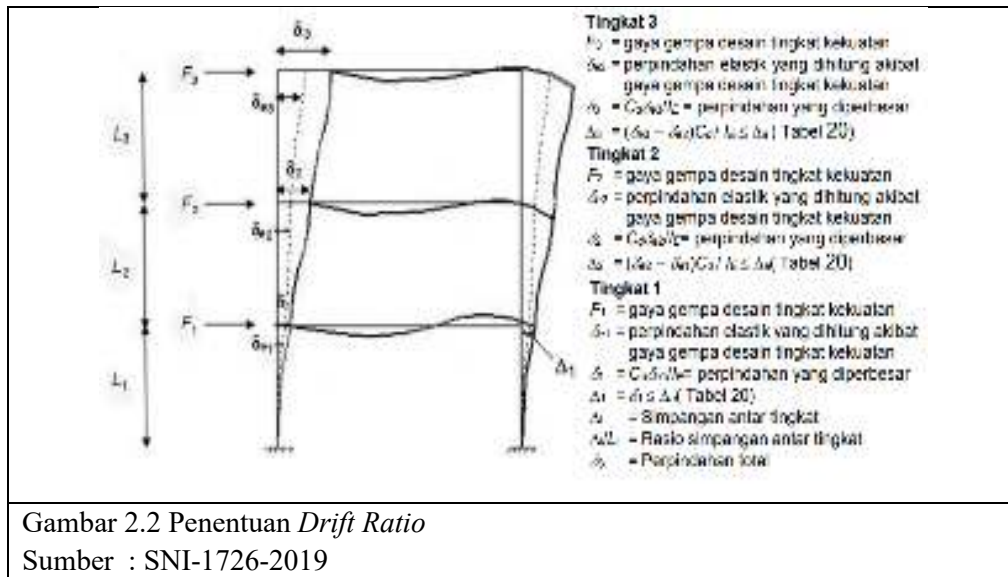
Analisis Riwayat Waktu (*Time History Analysis*) adalah analisis untuk melihat respon suatu struktur bangunan yang digetar oleh gempa yang pada umumnya memakai rekaman gempa tertentu (Kevin dan Barus, 2014). Menurut Pawirodikromo (2012), Pada analisis *time history*, respons struktur diperoleh dengan menggunakan rekaman percepatan gempa asli yang telah ada sebelumnya. Analisis *time history* sangat cocok digunakan untuk struktur yang tidak beraturan terhadap pengaruh gempa rencana, karena gerakan tanah akibat gempa disuatu lokasi sulit diperkirakan dengan tepat maka analisis ini dilakukan dengan menggunakan rekaman akselerogram gempa sebagai input data percepatan gerakan tanah akibat gempa. percepatan tanah akibat gempa direkam dengan menggunakan alat yang ada pada BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) artinya rekaman tersebut direkam selama terjadinya gerakan tanah.

## 2.11 *Displacement*

*Displacement* merupakan simpangan suatu lantai yang diukur dari dasar lantai. Selain itu, *displacement* juga merupakan salah satu parameter yang penting dalam perencanaan struktur bangunan. Perbandingan *displacement* atau perpindah akibat beban gempa *respons spektrum* dan *time history* pada penelitian ini diperoleh dari hasil *ouput* SAP2000.

## 2.12 *Drift Ratio*

Gaya gempa lateral akan menghasilkan simpangan struktur dalam arah lateral, maka simpangan lateral antara lantai tingkat harus selalu diperiksa untuk menjamin stabilitas struktur, mencegah kerusakan elemen-elemen non-struktural, serta untuk menjamin kenyamanan pengguna bangunan. Penentuan simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat masa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Berikut ini disajikan gambar untuk menentukan nilai *drift ratio*.



Gambar 2.2 Penentuan *Drift Ratio*  
 Sumber : SNI-1726-2019

$$\Delta_1 = \delta_{e1} \cdot C_d / I_e < \Delta_a \quad (2.10)$$

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \cdot C_d / I_e < \Delta_a \quad (2.11)$$

Keterangan :

- $\delta_i$  = displacement pada lantai i, mm
- $C_d$  = faktor pembesaran defleksi
- $I_e$  = faktor keutamaan

Simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antara lantai tingkat ijin ( $\Delta_a$ ) seperti ditentukan dalam Tabel 2.3

Tabel 2.10 Simpangan Antar Lantai Ijin ( $\Delta_a$ )

STRUKTUR	KATEGORI RISIKO		
	I atau II	II	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat	0,025 <sub>hsx</sub>	0,020 <sub>hsx</sub>	0,015 <sub>hsx</sub>
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010 <sub>hsx</sub>	0,010 <sub>hsx</sub>	0,010 <sub>hsx</sub>
Struktur dinding batu bata lainnya	0,007 <sub>hsx</sub>	0,007 <sub>hsx</sub>	0,007 <sub>hsx</sub>
Semua struktur lainnya	0,020 <sub>hsx</sub>	0,015 <sub>hsx</sub>	0,010 <sub>hsx</sub>

Sumber : SNI-1726-2019



### 2.13 Base Shear

Gaya geser merupakan gaya yang bekerja tegak lurus dengan bidang struktur atau vertikal dengan simbol digunakan adalah  $V$ . Anonim (2013), menjelaskan gaya geser dasar adalah gaya geser atau lateral total yang terjadi pada tingkat dasar. Gaya geser seismik ( $V$ ) dalam arah yang ditetapkan harus diteruskan sesuai dengan persamaan berikut ini :

$$V = C_s \cdot W \quad (2.12)$$

Dengan :

$C_s$  = Koefisien respon seismik

$W$  = Berat Seismik efektif

Koefisien respon seismik  $C_s$  ditentukan persamaan

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_E}} \quad (2.13)$$

Dengan :

$S_{DS}$  = Parameter respon spektral percepatan desain pada periode pendek

$R$  = faktor modifikasi respons

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

Nilai  $C_s$  yang dihitung sesuai dengan persamaan di atas tidak perlu melebihi berikut ini.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T\left(\frac{R}{I_E}\right)} \quad (2.14)$$

Nilai  $C_s$  harus tidak kurang dari :

$$C_s = 0,44 S_{DS} I_e \geq 0,01 \quad (2.15)$$

Apabila nilai bangunan struktur berlokasi di daerah dengan nilai  $S_1 \geq 0,6$  g

maka  $C_s$  harus tidak kurang dari persamaan :

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\frac{R}{I_e}} \quad (2.16)$$

Dengan :

$R$  = faktor modifikasi respons

$S_1$  = parameter percepatan respon maksimum

$I_e$  = faktor keutamaan gempa

Nilai gaya geser yang telah didapatkan tidak boleh kurang dari 85% nilai  $V$ .

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung di lapangan, data sekunder yang digunakan berupa data gambar bangunan, detail struktur, mutu bahan dan data gempa.

##### **3.1.1 Lokasi**

Studi kasus dalam penelitian ini adalah bangunan infrastruktur gedung DPMG Aceh Barat di Jl. Sisingamangaraja, Lr. BKKBN, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh. Lokasi gedung yang tinjau secara detail disajikan pada lampiran A Gambar A.3.4 sampai dengan A.3.5.

##### **3.1.2 Spesifikasi dan Data Struktur**

Spesifikasi dan data struktur digunakan untuk kepentingan klasifikasi dan perhitungan struktur pada penelitian ini. Spesifikasi dan data struktur meliputi data gambar bangunan, detail struktur, fungsi gedung, jenis struktur, jumlah lantai, sistem struktur, jenis tanah, beton dan tulangan. Data gambar bangunan dan detail struktur dapat dilihat pada lampiran A Gambar A.3.6 sampai Gambar A.3.16.

Adapun data lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Fungsi gedung : Gedung perkantoran
2. Jenis struktur : Beton bertulang
3. Jumlah lantai : 3 lantai
4. Sistem struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
5. Jenis tanah : Tanah Sedang (D)
6. Beton:

- Kuat tekan beton,  $f_c'$  = 30 Mpa
- Modulus elastisitas beton,  $E_c$  = 4700,  $f_c' = 25742,96$  Mpa
- Poisson ratio beton,  $\nu_c$  = 0,2
- Berat jenis beton,  $\lambda_c$  = 24 kN/m<sup>3</sup>

#### 7. Baja tulangan:

- Tulangan Longitudinal, BJ57  $f_y$  = 400 Mpa,  $f_u$  = 570 Mpa
- Tulangan transfersal/senggang, BJ39  $f_y$  = 240 Mpa,  $f_u$  = 390 Mpa
- Poisson ratio baja,  $\nu_s$  = 0,3
- Berat jenis baja,  $\lambda_c$  = 78,5 kN/m<sup>3</sup>

#### 8. Penampang Struktur

- Balok Lantai 2 – 5 = B1 20 x 45 cm
- Balok Atap = B2 20 x 35 cm
- Kolom (K1) = K1 45x45 cm
- Kolom (K2) = K2 40x40 cm
- Kolom (K3) = K3 35x35 cm
- Pelat lantai = Pelat 12 cm
- Pelat Atap = Pelat 10 cm

### 3.2 Analisa Pembebanan

Analisa pembebanan dilakukan dengan menginput beban-beban yang akan diterima oleh bangunan baik beban hidup, beban mati maupun beban gempa kedalam aplikasi SAP2000.

#### 3.2.1 Beban Mati

Beban mati dalam perencanaan struktur Gedung DPMG Aceh Barat berasal dari berat sendiri struktur. Beban mati terdiri dari beban kolom, beban balok, pelat lantai, beban tangga, dinding dan atap. Untuk beban mati pada aplikasi SAP2000 langsung terinput secara otomatis untuk itu tidak perlu lagi dilakukan perhitungan secara manual.

### 3.2.2 Beban Hidup

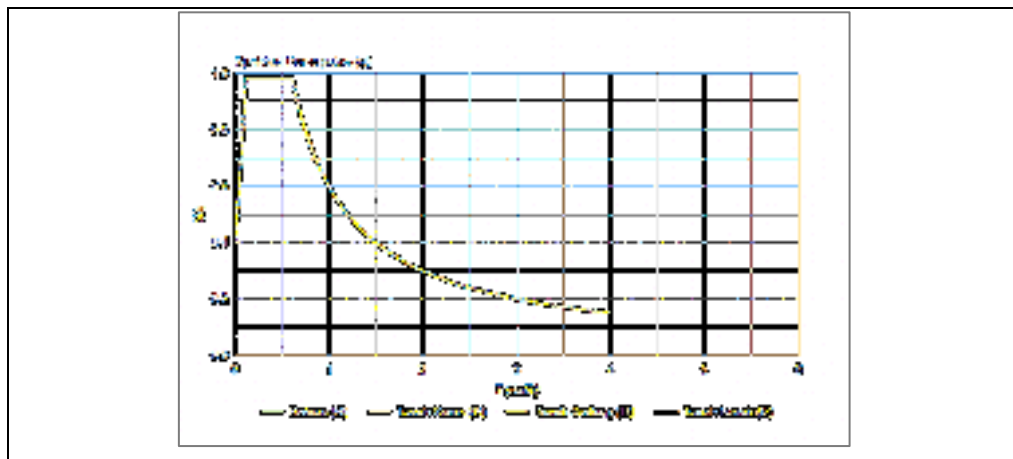
Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian pada suatu gedung yang berasal dari barang yang dapat berpindah yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI 1727-2020).

### 3.2.3 Beban Gempa

Beban gempa yang digunakan dalam penelitian ini adalah beban gempa dengan analisis *respon spektrum* gedung DPMG Aceh Barat dan beban gempa *time history* gempa Chichi China 1999. Data gempa yang diperoleh merupakan data mentah yang harus dikonversi dan dilakukan perhitungan sehingga dapat diinput untuk dilakukan analisa beban gempa.

#### a. Pengolahan Data Gempa *Respon Spectrum*

Data gempa *respon spectrum* diperoleh dari *website* [puskim.go.id](http://puskim.go.id) dengan menginput koordinat bangunan yang akan ditinjau, mengunduh data *respon spectrum* dan kemudian diinput ke dalam aplikasi SAP2000 untuk dianalisis.

