

**PERENCANAAN DINDING GESER GEDUNG KEUANGAN
NEGARA BANDA ACEH MENGGUNAKAN
SNI GEMPA 1726:2019**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:
PAULINA BR SIHOTANG

NIM : 1805903020086
Bidang : Struktur
Jurusan : Teknik Sipil



**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TEUKU UMAR
ALUE PEUNYARENG, ACEH BARAT
2022**

PENGESAHAN

PERENCANAAN DINDING GESER GEDUNG KEUANGAN NEGARA BANDA
ACEH MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726:2019

Oleh:

Nama Mahasiswa : Paulina Br Sihotang
Nomor Induk Mahasiswa : 1805903020086
Bidang Studi : Struktur
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022

Disetujui Oleh,
Pembimbing



Yulita Rahmi, S.T.,M.Eng
NIP:199006162019032024

Disetujui Oleh,
Dekan Fakultas Teknik

Dr.Ir. M.Isya, M.T
NIP: 196204111989031002

Diketahui/Disahkan Oleh,
a/n Ketua Jurusan Teknik Sipil
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil

Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T
NIP: 1979105202121209

PENGESAHAN

PERENCANAAN DINDING GESER GEDUNG KEUANGAN NEGARA BANDA
ACEH MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726:2019

Oleh:

Nama Mahasiswa : Paulina Br Sihotang
Nomor Induk Mahasiswa : 1805903020086
Bidang Studi : Struktur
Jurusan : Teknik Sipil

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022

Disetujui Oleh,

Penguji I

Penguji II

DEWI PURNAMA SARI, S.T.,M.Eng
NIP:198505052021212006

AULIA RAHMAN, S.T.,M.T
NIP: 199003152019031011

Disetujui Oleh,
Dekan Fakultas Teknik

Diketahui/Disahkan Oleh,
a/n Ketua Jurusan Teknik Sipil
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir.M.Isya, M.T
NIP: 196204111989031002

Muhammad Ikhsan, S.T.,M.T
NIP: 1979105202121209

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paulina Br Sihotang

NIM : 1805903020086

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Didalam skripsi saya tidak terdapat bagian atau suatu kesatuan yang utuh dari tugas akhir, tesis, disertasi, atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan.
2. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah olah karya asli saya sendiri.
3. Apabila ternyata terdapat dalam tugas akhir saya bagian yang memenuhi unsur penjiplakan, maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebagian atau seluruhnya hak atas keserjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022
Penulis,

Paulina Br Sihotang
1805903020086

PERSEMBAHAN

“Sungguh ... atas kehendak Allah semua ini terwujud, tiada kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah” (Q.S Al-Kahfi : 39)

Segala puji bagi Allah Swt, atas takdir-Nya telah di jadikan aku manusia senantiasa berfikir, berilmu, beriman dan bersabar, Atas berkat dan rahmat-Nya memberikan pertolongan dan kemudahan dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Yang telah membuat bumi yang pada mulanya gelap menjadi terang dengan segenap kesempurnaan yang Allah berikan. Allahhumasholli'ala sayyidina Muhammad.

Ayahanda dan Ibunda

Yang tercintang dan tersayang untuk kedua orang tuaku kepada ayahandaku “SOFIAN SIHOTANG” dan ibundaku “ASMARJA BR GINTING” Dua insan yang begitu banyak memberikan jasa, pengorbanan, perjuangan, materi dan kasih sayangnya yang begitu tulus untuk kebahagiaan anak-anaknya dan memberikan doa dan kasih sayang yang selalu mengiringi langkahku. Seluruh saudaraku yaitu Raju Sihotang, Zidan Sihotang, Roy Mail Sihotang yang telah membantu dan memotivasi selama jenjang satrata. Serta seluruh Keluarga besarku selalu memotivasi, mendoakan dan memberikan dukungan dalam penyusunan tugas akhir juga dalam menjalankan kehidupan.

Dosen Pembimbing Dan Penguji Tugas Akhir

YULITA RAHMI S.T., M.Eng selaku pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak untuk bimbingan, ilmu, nasehat, saran, motivasi, dukungan dalam menyusun tugas akhir saya. Kepada Ibu Dewi Purnama Sari, S.T.,M.Eng sebagai penguji pertama dan Bapak Aulia Rahman, S.T.,M.T sebagai penguji kedua, telah memberikan saran-saran dan kritikan yang membangun sehingga tugas akhir saya ini menjadi lebih baik.

Tersayang

Untuk bapak pembimbing akademikku Bapak ZULYADEN, S.T.,M.T yang selalu memberikan arahan dan motivasi dalam setiap aktivitas perkuliahan hingga penyusunan tugas akhirku. Untuk teman-temanku saya mengucapkan terimakasih dan juga permohonan maaf atas kesalahan yang telah saya buat baik sengaja dan tidak sengaja kepada Ewilda Safitri, Ainul Mardhiah S.T, Risma Iftah, Andi Ratih, Inda Juita, Fazla Wirda serta teman – teman seperjuangan angkatan 2018 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu. Untuk seluruh saudaraku, untuk seluruh sahabatku, untuk kakakku, untuk seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan tugas akhir saya selama ini.

*Paulina Br Sihotang
1805903020086*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan karunia-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya.

Tugas akhir ini berjudul “Perencanaan Dinding Geser Gedung Keuangan Negara Banda Aceh Menggunakan SNI Gempa 1726:2019”, ditulis dalam rangka melengkapi dan memenuhi syarat-syarat yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar Aceh.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tugas akhir ini penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak terutama dari Pembimbing. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada Ibu Yulita Rahmi S.T,M.Eng sebagai pembimbing.

Selanjutnya, pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar, Dr.Ir.M.Isya, M.T;
2. Ibu Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Lissa Opirina,S.T.,M.T dan Bapak Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, Muhammad Ikhsan S.T.,M.T;
3. Ibu pembahas I, Dewi Purnama Sari, S.T.M.,Eng. dan Bapak Pembahas II Aulia Rahman, S.T.,M.T. yang telah memberikan banyak masukan untuk perbaikan tulisan ini;
4. Bapak Penasehat Akademik, Zulyaden, S.T.,M.T yang telah memberikan banyak arahan, motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan
5. Tenaga Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Teuku Umar yang telah mendidik dan mengajar berbagai disiplin ilmu kepada penulis;
6. Ayahanda Sofian Sihotang dan Ibunda Asmaria Br Ginting yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis;
7. Kepada Rekan-rekan seperjuangan yang telah banyak memberikan masukan dan motivasi dalam penulisan proposal tugas akhir ini;

Akhirnya kepada Allah SWT jugalah penulis berserah diri, karena tiada daya dan upaya kita tanpa kehendak-Nya.

Meulaboh, 20 Juni 2022

Penulis,

PAULINA BR SIHOTANG

NIM:1805903020086

PERENCANAAN DINDING GESER GEDUNG KEUANGAN NEGARA BANDA ACEH MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726:2019

Oleh:

Nama : Paulina Br Sihotang

NIM : 1805903020086

Komisi Pembimbing:

Yulita Rahmi S.T.,M.Eng

ABSTRAK

Aceh merupakan salah satu daerah Indonesia yang sering terjadi bencana seperti gempa bumi dan tsunami. Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak bencana gempa adalah dengan menyiapkan standar perencanaan infrastruktur gedung yang tepat berdasarkan SNI Gempa 1726:2019. Tujuan utama pada penelitian ini adalah membandingkan gaya dalam pada struktur dan mengetahui simpangan antar lantai terhadap beban gempa yang dipikul antara menerapkan dinding geser dan tidak menerapkan dinding geser. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah berupa data perencanaan yang mencakup material penyusun beton dan tulangan sedangkan data pembebanan yaitu berupa beban yang dipikul pada struktur yang akan dikombinasikan yaitu beban mati, hidup dan gempa. Dalam kegiatan pengumpulan data digunakan data sekunder yang meliputi, gambar bestek Gedung Keuangan Negara. Adapun metode penelitian yang digunakan menggunakan metode analisis grafik dan tabel dengan analisis *Software* SAP 2000 dengan mengambil 22 titik yang berhubungan dengan dinding geser, dan terdapat 2 tipe perletakan dinding geser yaitu tipe "I" dan "L" juga tanpa menggunakan dinding geser. Penelitian ini menghasilkan momen minimum pada kolom yaitu sebesar 107,33 kNm pada tipe "L", balok sebesar 100,52 kNm tipe "I", ring balok sebesar 53,25 kNm tipe "I", sloof sebesar 52,94 kNm tanpa menggunakan dinding geser. Gaya lintang minimum pada balok 87,71 N tipe "I", ring balok 44,20 kN tipe I, sloof 52,94 kN tanpa menggunakan dinding geser. Torsi minimum yang terjadi pada balok 30,97 kNm tipe "I", ring balok 20,43 kNm tipe "I". Gaya aksial minimum yang terjadi pada penampang kolom, balok, sloof dan ring balok dengan menggunakan dinding geser. Simpangan antar lantai maksimum arah "Y" yang terjadi pada tipe tanpa menggunakan dinding geser sebesar 12,69 mm, pada tipe "L" sebesar 12,69 mm dan tipe "I" sebesar 3,77 mm. Dari dua permodelan dinding geser maka dinding geser paling efektif yaitu tipe "I", sehingga dinding geser dapat mereduksi kegagalan pada struktur.