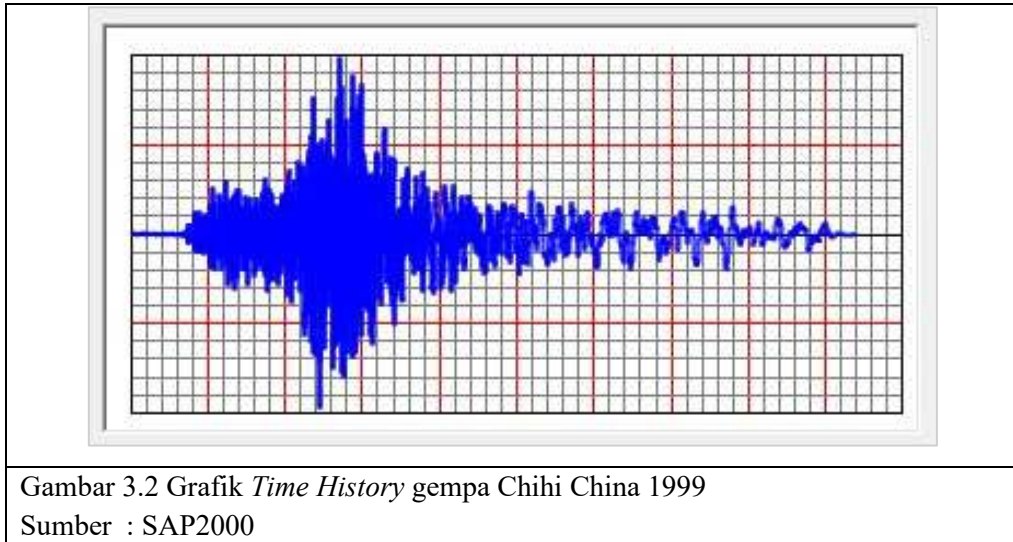


Gambar 3.1 Grafik *respon spectrum* gedung DPMG Aceh Barat  
Sumber : [Puskim.go.id](http://puskim.go.id)

#### b. Normalisasi Data Gempa Time History

Data percepatan tanah diperoleh dari dari *website* [peer.berkeley.edu](http://peer.berkeley.edu) berupa data rekam *seismic* akibat gempa Chichi China 1999. Data gempa tersebut

kemudian dinormalisasi menggunakan aplikasi SAP2000 untuk menyesuaikan catatan gerakan tanah sehingga respon percepatan spektral cocok dengan *spectrum respons* target yaitu koordinat Gedung DPMG Aceh Barat yang diambil dari [puskim.go.id](http://puskim.go.id).



### 3.3 Permodelan Struktur

Pemodelan struktur yang dilakukan dalam analisis ini berupa pemodelan dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi. Penggambaran setiap komponen struktur dilakukan dengan sistematis sesuai dengan data perencanaan yang ada, mulai dari permodelan hingga input mutu material. Dalam analisis ini aplikasi yang digunakan menganalisa struktur adalah SAP2000.

#### 3.3.1 Permodelan *Grid* Bangunan

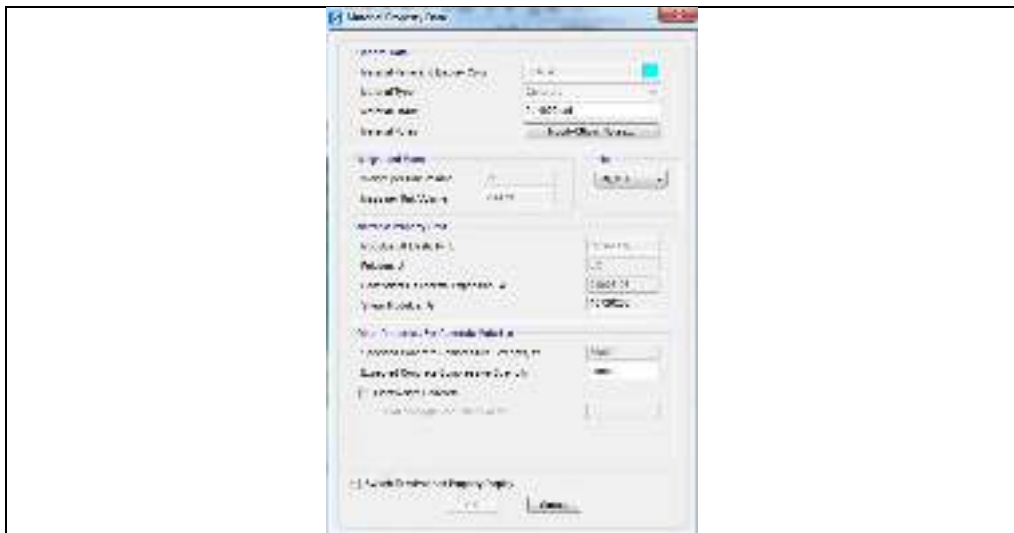
Permodelan *Grid* bangunan dimaksudkan untuk menentukan tingkat, tinggi, lebar, dan panjang bangunan.



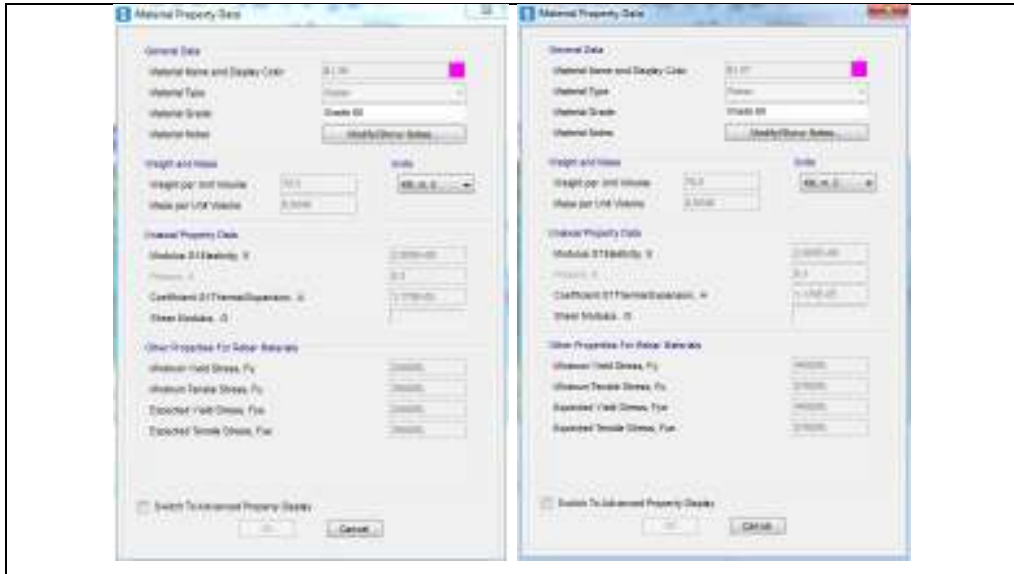
Gambar 3.3 Permodelan *Grid* Bangunan  
 Sumber : SAP2000

### 3.3.2 Input Mutu dan Bahan

Mutu dan bahan yang diinput pada langkah ini mengacu pada mutu rencana bangunan yang kemudian akan dianalisa langsung menggunakan SAP2000.



Gambar 3.4 *Input* Mutu Beton  
 Sumber : SAP2000



Gambar 3.5 *Input Mutu Baja*  
 Sumber : SAP2000

### 3.3.3 Input Dimensi dan Penampang Struktur

Dimensi bangunan yang diinput pada langkah ini mengacu pada gambar struktur yang telah direncanakan seperti kolom, balok, pembesian dan sebagainya.



Gambar 3.6 *Input Dimensi Balok Dan Sloof*  
 Sumber : SAP2000

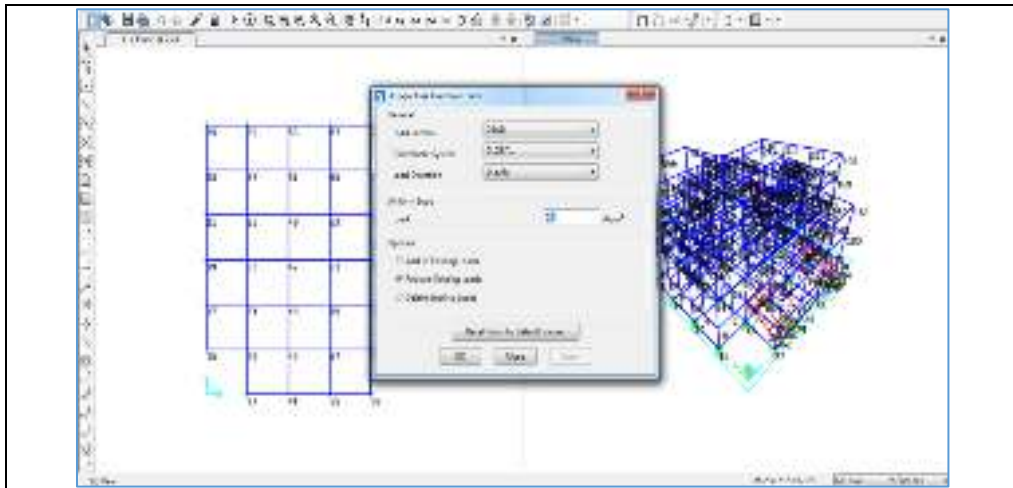
Secara lebih sistematis tahapan dan metode penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada bagan alir Lampiran A Gambar A.3.1, A.3.2 dan A.3.3.

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan pada penelitian ini berupa hasil dari respon struktur bangunan berdasarkan *output* program SAP2000 yang dianalisis menggunakan metode *respons spectrum* dan *time history* yang diperoleh dari hasil data *spectrum* gempa bangunan gedung DPMG Aceh Barat dan data gempa Chichi China 1999 untuk melihat *displacement*, *base shear* dan *drift ratio* pada bangunan.

### 4.1 Beban hidup

Besarnya beban hidup bangunan mengacu pada SNI-1727:2020 Tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Desain Gedung dan Struktur lain yang kemudian di-*input* ke SAP2000 untuk dilakukan analisa beban.



Gambar 4.1 Beban Hidup  
Sumber : SAP2000



## 4.2 Beban Mati

### a. Beban Mati Plat Lantai

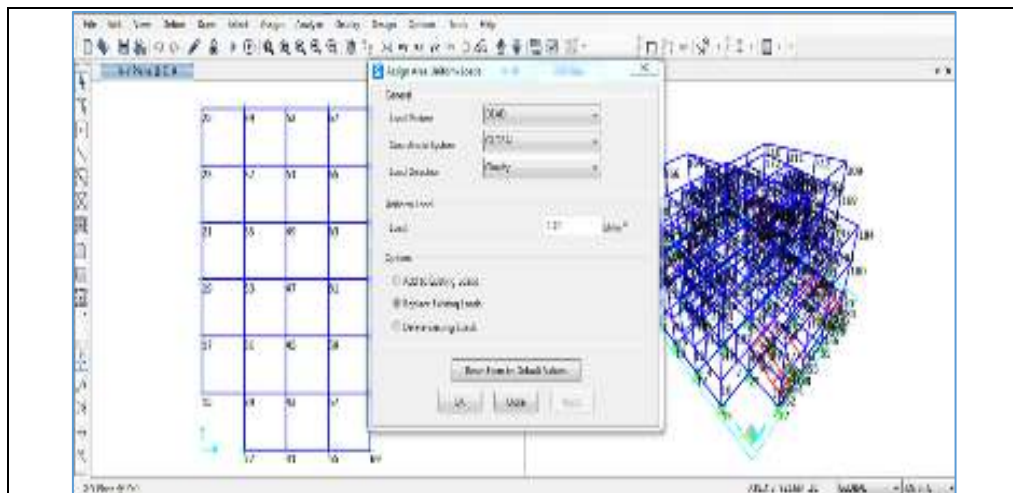
Beban mati yang bekerja pada plat lantai meliputi :

Berat pasir setebal 1 cm	$= 0,01 \times 16 = 0,16 \text{ kN/m}^2$
Berat spesi setebal 3 cm	$= 0,03 \times 22 = 0,66 \text{ kN/m}^2$
Berat keramik setebal 1 cm	$= 0,01 \times 22 = 0,22 \text{ kN/m}^2$
Berat plafon dan penggantung	$= 0,2 \text{ kN/m}^2$
Berat Instalasi ME	$= 0,25 \text{ kN/m}^2$
Total beban mati pada plat lantai	$= 1,49 \text{ kN/m}^2$

### b. Beban Mati Plat Atap

Beban mati yang bekerja pada plat lantai meliputi :

Berat waterproofing dengan aspal tebal 2 cm	$= 0,02 \times 14 = 0,28 \text{ kN/m}^2$
Beban plafon dan penggantung	$= 0,2 \text{ kN/m}^2$
Berat Instalasi ME	$= 0,25 \text{ kN/m}^2$
Total beban mati pada plat lantai	$= 0,73 \text{ kN/m}^2$

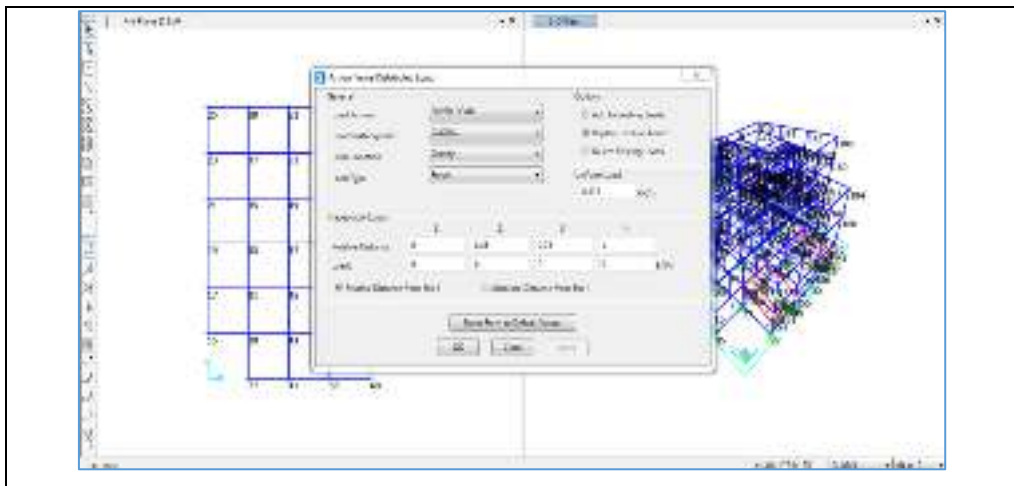


Gambar 4.2 Beban Mati pada Plat Atap  
Sumber : SAP2000

### c. Beban Mati Pada Balok

Beban mati yang bekerja pada balok meliputi :

$$\text{Beban dinding pasangan bata } \frac{1}{2} \text{ batu (4m-0.45m) } \times 2,50 = 8,875 \text{ kN/m}$$