Kata kunci : Gempa, Dinding Geser, Gaya Dalam, *Drift*.

**PLANNING OF SHEAR WALL BANDA ACEH STATE FINANCIAL
BUILDING USING SNI EARTHQUAKE 1726:2019**

By:

Name : Paulina Br Sihotang
ID : 1805903020086

Advisory Committee:
Yulita Rahmi S.T.,M.Eng

ABSTRACT

Aceh is one of the regions in Indonesia that often occurs in disasters such as earthquakes and tsunamis. One of the efforts to minimize the impact of the earthquake is to prepare appropriate building infrastructure planning standards based on SNI 1726:2019 Earthquake. The main purpose of this study is to compare the internal forces on the structure and determine the displacement between floors to the earthquake load carried between applying shear walls and not applying shear walls. The data used for this research is in the form of planning data which includes the constituent materials of concrete and reinforcement, while the loading data is in the form of loads carried on the structure to be combined, namely dead, live and earthquake loads. In data collection activities, secondary data is used which includes the bestek picture of the State Finance Building. The research method used is using graphical and table analysis methods with SAP 2000 software analysis by taking 22 points related to shear walls, and there are 2 types of shear wall placement, namely type "I" and "L" also without using shear walls. This research produces a minimum moment in the column that is 107.33 kNm in the "L" type, the beam at 100.52 kNm in the "I" type, the ring beam at 53.25 kNm in the "I" type, the sloof at 52.94 kNm without using shear wall. The minimum transverse force on the beam is 87.71 N type "I", ring beam 44.20 kN type I, sloof 52.94 kN without using shear walls. The minimum torque that occurs in the beam is 30.97 kNm type "I", the ring beam is 20.43 kNm type "I". The minimum axial force that occurs in the cross section of the column, beam, sloof and ring beam using shear walls. The maximum deviation between floors in the "Y" direction that occurs in the type without using shear walls is 12.69 mm, in the "L" type is 12.69 mm and the "I" type is 3.77 mm. Of the two shear wall models, the most effective shear wall is type "I", so that shear walls can reduce structural failures.

Keywords: Earthquake, Shear Wall, Internal Force, Drift.

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.	ii
PERNYATAAN		iii
PERSEMBAHAN		iii
KATA PENGANTAR		vi
ABSTRAK		viii
DAFTAR ISI		x
DAFTAR GAMBAR		xii
DAFTAR TABEL		xiii
DAFTAR LAMPIRAN		xiv
BAB I PENDAHULUAN		1
1.1 Latar Belakang		1
1.2 Rumusan Masalah		2
1.3 Tujuan Penelitian.....		3
1.4 Manfaat Perencanaan.....		3
1.5 Batasan Perencanaan		3
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN		5
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu		5
2.2 Landasan Teori		9
2.2.1 Beban gempa		9
2.2.2 Aspek perencanaan gempa.....		10
2.2.3 Pembebanan struktur		15
2.2.4 Kinerja batas layan		17
2.2.5 Kinerja batas ulitimit		17
2.2.6 Stabilitas struktur		18
2.2.7 Kriteria pemodelan		18
2.2.9 Dinding geser		19
2.2.10 Fungsi dinding geser		21
2.2.11 Bangunan gedung		22
2.2.12 Fungsi bangunan gedung		22
2.2.13 <i>Software</i> SAP 2000.....		23
BAB III METODELOGI PENELITIAN		25
3.1 Data Umum Bangunan		25
3.2 Komponen Pembebanan		26
3.3 Metode Analisis Data		26
3.3.1 Metode analisis grafik dan tabel		26
3.3.2 Metode analisis SAP 2000.....		26

3.4	Tahapan Penelitian	27
3.5	Permodelan Struktur Dinding Geser	35
3.6	Kontrol Struktur.....	35
3.7	Analisis Struktur.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Hasil Kontrol Struktur	39
	4.1.1 Tidak menerapkan dinding geser.....	39
	4.1.2 Menerapkan dinding geser.....	42
4.2	Hasil Analisis Struktur	49
	4.2.1 Tidak Menerapkan dinding geser	50
	4.2.2 Menerapkan dinding geser.....	53
4.3	Hasil Perbandingan Penerapan Dinding Geser dan Tidak Menerapkan	58
	Dinding Geser.....	58
	4.3.1 Perbandingan gaya geser dasar.....	58
	4.3.2 Perbandingan simpangan antar lantai.....	60
	4.3.2 Perbandingan gaya-gaya dalam.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA		67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Hasil Analisis Nilai <i>Displacement</i>	5
Gambar 2.2 Simpangan Horizontal Maksimum Akibat Beban Gempa Statis dan Dinamik.....	7
Gambar 2.3 Diagram Gaya Geser Dasar Arah x.....	8
Gambar 2.4 Diagram Gaya Geser Arah y	8
Gambar 2.5 Jenis <i>Shear Wall</i> Berdasarkan Letak dan Fungsinya	20
Gambar 2.6 Pola Lendutan Portal Penahanan Momen dan Dinding Geser	21
Gambar 2.7 Diagram Alir Analisis SAP 2000	24
Gambar 3.1 Tampilan Laman situs puskim.pu.go.id	30
Gambar 3.2 <i>Out Put</i> Data pada Laman Situs puskim.pu.go.id	31
Gambar 3.3 Grafik <i>Respons Spektrum</i>	33
Gambar 3.4 Diagram Perletakan Dinding Geser Tipe I.....	35
Gambar 3.5 Diagram Perletakan Dinding Geser Tipe II.....	36
Gambar 3.6 Diagram Perletakan Dinding Geser Tipe III	36
Gambar 4.1 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Tidak Menerapkan Dinding Geser	41
Gambar 4.2 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Tidak Menerapkan Dinding Geser	41
Gambar 4.3 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Menerapkan Dinding geser “L”	44
Gambar 4.4 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Menerapkan Dinding Geser “L”	45
Gambar 4.5 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Menerapkan Dinding Geser “I”	48
Gambar 4.6 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Menerapkan Dinding Geser “I”	48
Gambar 4.7 Struktur Gedung Tidak Menerapkan Dinding Geser	50
Gambar 4.8 Diagram Momen 3-3 dengan Gaya Geser pada Balok.....	50
Gambar 4.9 Diagram Momen Gaya Geser pada Balok Lantai (batang 281) engan Jarak 0 m dari Tumpuan	51
Gambar 4.10 Struktur Gedung Menerapkan Dinding Geser Tipe “L”	53
Gambar 4.11 Struktur Gedung Menerapkan Dinding Geser Tipe “I”	56
Gambar 4.12 diagram gaya geser dasar maxsimium arah (X)	59
Gambar 4.13 Diagram Gaya Geser Dasar Maksimum Arah (Y).....	59
Gambar 4.14 Diagram Gabungan Simpangan Antar Lantai	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Tanpa Dinding Geser	40
Tabel 4.2 Simpangan Antar Lantai Tanpa Dinding Geser	40
Tabel 4.3 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik “L”	43
Tabel 4.4 Simpanga Antar Lantai Tipe “L”	44
Tabel 4.5 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Tipe “I”	47
Tabel 4.6 Simpangan Antar Lantai Tipe “I”	47
Tabel 4.7 Momen Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser	51
Tabel 4.8 Gaya Lintang Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser	52
Tabel 4.9 Torsi Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser	53
Tabel 4.10 Momen Maksimum Tipe “L”	54
Tabel 4.11 Gaya Lintang Maksimum Tipe “L”	54
Tabel 4.12 Torsi Maksimum Tipe L”	55
Tabel 4.13 Momen Maksimum Tipe “I”	56
Tebel 4.14 Gaya Lintang Maksimum Tipe “I”	57
Tabel 4.15 Torsi Maksimum Tipe “I”	58
Tabel 4.16 Perbandingan Gaya Geser dasar Maksimum	58
Tabel 4.17 Perbandingan Simpangan Antar Lantai	60
Tabel 4.18 Perbandingan Gaya Gaya Dalam	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Jadwal Kegiatan.....	69
Lampiran A.2 Diagram Alir Penelitian.....	70
Lampiran A.3 Referensi Denah Perletakan Dinding Geser	71
A.3.1 Denah permodelan dinding geser I.....	71
A.3.2 Denah permodelan dinding geser II	71
A.3.3 Denah permodelan dinding geser III.....	72
A.3.4 Denah permodelan dinding geser IV	72
Lampiran A.4 Peta Wilayah Aceh	73
Lampiran A.6 Peta Transisi Panjang T_L , Wilayah Indonesia	74
Lampiran B. Langkah-Langkah Desain SAP 2000.....	75
Lampiran C. Daftar Tabel	87
Lampiran D. 4 Perhitungan Beban Mati Tambahan	93
D. 4.1 Beban Mati Tambahan pada plat lantai.....	93
D. 4.2 Beban Mati Tambahan pada plat atap.....	93
D. 4.3 Beban Mati Tambahan pada plat balok.....	93
Lampiran Gambar Bestek	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di kawasan Asia Tenggara yang berdasarkan letak geografisnya diapit oleh dua benua yaitu Benua Asia dan Benua Australia serta diantara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Oleh sebab itu, Indonesia salah satu negara yang cenderung terjadinya bencana alam sehingga dapat merugikan dari berbagai macam aspek, misalnya aspek ekonomi, budaya, infrastruktur dan lainnya, salah satu contoh bencana alam tersebut ialah banjir, tsunami, gempa, longsor dan lain-lain. Menurut Dennis Cahya Indra (2018), bencana alam merupakan hal yang sangat umum terjadi di Indonesia, terutama gempa bumi sehingga dibutuhkan rekonstruksi pasca bencana yang mampu memberikan tempat tinggal bagi masyarakat secara sementara hingga permanen.