Gambar 4.3 Beban mati pada plat balok  
 Sumber : *Screen shoot* SAP2000

### 4.3 Beban Gempa

#### 4.3.1 Analisis Modal

Analisis modal digunakan untuk melihat partisipasi massa ragam efektif yang besarnya harus lebih dari 90 %, nilai ini dapat langsung diperoleh dari aplikasi SAP2000, nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Partisipasi Massa Ragam Efektif

Output Case	Step Type	Step Num	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Modal	Mode	1	0,613258	0,51984	0,06379	0,00004698	0,51984	0,06379	0,00004698
Modal	Mode	2	0,548807	0,17126	0,34993	7,95E-10	0,69109	0,41373	0,00004698
Modal	Mode	3	0,493608	0,0101	0,29448	7,738E-06	0,70119	0,70821	0,00005472
Modal	Mode	4	0,321843	0,04349	0,00084	0,00001675	0,74468	0,70905	0,00007147
Modal	Mode	5	0,231423	0,04319	0,00027	7,715E-06	0,78787	0,70932	0,00007918
Modal	Mode	6	0,208922	0,00008815	0,1066	0,00016	0,78795	0,81592	0,00024
Modal	Mode	7	0,20179	0,02485	0,01692	0,00007533	0,8128	0,83284	0,00032
Modal	Mode	8	0,199905	0,00005451	0,0001	0,00334	0,81285	0,83294	0,00365
Modal	Mode	9	0,174534	0,00749	0,00207	0,00022	0,82035	0,83501	0,00388
Modal	Mode	10	0,159874	0,00403	0,00021	0,01709	0,82437	0,83522	0,02097
Modal	Mode	11	0,158043	0,06518	0,00053	0,00098	0,88955	0,83575	0,02195
Modal	Mode	12	0,150308	0,00014	0,00053	0,012	0,88969	0,83628	0,03394
Modal	Mode	13	0,147151	0,00325	0,00114	0,00002376	0,89294	0,83742	0,03397
Modal	Mode	14	0,144299	0,00553	0,12771	5,965E-06	0,89847	0,96513	0,03397
Modal	Mode	15	0,140585	0,00006103	0,00174	0,01924	0,89853	0,96687	0,05321

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa nilai partisipasi massa ragam efektif pada gedung untuk arah X sebesar 90 % dan untuk arah Y sebesar 96 %. Dari hasil tersebut maka faktor partisipasi massa ragam efektif minimum 90% telah memenuhi ketentuan SNI 1726:2019.

#### 4.3.2 Waktu Fundamental Struktur

Nilai waktu getar alami dapat dihitung dengan persamaan 2.5, serta menggunakan  $C_I$  dan  $x$  dari Gambar 2.4 untuk jenis rangka beton pemikul momen. Maka :

$$T_a = C_I h_n^x = 0.0466 h_n^x = 0.0466 \cdot 16^{0.90} = 0,565 \text{ detik}$$

Sehingga, berdasarkan waktu getar alami fundamental, struktur gedung memenuhi batas kontrol waktu getar alami.

#### 4.3.3 Analisis Respons Spectrum

- a. Kategori risiko dan faktor keutamaan gempa didapat berdasarkan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 sehingga diperoleh Kategori risiko I atau II dan faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) = 1,0.
- b. Berdasarkan Tabel 2.3, maka diperoleh  $S_i = 1,477$  g,  $S_l = 0,6$  g, Sehingga didapatkan koefisien situs berdasarkan Gambar 2.2 sebesar  $F_a = 1$  dan  $F_v = 1,5$ . Nilai  $C_{rs}$  dan  $C_{rl}$  juga diperoleh dari Tabel 2.3, didapatkan  $C_{rs} = 1,036$  g dan  $C_{rl} = 0,935$  g.
- c. Menghitung parameter respons percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan pada periode 1 detik ( $S_{M1}$ ), dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.
 
$$S_{MS} = F_a \cdot S_s = 1,447 \text{ g}$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_l = 0,9 \text{ g}$$
- d. Parameter kecepatan spektral desain untuk periode pendek  $S_{DS}$  dan periode 1 detik  $S_{D1}$ , dapat dihitung dengan persamaan 2.3 dan 2.4.
 
$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 0,984 \text{ g}$$

$$S_{DI} = 2/3 S_{MS} = 0,600 \text{ g}$$

e. Menentukan  $S_{DSr}$  dan  $S_{DIr}$

$$S_{DSr} = S_{DS} \cdot C_{rs} = 0,984 \cdot 1,036 = 1,019 \text{ g}$$

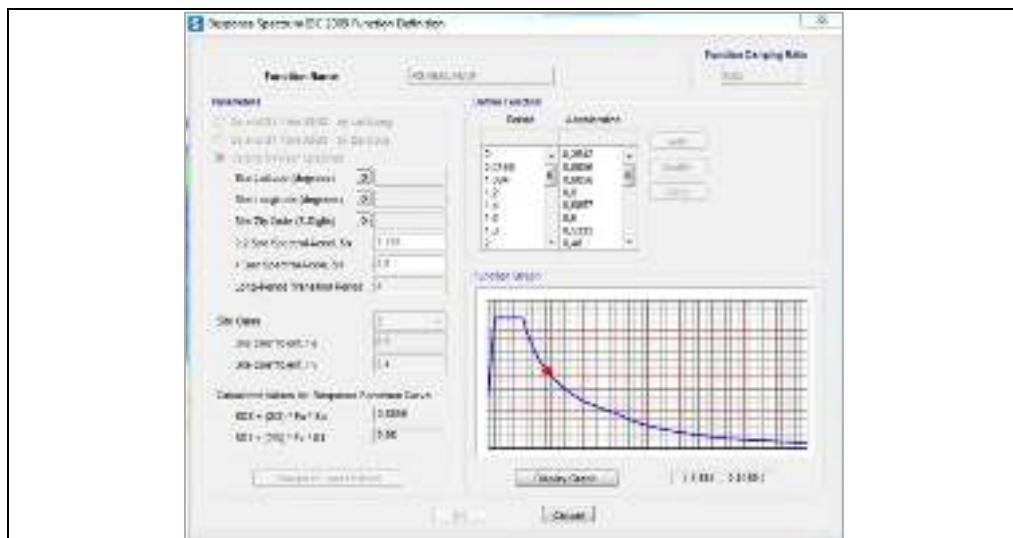
$$S_{DIr} = S_{DI} \cdot C_{rl} = 0,600 \cdot 0,935 = 0,561 \text{ g}$$

Dengan syarat seperti berikut ini, sehingga didapatkan hasil pada Gambar 4.4.

$T < T_o$ , maka  $S_a = S_{DS}(0,4 + 0,6 T/T_o)^2$

$T_o \leq T \leq T_s$ , maka  $S_a = S_{DS} / 3$

$T > T_s$ , maka  $S_a = S_{DI} T^{-1}$

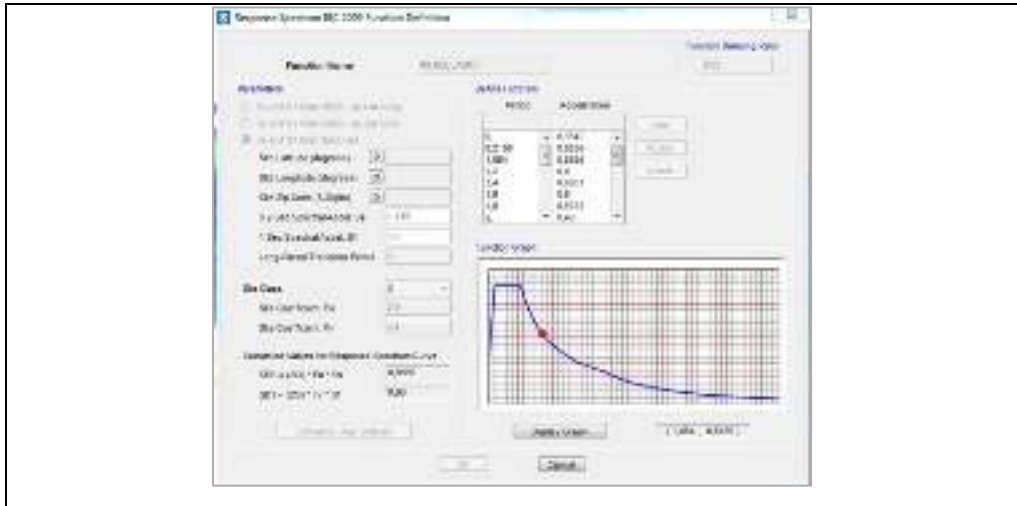


Gambar 4.4 *Load Case Time History*

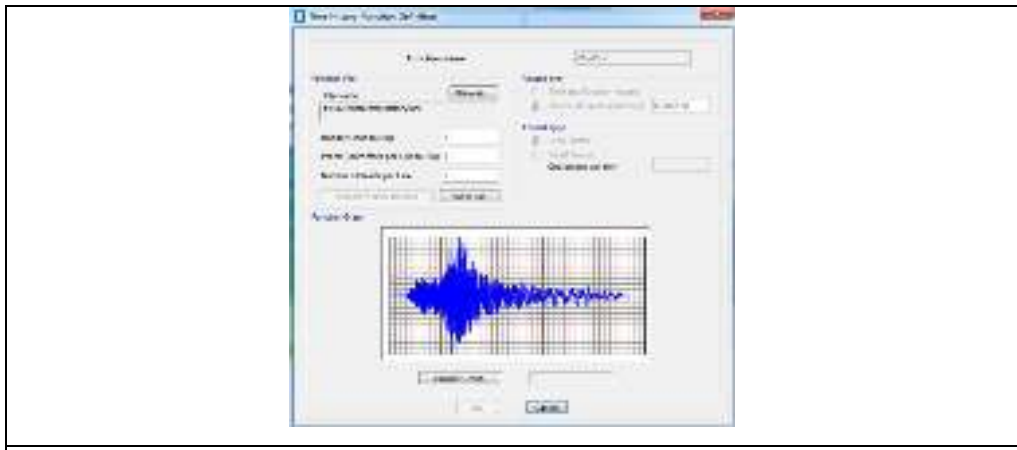
Sumber : SAP2000

#### 4.3.4 Analisis *Time History*

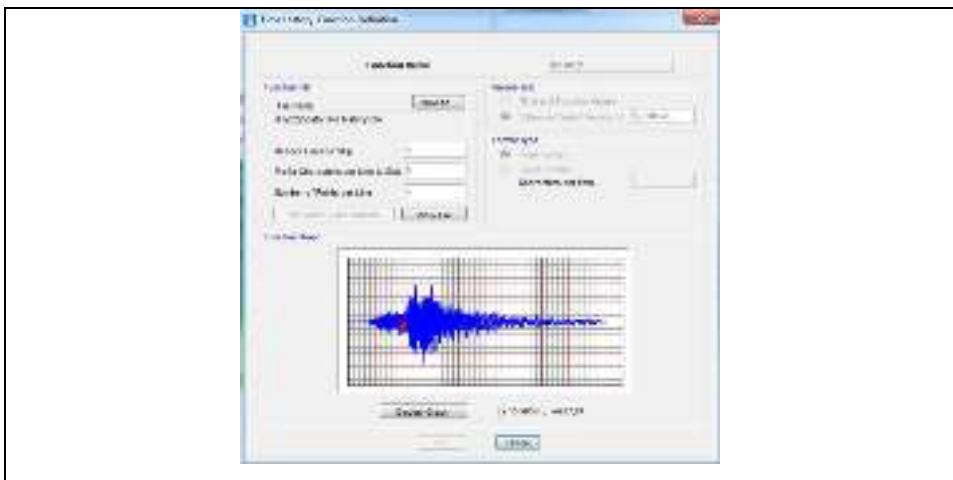
Pada analisis *time history* ini, gempa yang digunakan yaitu gempa Chichi China 1999 yang dinormalisasi dengan program SAP2000. Berikut ini disajikan *matched spectrum* dan *accelorogram* gempa Chichi China 1999 yang dinormalisasi dengan bantuan program SAP2000 pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Matched spectrum* dan *accelorogram* gempa Chichi China 1999  
 Sumber : SAP2000



Gambar 4.6 Hasil *Matched* gempa Chichi China 1999 arah x  
 Sumber : SAP2000



Gambar 4.7 Hasil *Matched* gempa Chichi China 1999 arah y  
 Sumber : SAP2000

Berdasarkan rekaman percepatan tanah gempa diatas, dilanjutkan dengan memasukkan rekaman percepatan gempa ke dalam program SAP2000 untuk dilakukan analisis terhadap bangunan DPMG Aceh Barat.

#### 4.3.5 Base Shear

Nilai *base shear* yang terjadi akibat beban gempa yang dianalisis menggunakan SAP2000 berdasarkan metode *respons spectrum* dan *time history* ditampilkan pada Tabel 4.3.

Nilai koefisien respon seismik dihitung sebagai berikut:

$$C_{s maks} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{IE}\right)} = \frac{0,984}{\left(\frac{8,0}{1,0}\right)} = 0,123 \quad \text{nilai } C_{s maks} \text{ tidak perlu lebih besar dari pada}$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{T_a \left(\frac{R}{IE}\right)} = \frac{0,984}{0,565 \left(\frac{8,0}{1,0}\right)} = 0,218$$

Karena  $S_I = 0,6$  maka diambil nilai  $C_s = 0,123$  harus diperiksa terhadap persamaan

$$C_{s min} = \frac{0,5S_1}{\left(\frac{R}{IE}\right)} = \frac{0,5 \times 0,6}{\left(\frac{8,0}{1,0}\right)} = 0,0375$$

Karena  $C_{s min} < C_{s maks}$ , maka diambil nilai  $C_s = 0,218$

Berat seismik efektif struktur,  $W = 1183,1428$  kN

Hitung gaya geser dasar (*base shear*),  $V$  :

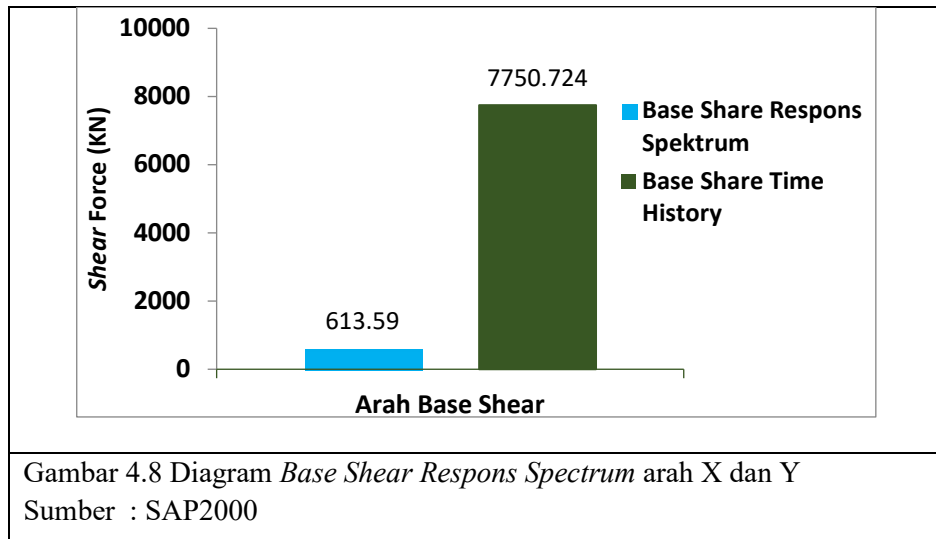
$$V = C_s W$$

$$V = 0,218 \cdot 35553,7798 \text{ kN}$$

$$V = 7750,724 \text{ kN}$$

Tabel 4.2 Base Shear Gempa Respons Spectrum Dan Time History

Analisis	V	Vd (kN)	Vs (kN)	0.85 Vs (kN)	0.85 Vs Vd	Vd > 85% Vs
RS	X	1168,515	1357,482	1153,860	0,987	Memenuhi
	Y	613,059	88,001	74,801	0,122	Memenuhi
TH	X	7750,724	1357,482	1153,860	0,149	Memenuhi
	Y	590,207	88,001	74,801	0,127	Memenuhi



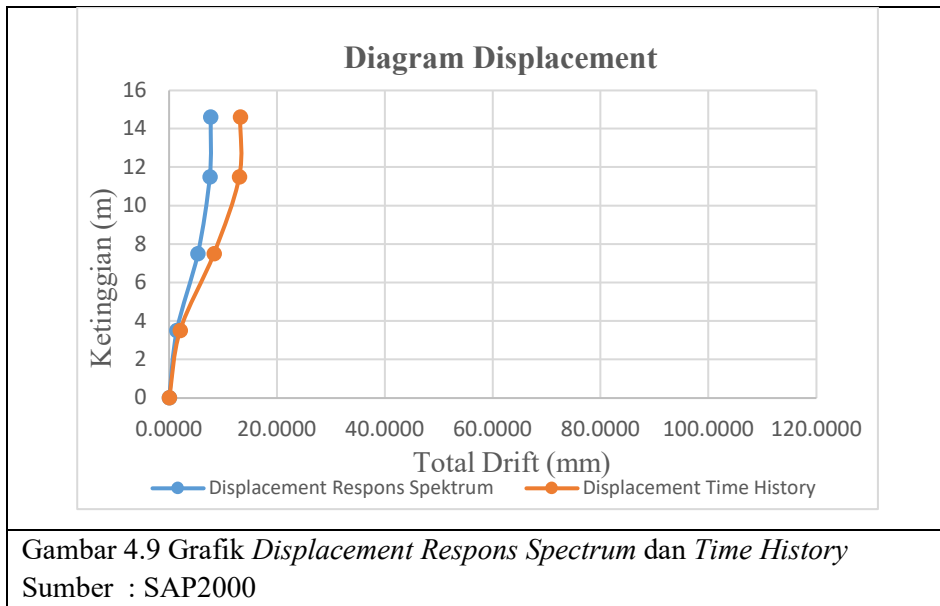
Dari tabel dan diagram diatas, *base shear* yang terjadi pada metode *respons spectrum* pada arah X lebih kecil dibandingkan *Base Shear* yang terjadi pada *time history* arah X, sedangkan *base shear* yang terjadi pada metode *respons spektrum* pada arah Y lebih besar dibandingkan *Base Shear* yang terjadi pada *time history* arah Y.

#### 4.3.6 Displacement

Nilai *displacement* yang diperoleh dari analisis dengan menggunakan metode *respons spectrum* dan *time history* diambil berdasarkan titik-titik di tepi struktur. Berikut ini nilai *displacement* disajikan dalam bentuk table pada setiap metode analisis yang digunakan.

Tabel 4.3 *Displacement Respons Spectrum dan Time History*

Lantai	<i>Respons Spectrum</i>		<i>Time History</i>	
	X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y(mm)
Atap	5,3856	7,6871	9,1130	13,1720
3	5,3856	7,5316	9,0400	13,0000
2	3,5124	5,3021	5,2700	8,3030
1	0,8647	1,4024	1,1030	2,0030



Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwasanya *displacement* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar pada setiap lantai dibandingkan dengan *displacement* yang terjadi pada metode *respons spectrum*.

#### 4.3.7 Rasio Simpangan Antar Lantai (*Drift Ratio*)

Penentuan rasio simpangan antar lantai tingkat desain (*drift ratio*) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat atas dan bawah yang ditinjau. Berikut hasil drift ratio pada arah x dan arah y dari kedua metode tersebut. Berdasarkan persamaan 2.10 dan 2.11 maka nilai *drift ratio* dapat dihitung.

$$\begin{aligned} \Delta_{xl} &= (\delta_{e2} - \delta_{e1}) \cdot C_d / I_e \\ &= (0,8647 - 0) \cdot 5,5 / 1 \\ &= 4,7558 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol simpangan antar lantai ijin ( $\Delta_a$ ) berdasarkan Tabel 2.3, maka dapat dihitung.

$$\Delta_a = 0,025_{hsx} = 0,025 \cdot 4000 = 100 \text{ mm} > 4,7558 \text{ mm} \quad (\text{Aman})$$



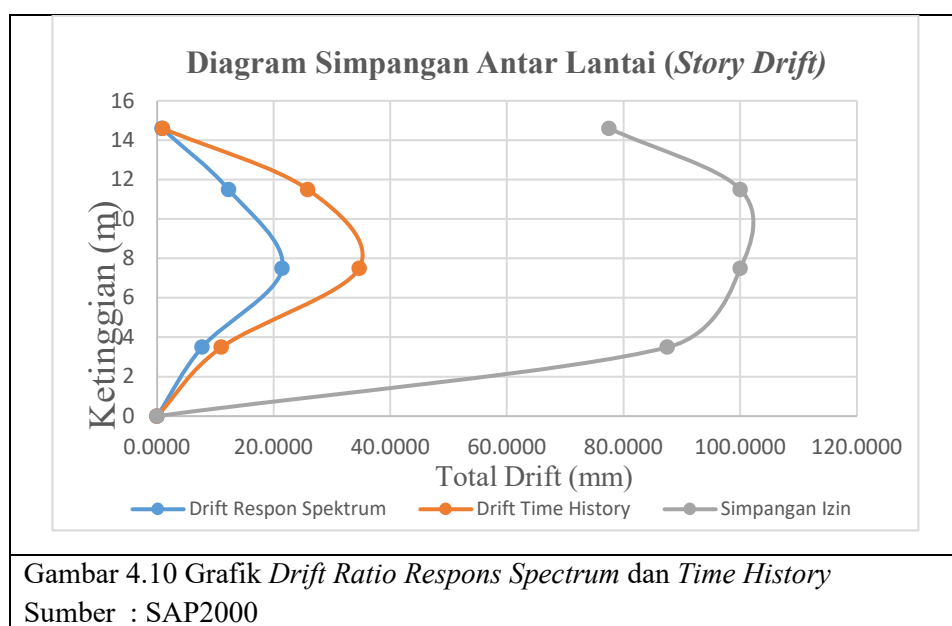
Untuk nilai *drift ratio* secara keseluruhan disajikan pada Tabel 4.4 sampai Tabel 4.5 dan Gambar 4.10

Tabel 4.4 *Drift Ratio Respons Spectrum*

Lantai	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta a$ (ijin)	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	0,0000	0,8550	100	Aman
3	10,3026	12,2625	110	Aman
2	14,5622	21,4480	112,5	Aman
1	4,7558	7,7134	100	Aman
0	0,0000	0,0000	0	Aman

Tabel 4.5 *Drift Ratio Time History*

Lantai	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta a$ (ijin)	Keterangan
	(mm)	(mm)	(mm)	
Atap	0,4015	0,9460	100	Aman
3	20,7350	25,8335	110	Aman
2	22,9185	34,6500	112,5	Aman
1	6,0665	11,0165	100	Aman
0	0,0000	0,0000	0	Aman



Gambar 4.10 Grafik *Drift Ratio Respons Spectrum* dan *Time History*  
 Sumber : SAP2000

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwasanya *drift ratio* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar pada setiap lantai dibandingkan dengan *drift ratio* yang terjadi pada metode *respons spectrum*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Berdasarkan perhitungan dan hasil analisis pada Bab IV, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai *Base shear* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar 92% dibandingkan dengan *base shear* yang terjadi pada metode *respon spectrum*.
2. Nilai *displacement* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar 42 % dibandingkan dengan nilai *displacement* yang terjadi pada metode *respon spectrum*
3. Nilai *drift ratio* yang terjadi pada metode *time history* lebih besar 38 % dibandingkan dengan nilai *drift ratio* yang terjadi pada metode *respon spectrum*.
4. Pada analisis ini metode analisis gempa *respon spectrum* menimbulkan gaya dan efek yang cenderung lebih kecil dari pada analisis gempa *time history* pada bangunan meskipun telah dinormalisasi.
5. Dari hasil yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwasanya bangunan yang ditinjau masih dalam keadaan aman setelah diberikan gaya gempa baik dengan metode *respon spektrum* maupun *time history*.