Seiring perkembangan zaman banyak upaya pencegahan kegagalan struktur akibat beban gempa terutama pada daerah yang mempunyai intensitas gempa cukup tinggi, salah satunya yaitu daerah yang berdekatan dengan pantai. Aceh merupakan salah satu daerah Indonesia yang sering terjadinya bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami, seperti yang kita ketahui pasca terjadinya gempa bumi tanggal 26 Desember 2004 dengan kekuatan 9,0 skala richter banyak bangunan yang hancur seperti gedung, jalan dan lain-lain. Pasca terjadinya gempa bumi tersebut maka pembangunan pun meningkat sehingga perlu perencanaan bangunan gedung yang memenuhi kriteria standar bangunan terhadap gempa. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu membuat bangunan dengan struktur rangka beton bertulang dilengkapi dengan dinding geser sebagai tambahan dari elemen struktur karena dinding geser dapat menambahkan kekakuan pada struktur dan pembebanannya tidak dilimpahkan ke kolom juga memperkuat properti yang bertopang pada dinding geser.

Gedung Keuangan Negara Banda Aceh adalah salah satu bangunan yang terkena bencana gempa bumi dan tsunami pada tanggal 24 desember sampai akhirnya pada tanggal 28 april 2008 Gedung Keuangan Negara yang dibangun terdiri dari lima lantai yang berada di jalan T. Chik Di Tiro Banda Aceh 232411 dan diresmikan oleh Menteri Keuangan RI, Sri Mulyani Indrawati. Namun, Gedung Keuangan ini belum mempunyai bangunan penahan gempa. maka dari itu penulis berinisiatif untuk merencanakan dinding geser pada bangunan Gedung Keuangan Negara (GKN) Banda Aceh.

Salah satu upaya untuk meminimalisir dampak bencana gempa adalah dengan menyiapkan standar perencanaan infrastruktur gedung yang tepat berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 dengan sistem penahan gempa yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Adapun Metode analisis beban yang digunakan pada perencanaan ini adalah dengan menggunakan *Software* SAP 2000 sebagai salah satu sarana untuk mengetahui kapasitas kekuatan dari suatu struktur tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kerugian atau korban jiwa akibat kegagalan struktur dengan menerapkan dinding geser yang sesuai dengan standart bangunan gedung, sehingga dengan mengetahui ketahanan bangunan gedung terhadap kekuatan gempa yang akan terjadi pada bangunan dapat meminimalisir terjadinya keruntuhan dan kegagalan pada struktur bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana perbandingan momen, gaya lintang, gaya aksial dan torsi terhadap beban gempa yang dipikul pada bangunan Gedung Keuangan Negara Banda Aceh dengan menerapkan dinding geser dan tidak menerapkan dinding geser.
- b. Bagaimana kondisi simpangan antar lantai yang terjadi akibat dari pembebanan struktur dinding geser dan tidak menerapkan dinding geser

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Membandingkan gaya dalam pada struktur seperti momen, gaya lintang, gaya aksial dan torsi terhadap beban gempa yang dipikul antara menerapkan dinding geser dan tidak menerapkan dinding geser.
- b. Mengetahui perbandingan kondisi simpangan antar lantai yang terjadi akibat dari pembebanan struktur dengan menerapkan dinding geser dan tidak menerapkan dinding geser

1.4 Manfaat Perencanaan

- a. Menambah pengetahuan para pembaca terutama pihak yang bersangkutan yaitu pihak Gedung Arsip GKN Banda Aceh mengenai penerapan dinding geser untuk bangunan tahan gempa terkhusus pada daerah yang sering terjadi gempa di Indonesia.
- b. Memberikan informasi simpangan antar lantai yang terjadi pada bangunan akibat salah satu pembebanan yaitu beban gempa
- c. Mengetahui gaya-gaya dalam seperti momen, gaya lintang, gaya aksial dan torsi pada struktur Bangunan Gedung Arsip GKN Banda Aceh terhadap beban gempa.
- d. Dapat mengevaluasi kekuatan struktur pada Bangunan Gedung Arsip GKN Banda Aceh terhadap beban gempa.