#### **5.2 SARAN**

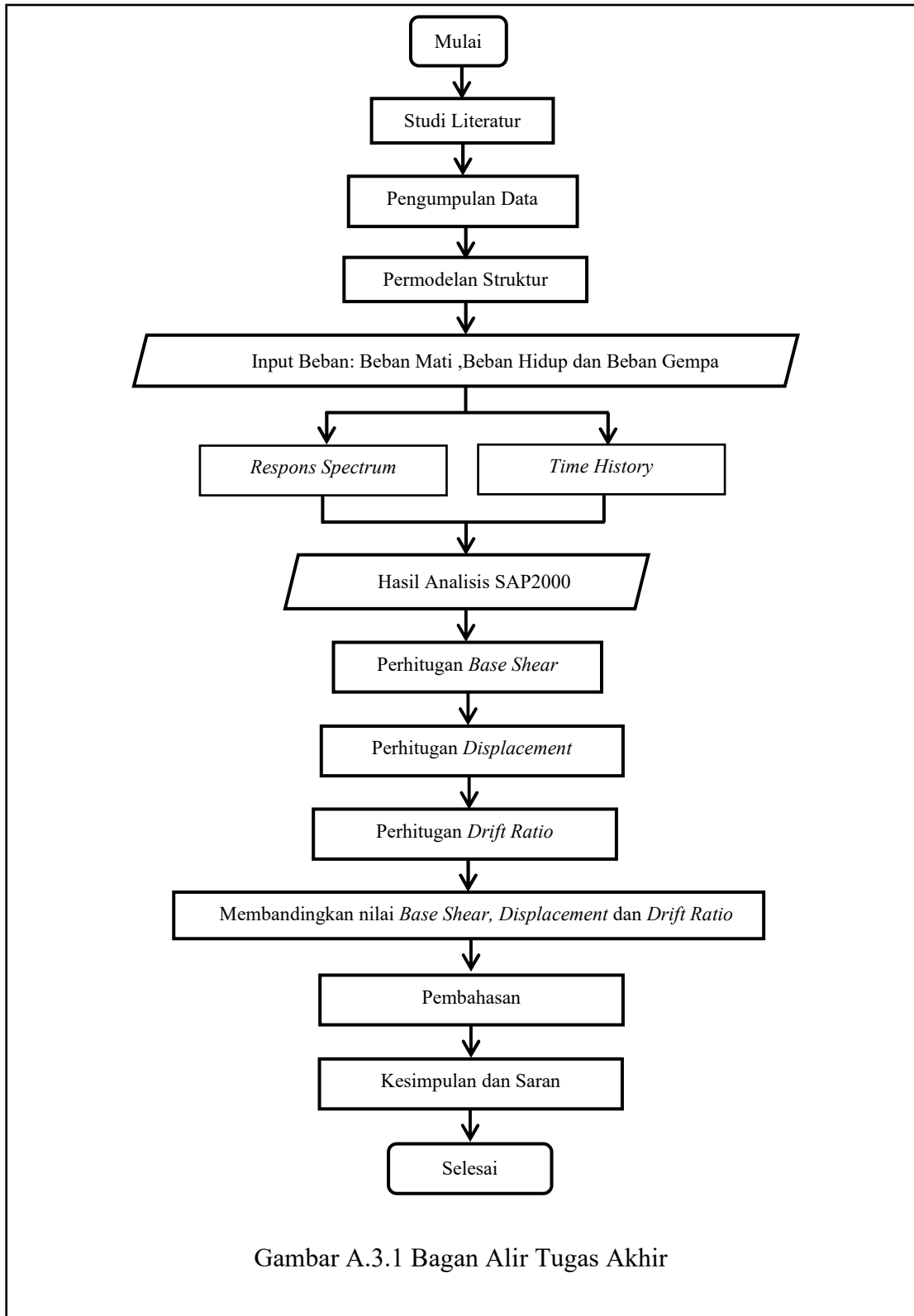
1. Diharapkan adanya analisis lanjutan yang dilakukan terhadap gedung ini seperti pendetailan perhitungan terhadap elemen struktur agar didapatkan hasil yang lebih maksimal dan efisien.
2. Dalam melakukan analisis struktur dapat digunakan program bantu lainnya seperti ETABS.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726:2019)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2019)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019)*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Setiawan. A. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2011. *Desain Spektra Indonesia*, [Puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://Puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/), Puskim.pu.go.id, Jakarta.
- Sunarto. A. 2018. *Perbandingan Respons Struktur Gedung Tidak Beraturan Horizontal Akibat Gempa Dengan Analisis Statik dan Dinamik (The Comparison Of Irregular Horizontal Abuilding Structure's Response Effect Of Earthquake With Static And Dinamic Analysis)*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ayu D. Bayyinah. L.N dan Faimun. 2017. *Studi Perbandingan Analisis Respon Spektra dan Time History untuk Desain Gedung*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya.
- PT. Hesa Laras Cemerlang. 2019. *Respons Spektrum dalam Perencanaan Bangunan Tahan Gempa*, <https://hesa.co.id/respons-spektrum-dalam-perencanaan-bangunan-tahan-gempa>, hesa.co.id, Jakarta Timur.
- Muyasir. A. 2019. *Analisis Dinamik Gedung Kejaksaan Negeri Kabupaten Pidie Jaya Dengan Metode Time History*, Tesis (S2), Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.

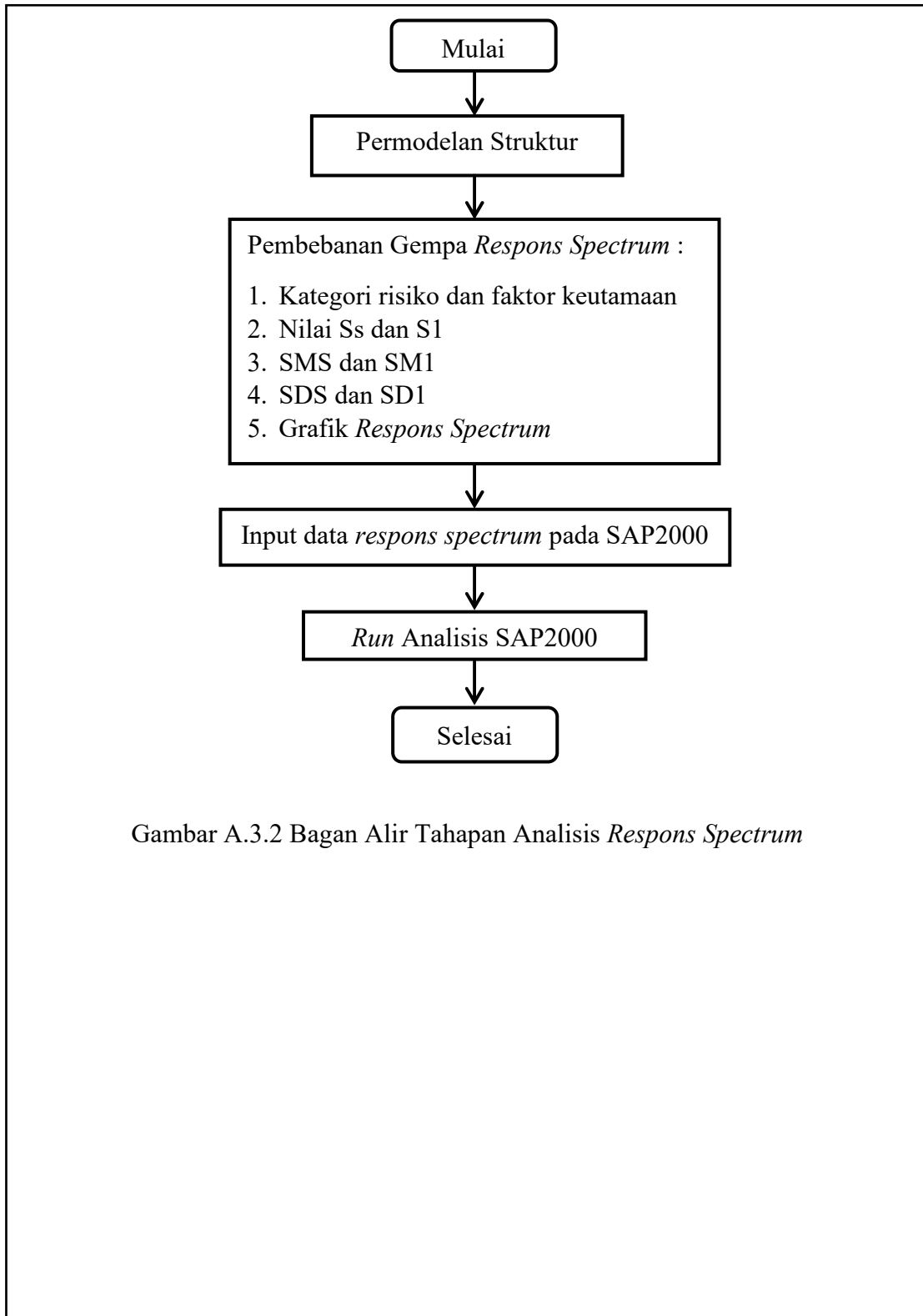
- Budiono B. Supriatna L. 2016. *Studi Komparasi Desai Bangunan Tahan Gempa dengan menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-210X*.
- Pawirodikromo W. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Kevin dan Barus S. 2014. *Kajian Perbandingan Respon Dinamik Linier Dengan Analisis Riwayat Waktu (Time History Analysis) Menggunakan Modal Analisis (Mode Superposition Method) Dan Integrasi Langsung (Direct Time Integration Method)*. Departement Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.

## LAMPIRAN A



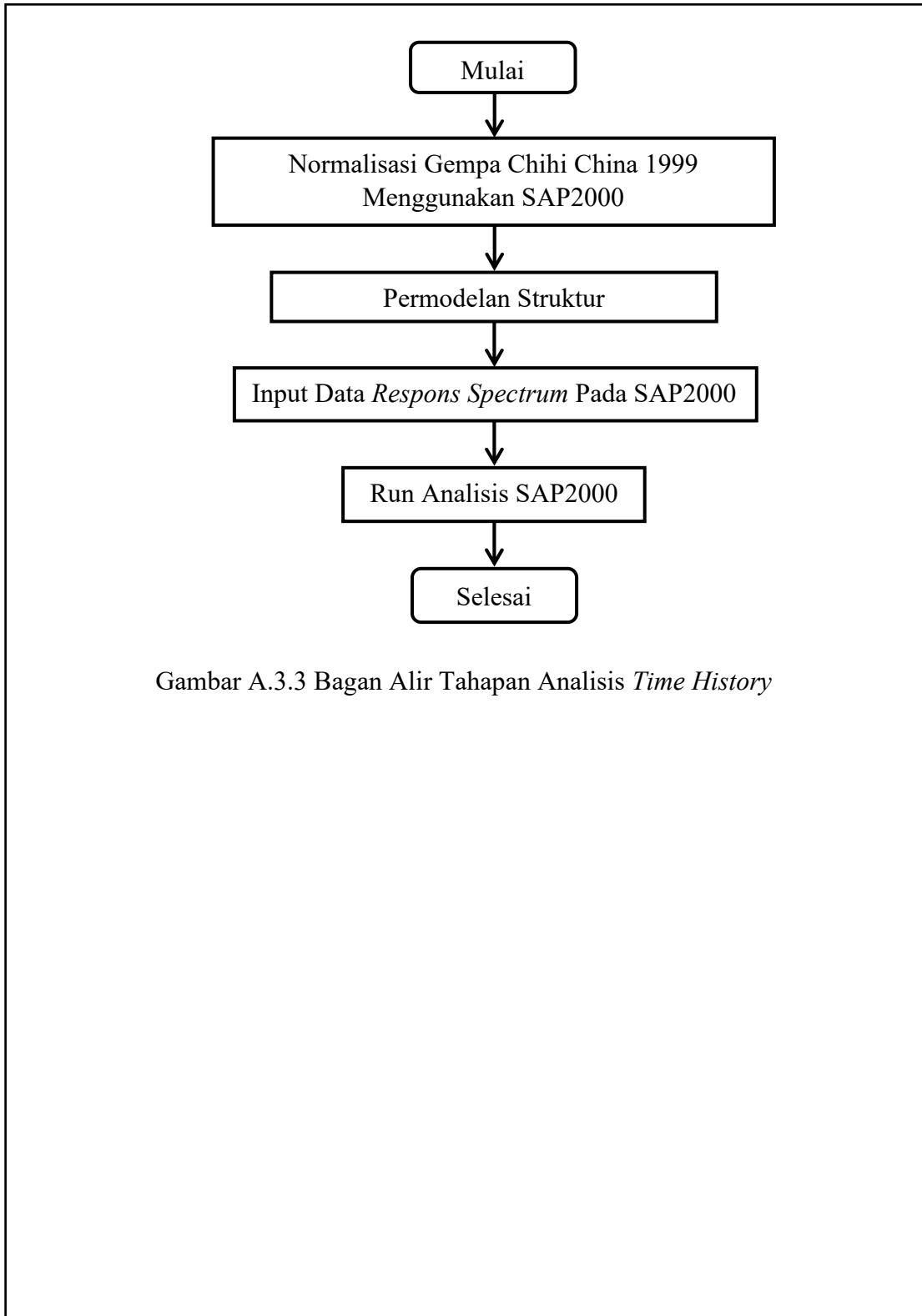
Gambar A.3.1 Bagan Alir Tugas Akhir

## LAMPIRAN A



Gambar A.3.2 Bagan Alir Tahapan Analisis *Respons Spectrum*

LAMPIRAN A



Gambar A.3.3 Bagan Alir Tahapan Analisis *Time History*









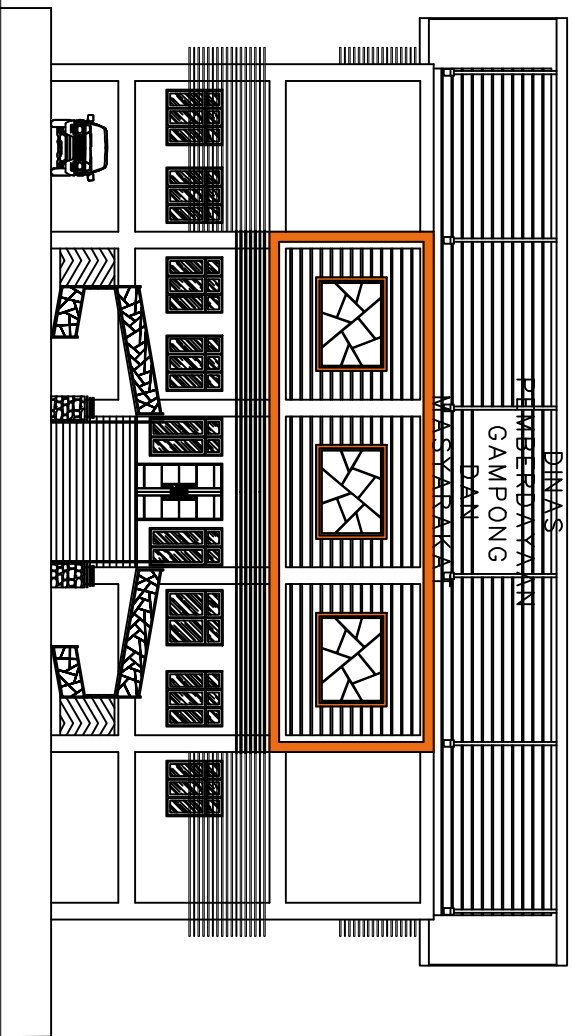
**PENERBITAH KABUPATEN ACEH BESAR**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selimpengseng Lembang BICOH - Pekanbaru

**GAMBAR RENCANA**

**PERENCANAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perhubungan  
 Masyarakat dan Gampong

**LOKASI :**  
 Kecamatan Jahan Pajeneh  
 Kabupaten Aceh Besar

**REVISI :**



<p><b>Nama Paket :</b>                  DESD Pembangunan Gedung Dinas Perhubungan Masyarakat dan Gampong</p> <p><b>Judul Gambar :</b>                  Nama Gedung: Pembangunan Sistem dan Perencanaan Ruang</p> <p><b>Dibuat oleh :</b>                  Nama: YULIANDA, ST                  No. 2002032002100</p>	<p><b>Dibuat oleh :</b>                  Konsultan Perencanaan                  PT. INOVASI WYGA KREAV LINDA                  Design, Supervision and Management</p>	<p><b>Konsultan Perencanaan</b>                  PT. INOVASI WYGA KREAV LINDA                  Design, Supervision and Management</p>	<p><b>Konsultan Perencanaan</b>                  PT. INOVASI WYGA KREAV LINDA                  Design, Supervision and Management</p>	<p><b>TAHUN ANGGARAN 2020</b></p>
---	--	---	---	-----------------------------------

**CATATAN/LAMBEKAL**



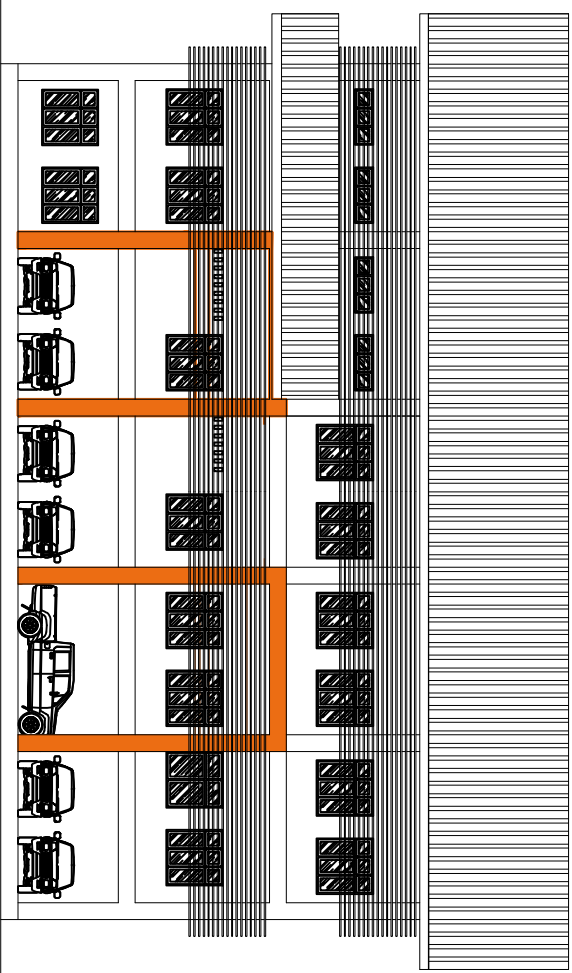
**PENEROWAH KABUPATEN ACEH BESAR**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selimpangsempit Lembang BICOH - Pematang

**GAMBAR RENCANA**

**PERENCANAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian  
 Masyarakat dan Perdagangan

**LOKASI :**  
 Kawasan Jalan Pajajaran  
 Kabupaten Aceh Besar

**REVISI :**



TAMPAK BELAKANG

<p><b>Nama Paket :</b>                  DESU Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian Masyarakat dan Perdagangan  <b>Judul Gambar :</b>                  Nama Gedung: Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian Masyarakat dan Perdagangan                  Disusun oleh:                  Nama: YULIANDA, ST                  No. 200203200027100</p>	<p><b>Dibuat oleh :</b>                  Pejabat Pembuat Komando (PPK) Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang                  Kabupaten Aceh Besar                  Nama: YULIANDA, ST                  No. 200203200027100</p>	<p><b>Dibuat oleh :</b>                  Konsultan Perencanaan                  PT. INOVASI TEKNOLOGI LAMA                  Design, Supervision and Management                  Nama: TEGUH HARZAL, ST, MT</p>	<p><b>Konsep Perencanaan</b>                    PT. INOVASI TEKNOLOGI LAMA                  BERKUALITAS BERKEMAMAHAN &amp; BERKINERJA                  Jl. Sisinga Raya No. 100, Lingsar, Aceh Besar                  Telp. (0651) 8211111, 8211112, 8211113                  Email: info@inovasi-tl.com, sales@inovasi-tl.com</p>	<p><b>CATATAN/LAMBEKAL</b></p>	
<p><b>Disetujui :</b>                    Nama: YULIANDA, ST                  No. 200203200027100</p>		<p><b>Disetujui :</b>                    Nama: TEGUH HARZAL, ST, MT</p>		<p><b>TAHUN ANGGARAN 2020</b></p>	

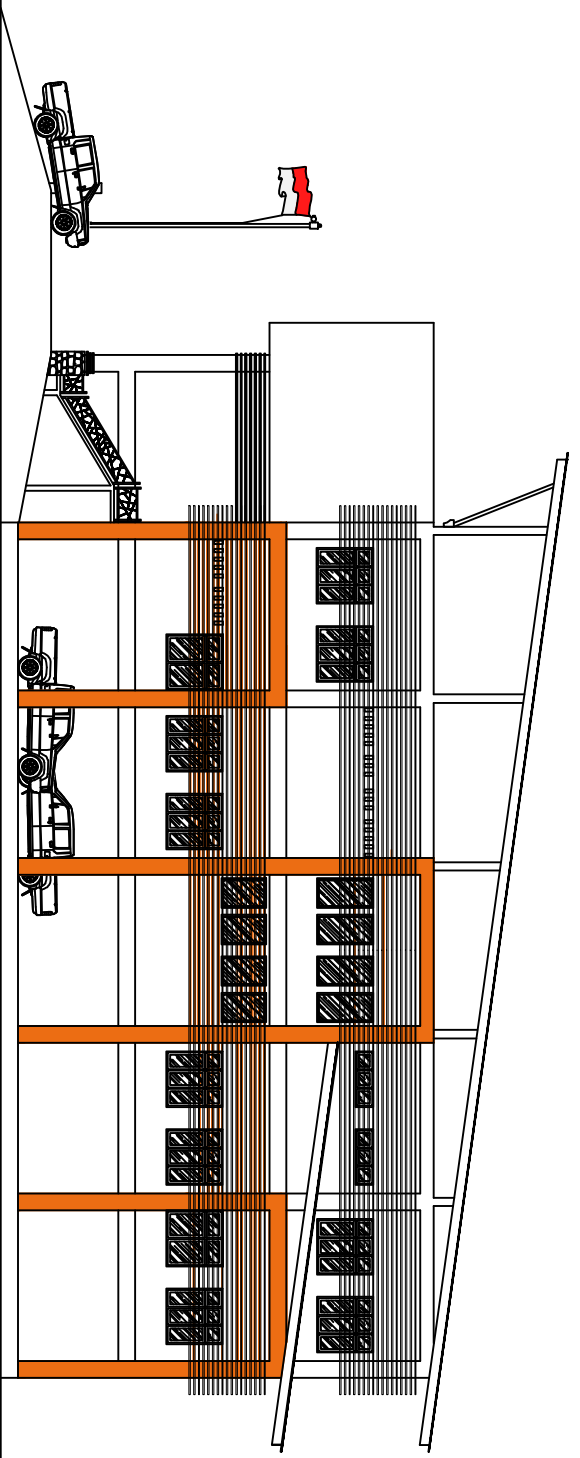
**PENERONTAN KABUPATEN ACEH BESAR**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selimpangsepi Lembang BICOH - PULAUH

**GAMBAR RENCANA**

**PERENCANAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian  
 Masyarakat dan Perdagangan

**LOKASI :**  
 Kecamatan Achen Pelajar  
 Kabupaten Aceh Besar

**REVISI :**



TAMPAK SAMBUNG KAWAH

<p><b>Nama Paket :</b></p> <p>DESD Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian Masyarakat dan Perdagangan</p> <p><b>Judul Gambar :</b></p> <p>Gedung Dinas Perindustrian Masyarakat dan Perdagangan</p> <p><b>Dibuat oleh :</b></p> <p>YULIANDA, ST          No. 20020320027100</p>	<p><b>Diperiksa oleh :</b></p> <p>YULIANDA, ST          No. 20020320027100</p>	<p><b>Dibuat oleh :</b></p> <p>KEWASIHAN PERENCANAAN          PT. INOVASI TEKNOLOGI LAMA          Design, Supervision and Management</p>	<p><b>Kewasihan Perencana</b></p> <p><b>TAHUN ANGGARAN 2020</b></p>	<p><b>CATATAN/LAMBEKAL</b></p>
--	--	--	---	--------------------------------

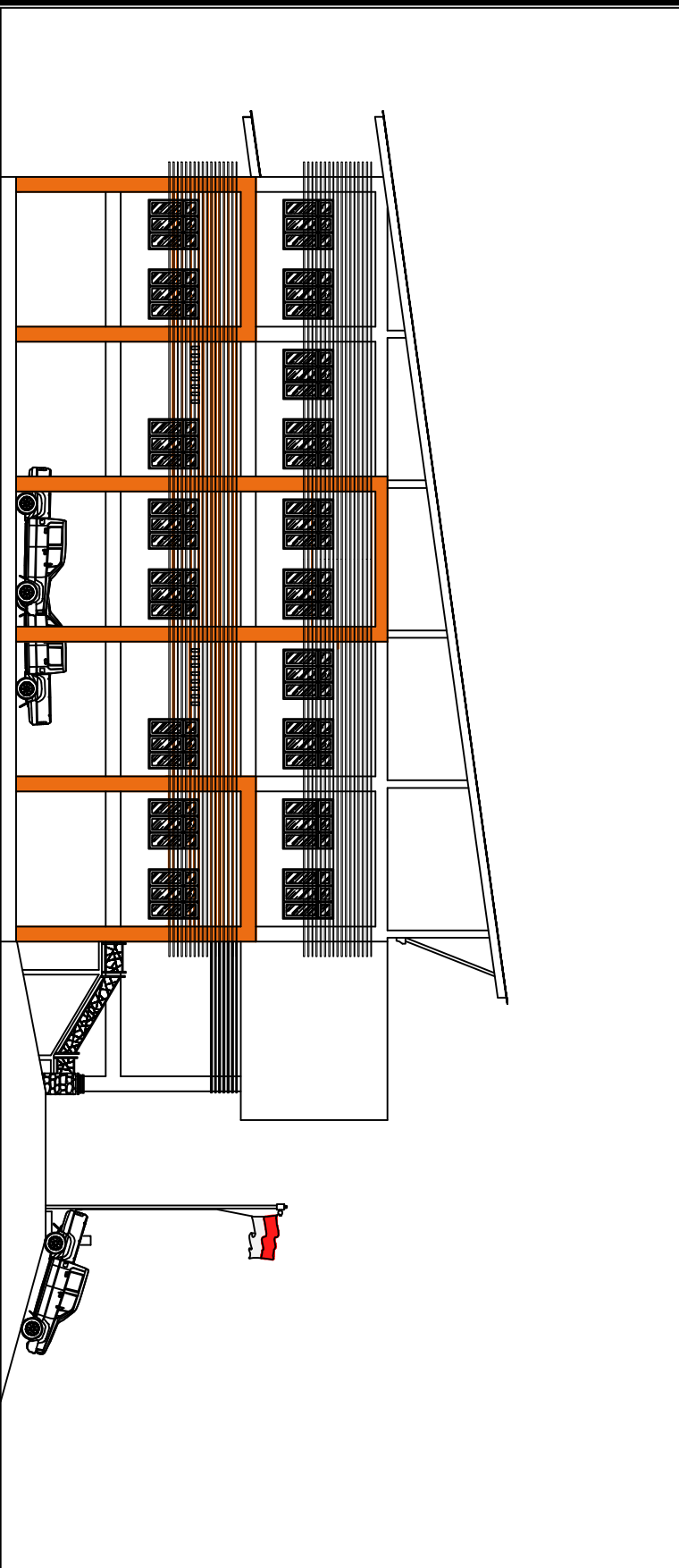
**PENERBITAN KARPATAN ACHH BUNYAT**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selatpanjang I Lereng BISON - Pekanbaru