1.5 Batasan Perencanaan

- a. Perencanaan ini merupakan *redesign* dari Bangunan Gedung Arsip GKN Banda Aceh dengan menambahkan dinding geser.
- b. Perencanaan ini dianalisis menggunakan Aplikasi SAP 2000 Versi 14

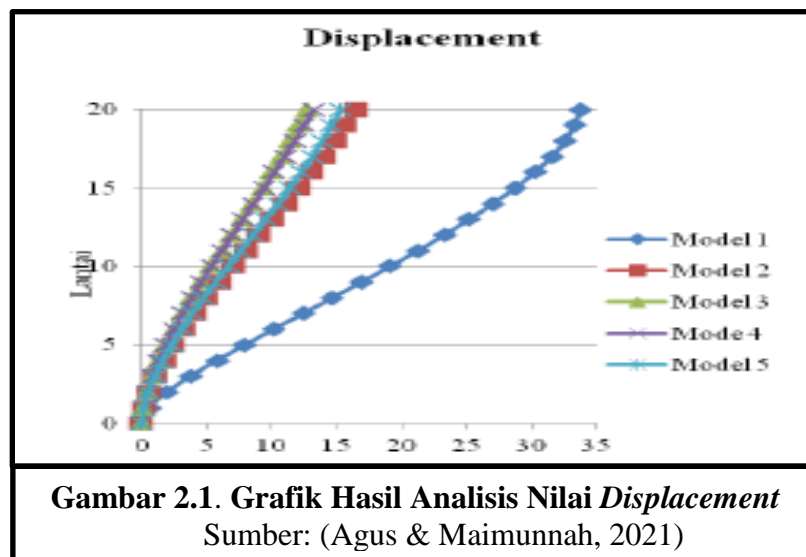
- c. Perencanaan ini tidak menentukan dari sisi jadwal dan biaya secara spesifik hanya untuk melihat kekuatan struktur terhadap baban gempa yang dipikul.
- d. Perencanaan ini tidak mendesain tulangan pada penampang
- e. Mutu beton yang digunakan sebesar 30 MPa
- f. Tulangan longitudinal menggunakan Bj 37
- g. Tulangan geser sengkang menggunakan Bj 34

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

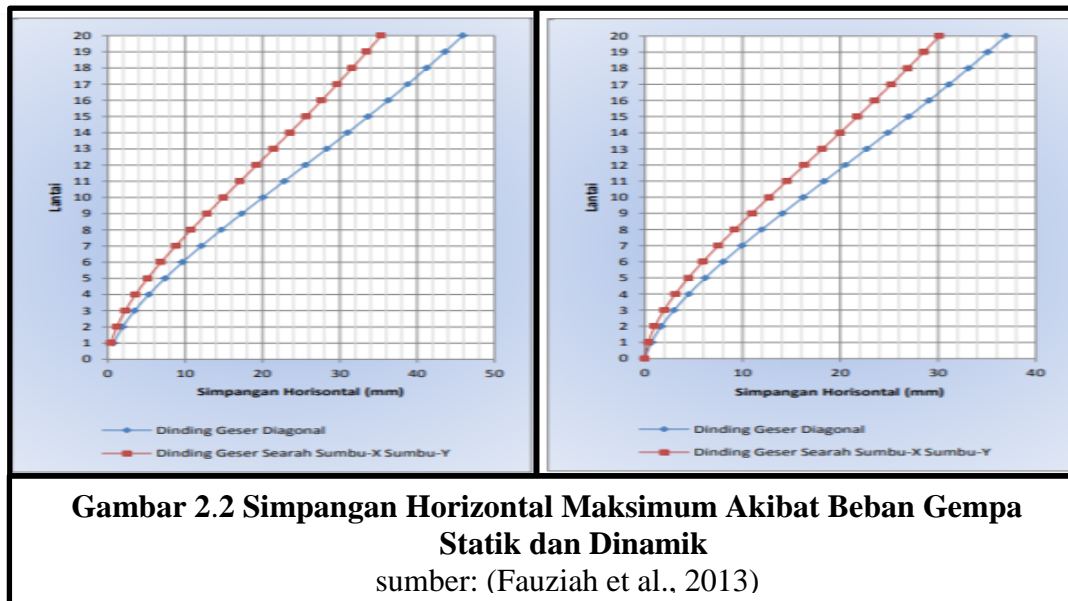
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

(Agus & Maimunnah, 2021), “ Respon Gempa Gedung Beton Bertulang dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser” Terdapat 5 (lima) model yang akan dianalisis, 1 model struktur tanpa dinding geser dan 4 model struktur bangunan dengan variasi penempatan dinding geser, dianalisis secara 3D menggunakan program SAP 2000 V14, dengan pemodelan berupa bangunan 20 tingkat dengan tinggi bangunan 63 m. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari semua model telah memenuhi persyaratan SNI 1726-2012, kecuali model 1 yaitu model tanpa dinding geser dimana simpangan antar lantai (*drift ratio*) tidak memenuhi persyaratan pada SNI 1726-2012 pasal 7.12.1. Struktur dengan dinding geser mengurangi *drift* dan *displacement* dibanding struktur tanpa dinding geser dan penempatan posisi dinding geser berpengaruh terhadap nilai *displacement* dan *drift*. Hasil analisis *displacement* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Grafik Hasil Analisis Nilai *Displacement*.



(Widodo et al., 2013), “Analisis Perbandingan Dinding Geser yang Simetris dan Tidak Simetris” dengan menggunakan metode analisa statik ekuivalen, penelitian ini memakai 3 spesimen dinding geser tidak simetris (0,1b ;0,2b ; dan 0,3b) dan 1 spesimen dinding geser simetris. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa dari hasil analisis 3 dinding geser tidak simetris dibandingkan terhadap dinding geser yang simetris, ditemukan bahwa dinding geser tidak simetris adalah yang memiliki eksentrisitas 0,1b. Eksentrisitas yang ada akan mempengaruhi besar gaya gempa yang dipikul oleh dinding geser, dengan demikian gaya yang dibebani ada dinding geser secara individu akan lebih besar pada dinding geser yang tidak simetris.

(Fauziah et al., 2013), “Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa” Model gedung yang dianalisis berupa gedung berbentuk segi 8 dengan 20 lantai, ukuran denah 30m x 30m dan tinggi tiap lantai 4m, fungsi gedung sebagai perkantoran dan perhitungan analisis struktur menggunakan alat bantu *software* ETABS. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa penempatan dan orientasi dinding geser memberikan pengaruh terhadap simpangan horizontal struktur dan penempatan dinding geser searah beban gempa rencana menghasilkan simpangan horisontal yang lebih kecil, sehingga lebih aman dan efisien jika digunakan dalam perancangan struktur. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 2.2 Simpangan Horizontal Maksimum Akibat Beban Gempa Statik dan Dinamik.



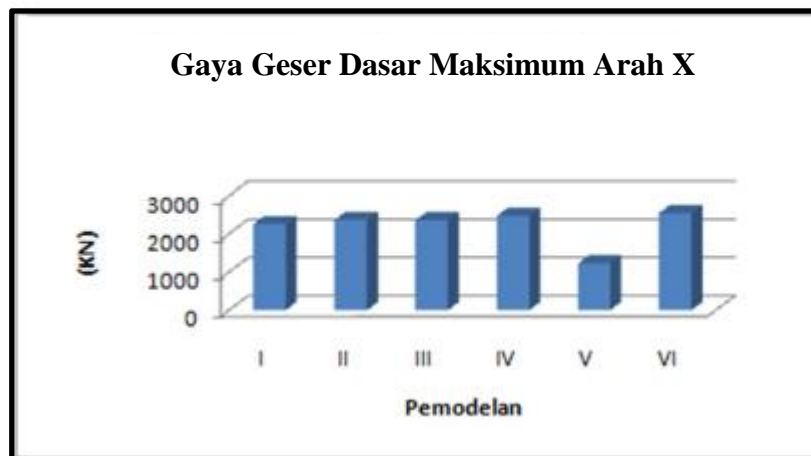
Gambar 2.2 Simpangan Horizontal Maksimum Akibat Beban Gempa Statik dan Dinamik

sumber: (Fauziah et al., 2013)

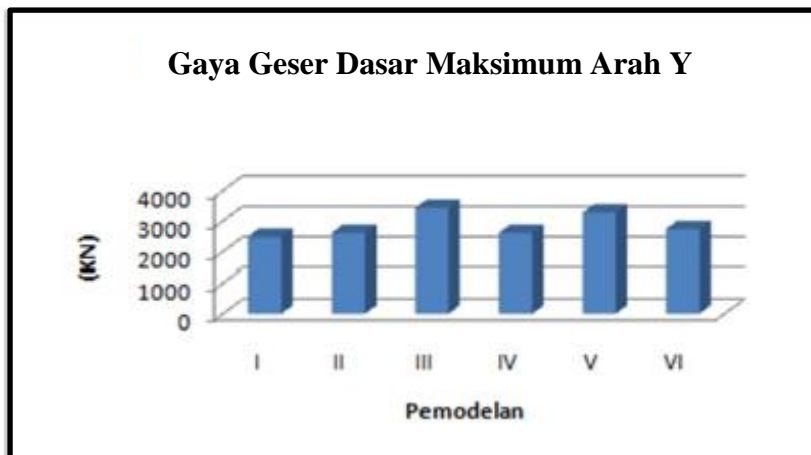
(Windah, R.S., 2011), dalam penelitian yang berjudul “Penggunaan Dinding Geser Sebagai Elemen Penahan Gempa pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai” metode penelitian ini menggunakan analisis statik ekuivalen pada struktur terhadap beban gempa sedangkan analisis struktur digunakan program SAP 2000 untuk mendapatkan solusi dari struktur bertingkat banyak. Hasil dari penelitian ini bahwa besarnya simpangan pada struktur yang menggunakan dinding geser sebesar 3,56 cm, 3,11 cm dan 3,27 cm lebih kecil dibandingkan pada struktur yang tidak menggunakan dinding geser dengan besar simpangan 4,26 centimeter, ini menunjukkan bahwa penggunaan dinding geser pada suatu struktur dapat meningkatkan kekakuan lateral struktur sehingga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya simpangan lateral struktur (19,7 %, 37,0 % dan 30,3 %).