**GAMBAR RENCANA**

**PERENCANAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perhubungan  
 Kecamatan dan Gempeng

**LOKASI :**  
 Kecamatan Achen Pelajar  
 Kabupaten Aceh Besar

**REVISI :**



**JABANG SAHIBUNG KIRI**

<p><b>Nama Paket :</b>                  DESU Pembangunan Gedung Dinas Perhubungan Kecamatan dan Gempeng  <b>Jenis Gedung :</b>                  Gedung Kantor</p>	<p><b>Disusun oleh :</b>                  Pejabat Pemasangan Teknik (Keguruan/guru) Pemasangan Teknik (Keguruan dan Teknik) Pemasangan Teknik (Keguruan dan Teknik) Pemasangan Teknik (Keguruan dan Teknik) Pemasangan Teknik (Keguruan dan Teknik)</p>	<p><b>Disusun oleh :</b>                  Kearsifan Pemasangan PT. INOVASI TEKNOLOGI LAMA Design, Supervision and Management</p>	<p><b>Kearsifan Pemasangan</b>                    PT. INOVASI TEKNOLOGI LAMA                  Kearsifan Pemasangan S. JAHIRUDDIN                  Jl. Selatpanjang I Lereng BISON - Pekanbaru</p>	<p><b>CATATAN/LAMBEKAL</b></p>
<p><b>Disetujui :</b>                    Kepala Dinas</p>	<p><b>YULIANDA, ST</b>                  No. 000070 200271 000</p>	<p><b>TELUK HAZZAL, ST, MT</b>                  Kepala Dinas</p>	<p><b>TAHUN ANGGARAN 2020</b></p>	

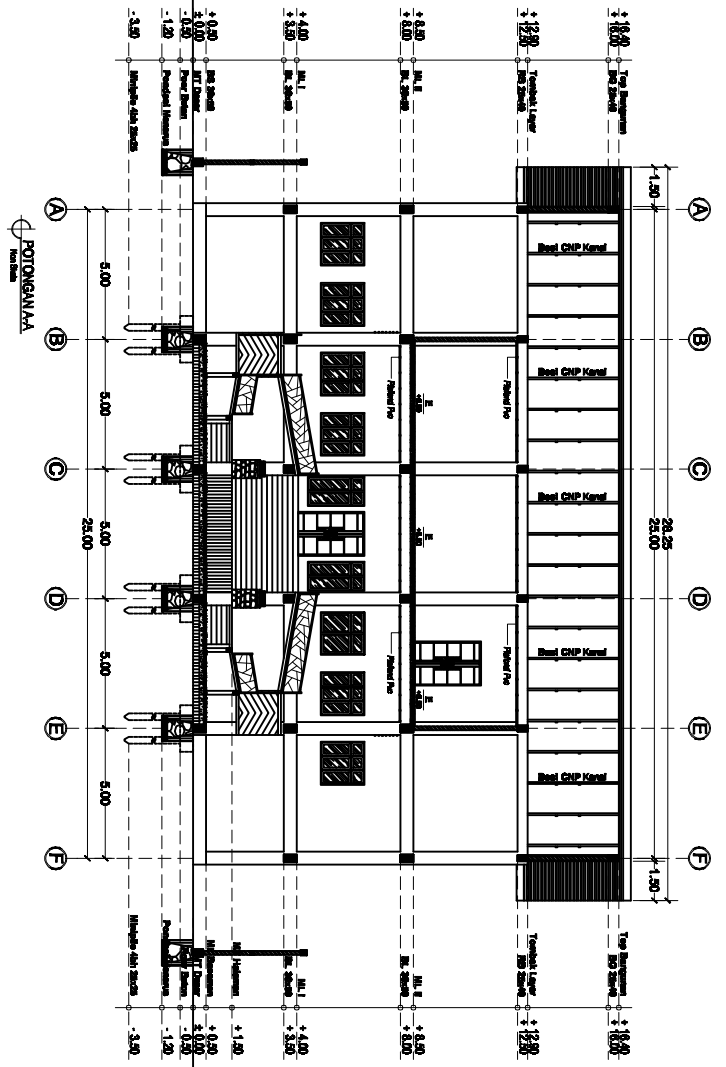
**PENEROWAH KABUPATEN ACEH BESAR**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selimpengseng Lembang BOLON - KUALA


**GAMBAR RENCANA**

**PEKERJAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian  
 Masyarakat dan Perdagangan

**LOKASI :**  
 Kecamatan Jihon Bayu  
 Kabupaten Aceh Besar

**REVISI :**



<p><b>Nama Paket :</b>                  DESU Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian Masyarakat dan Perdagangan  <b>Audit Gedung :</b>                  Nama Gedung :                  Alamat :                  No. :                  Kecamatan :                  Kabupaten :</p>	<p><b>Disusun oleh :</b>                  Pejabat Pembina Teknis (Ketua/PPPTK)                  Perencanaan, Inspeksi, Pengawasan dan Tata Ruang                  Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang</p>	<p><b>Disusun oleh :</b>                  Konsultan Perencanaan                  PT. INOVASI WEGA KREAV LINDA                  Design, Supervision and Management</p>	<p><b>Konsultan Perencanaan</b>                    PT. INOVASI WEGA KREAV LINDA                  KAWANAN BANGUNAN S. JAHRI MUBTAKIN                  Jl. Raya Garuda No. 100, Lingsar, Aceh Besar, Aceh                  Telp. (0651) 8222222</p>	<p><b>TAHUN ANGGARAN 2020</b></p>	<p><b>CATATAN/LAMBEKAL 1</b></p>
---	---	---	--	-----------------------------------	----------------------------------



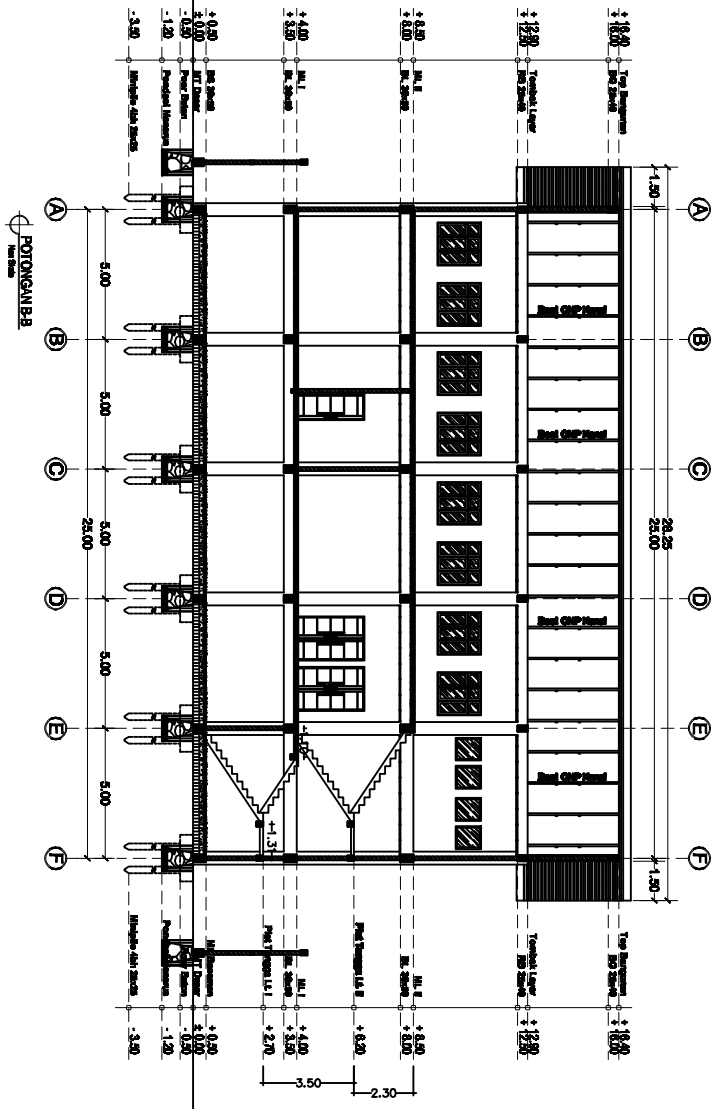
**PENERONTAN KABUPATEN ACEH BESAR**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selimpangsempit Lembang BUCHE - KUALAH


**GAMBAR RENCANA**

**PEKERJAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian  
 Masyarakat dan Perdagangan

**LOKASI :**  
 Kecamatan Jaban Pajenean  
 Kabupaten Aceh Besar

**REVISI :**



<p><b>Nama Paket :</b>                  DESD Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian Masyarakat dan Perdagangan dan Gedung  <b>Audit Gedung :</b>                  Nama Gedung :                  No. :                  Nama Paket :                  No. :                  Nama Paket :                  No. :</p>	<p><b>Disusun oleh :</b>                  Pejabat Pembina Teknis Wilayah (PTPT)                  Perencanaan, Inspeksi, Pengawasan dan Tata Ruang                  Kabupaten Aceh Besar                  Nama :                  No. :                  Nama Paket :                  No. :</p>	<p><b>Disusun oleh :</b>                  Konsultan Perencanaan                  PT. INOVASI WEGA KREAV LINDA                  Design, Supervision and Management                  Nama :                  No. :                  Nama Paket :                  No. :</p>	<p><b>Konsultan Perencanaan</b>                    PT. INOVASI WEGA KREAV LINDA                  KAWANAN BANGUNAN S. JABAN BUKHARI                  Jl. ...                  Telp. ...                  Email : ...</p>	<p><b>TAHUN ANGGARAN 2020</b></p>	<p><b>CATATAN/LAMBEKAL 1</b></p>
--	---	---	--	-----------------------------------	----------------------------------

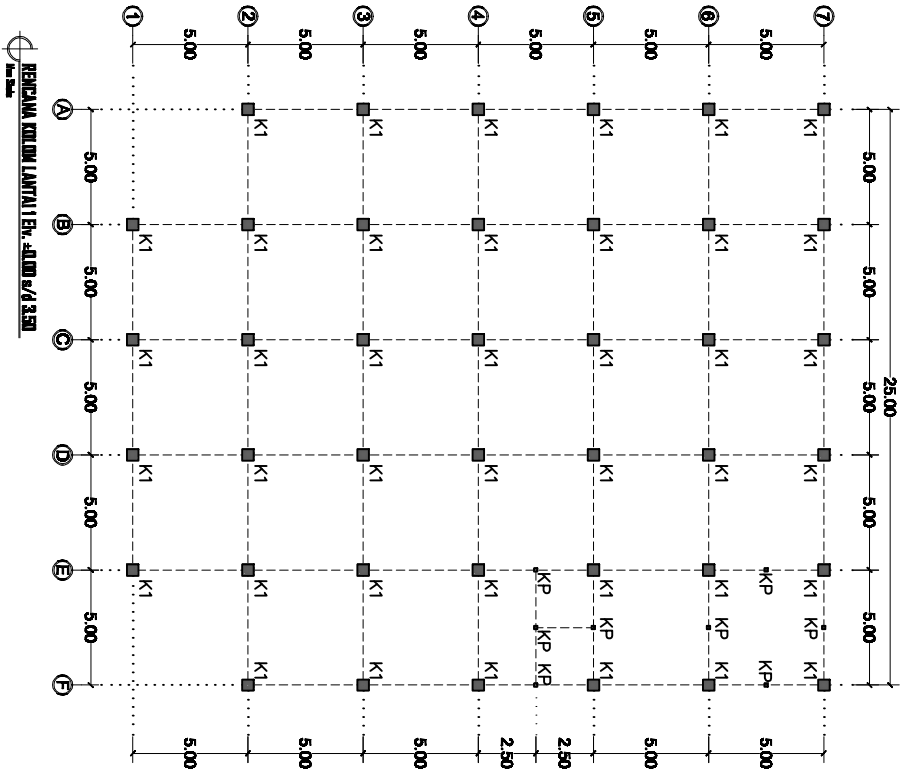
**PENERANGAN KARPANTEN ACEH BARAT**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selimpangrayi Lembang BICOH - PULAUH

**GAMBAR RENCANA**

**PERENCANAAN :**  
 Perencanaan Gedung Dinas Perindustrian  
 Menegker dan Gempeng

**LOKASI :**  
 Kecamatan Achen Rajawati  
 Kabupaten Aceh Barat

**REVISI :**



NOTASI	K1 → 40 UNT	KP → 8 UNT
<b>GAMBAR</b>		
<b>DIMENSI</b>	60 x 60	15 x 15
<b>TJLANGAN</b>	16 bh - D22	4 bh - Ø12
<b>SENGKANG</b>	Ø12 - 15 cm	Ø8 - 15 cm

**Nama Perihal :** \_\_\_\_\_

**DESD Perencanaan Gedung Dinas Perindustrian Menegker dan Gempeng**

**Judul Gambar :** \_\_\_\_\_

**Disusun oleh :** \_\_\_\_\_

**Revisi :** \_\_\_\_\_

**Disetujui :** \_\_\_\_\_

**Perencana Perencanaan Teknik (Inggris/PTK)**  
 Perencanaan Teknik Struktur dan Tata Ruang  
 Gedung Dinas Perindustrian dan Gempeng

**Disusun oleh :** \_\_\_\_\_

**Konvensi Perencanaan**  
 PT. INOVASI TEKNOLOGI LAMA  
 Design, Supervision and Management

**Konvensi Perencanaan**

**TAHUN ANGGARAN 2020**

**CEKLISTRIK/LANGKA 1**

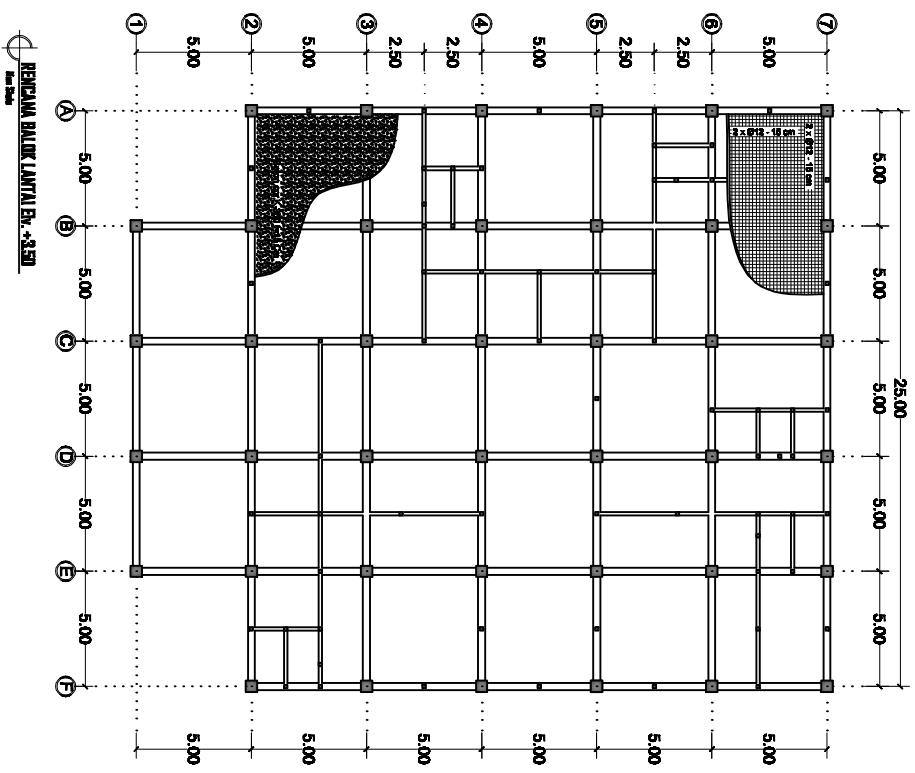
**PENERANGAN KARPATEN ACEH BARAT**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selatpanjang I Lereng BICOH - Pematang

**GAMBAR RENCANA**

**PEKERJAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perhubungan  
 Kementerian dan Gubernur  
 Aceh

**LOKASI :**  
 Kecamatan Jahan Pajeneh  
 Kabupaten Aceh Barat

**REVISI :**



NOTASI	DETAIL PLAT LANTAI			
GAMBAR				
TULANGAN ATAS	2 x Ø12 - 15 cm			
TULANGAN BAWAH	2 x Ø12 - 15 cm			
TULANGAN TROMBOL	Ø12 - 30 cm			

NOTASI	BALOK LANTAI		BALOK LANTAI BANTU	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR				
DIMENSI	30 x 50		15 x 20	
TULANGAN	13 bh - D22		5 bh - Ø12	
SENGKANG	Ø12 - 10 cm	Ø12 - 15 cm	Ø9 - 10 cm	Ø9 - 15 cm

**Nama Paket :** D202 Pembangunan Gedung Dinas Perhubungan Kementerian dan Gubernur  
**Judul Gambar :** RENCANA BALOK LANTAI B1 - 3/50  
**Disusun oleh :** YULIANDA, ST  
 No. 202020300021000  
**Dibuat oleh :** KEMALAN PERENCANA PT. INOVASI TEKNOLOGI BANGSA  
 Design, Supervision and Management  
**KEMALAN PERENCANA**  
 PT. INOVASI TEKNOLOGI BANGSA  
 JALAN SELATPANJANG I LERENG BICOH - PEMATANG  
 NO. 2020300021000  
**TAHUN ANGGARAN 2020**

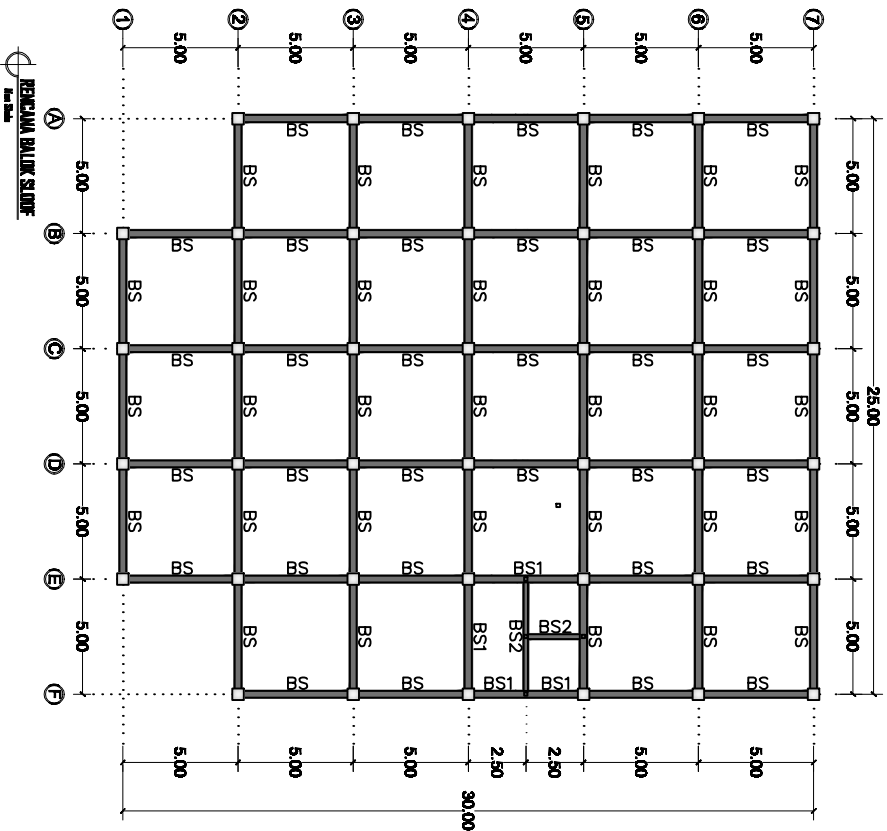
**PENERANGAN KARPENTEN ACHH BUNYAT**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENYATAAN RUANG**  
 Jalan Selangemangga I Lereng BOCOR - Pekanbaru

**GAMBAR RENCANA**

**PEKERJAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian  
 Menyangket dan Gempeng

**LOKASI :**  
 Kawasan Jalan Rajawali  
 Kelurahan Achih Buntar

**REVISI :**



GAMBAR	B. SLOOF (BS1)		B. SLOOF BANTU (BS2)	
	TUMPUKAN	LAPANGAN	TUMPUKAN	LAPANGAN
DIMENSI	30 x 50		15 x 20	
TULANGAN	13 bh - D22		5 bh - Ø12	
SENGKANG	Ø12 - 10 cm	Ø12 - 15 cm	Ø8 - 10 cm	Ø8 - 15 cm

**Nama Paket :** Pekerjaan Perencanaan Struktur Bangunan (PTK) Perencanaan Struktur Bangunan dan Teras Luar

**Disusun oleh :** Koroelan Permana  
 PT. INOVASI WYDA KREAV KADUA  
 Design, Supervision and Management

**Disetujui oleh :** Nopriah

**Disetujui oleh :** YULIANDA, ST  
 No. 2022030002100

**TAHUN ANGARAN 2020**

**TAHUN ANGARAN 2020**

**CONTOH/LAMBEKAL 1**

**PERUSAHAAN:** PT. INOVASI WYDA KREAV KADUA  
 Kawasan Industri Pabrik Bontar, Kecamatan Bontar, Kabupaten Aceh Besar

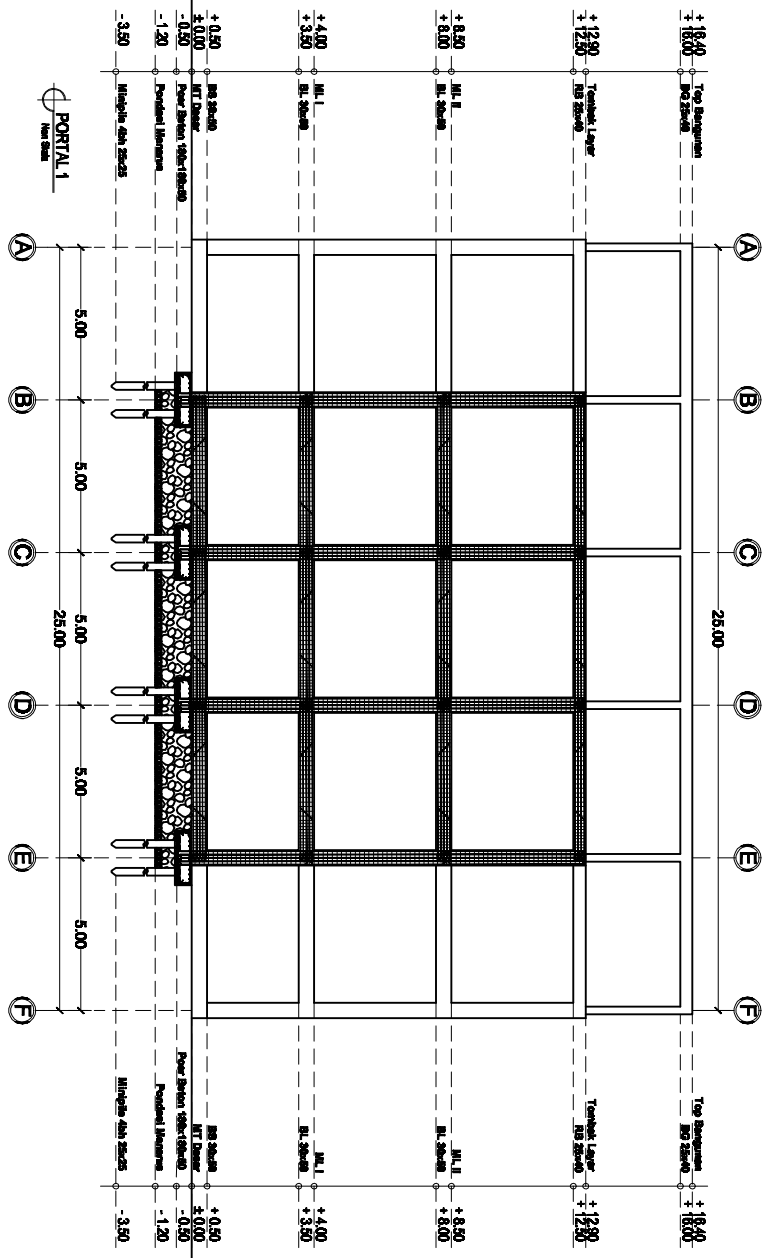
**PENERANGAN KARPATEN ACHH BUNAY**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG**  
 Jalan Selatpanjang - Lingsi BIRUH - Pekanbaru

**GAMBAR RENCANA**

**PEKERJAAN :**  
 Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian  
 Menyangkut dan Gempang

**LOKASI :**  
 Kawasan Jalan Rajawali  
 Kelurahan Achih Buntar

**REVISI :**



Nama Paket : DESD Pembangunan Gedung Dinas Perindustrian Menyangkut dan Gempang Alamat Gedung : Diusung : Dibuat oleh :	Disusun oleh : YULIANDA, ST No. 000070 2002 1 000	Disusun oleh : TEGUH HARZAL, ST, MT Designer	Kemandirian Pemasangan PIR INOVASI YOGA KIRAV LINDA KAWANILAH PAPERPRINTING S. JAWA BARAT BANGUNAN PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN Jl. Raya Sekeloa Tengah No. 100 Sekeloa Tengah, Kecamatan Sekeloa Tengah, Kabupaten Sekeloa Tengah, Provinsi Riau	CATATAN / LAMPIRAN 1
---	---	--	--	----------------------