(Umam et al., 2020), “Analisa Gaya Geser Dasar dan Gaya Dalam pada Kolom Terhadap Penambahan Dinding Geser” Metode penelitian ini berupa analisis pada bangunan gedung 10 lantai menggunakan sistem struktur pelat datar dengan pemodelan enam dinding geser dengan jarak antar lantai tiga meter, empat bentang sumbu x dengan panjang enam meter dan tiga bentang sumbu y dengan panjang lima

meter. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa gaya geser meningkat pada Model VI untuk arah X dan Model III untuk arah Y, penambahan pengaku dinding lateral pada sistem struktur pelat datar mempengaruhi gaya-gaya dalam pada kolom sudut, tepi dan tengah untuk pemodelan dinding geser dapat dilihat pada lampiran A.3 Denah Permodelan Dinding Geser Halaman 71 dan hasil untuk analisis gaya dasar maksimum dapat dilihat pada Gambar 2.3 Diagram Gaya Geser Dasar Arah X dan Gambar 2.3 Diagram Gaya Geser Dasar Arah X.



Gambar 2.3 Diagram Gaya Geser Dasar Arah X
 Sumber: (Umam et al., 2020)



Gambar 2.3 Diagram Gaya Geser Dasar Arah X
 Sumber: (Umam et al., 2020)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Beban gempa

Menurut Pawirodikromo (2012), gempa bumi adalah bergetarnya permukaan tanah karena pelepasan energi secara tiba-tiba akibat dari pecah/slipnya massa batuan di lapisan kerak bumi. Energi tersebut terakumulasi dan terperangkap pada waktu yang lama kemudian terlepas dan merambat ke segala arah sampai ke permukaan tanah. Hal tersebut membuat permukaan tanah bergelombang yang mengakibatkan bangunan di atasnya bergetar. Pada saat bangunan bergetar, timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dari gerakan.

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.

a. Analisis statik ekuivalen

Pawirodikromo (2001), Analisis statik ekuivalen merupakan metode analisis struktur dengan getaran gempa yang dimodelkan sebagai beban-beban horizontal statik yang bekerja pada pusat-pusat massa bangunan. Bangunan yang mempunyai banyak massa, maka akan terdapat banyak gaya horizontal yang masing-masing bekerja pada massa-massa tersebut. Sesuai dengan prinsip keseimbangan maka dapat dianalogikan seperti adanya gaya horizontal yang bekerja pada dasar bangunan yang kemudian disebut gaya geser dasar, (V). Gaya geser dasar ini secara keseluruhan membentuk keseimbangan dengan gaya horizontal yang bekerja pada tiap-tiap massa bangunan.

b. Analisis dinamik

Analisis dinamik adalah analisis struktur yang pembagian gaya geser gempa diseluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis dinamik terbagi menjadi 2, yaitu analisis ragam *respons spektrum* dan analisis riwayat waktu. Analisis ragam respon spektrum yang total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam getar. Analisis riwayat waktu percepatan gempa adalah analisis dinamis yang pada model struktur diterapkan percepatan gempa yang *diinput* berupa *akselerogram* dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu. Analisis dinamik untuk perancangan struktur tahan gempa dilakukan jika diperlukan evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya yang bekerja pada struktur, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa. Analisis dinamik digunakan untuk menentukan pembagian gaya geser tingkat akibat gerakan tanah oleh gempa dan dapat dilakukan dengan cara analisis ragam spektrum respon. Pembagian gaya geser tingkat tersebut adalah untuk menggantikan pembagian beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung pada analisis beban statik ekuivalen. Analisis ragam spektrum respon sebagai spektrum percepatan respon gempa rencana harus dipakai diagram koefisien gempa dasar untuk wilayah masing-masing gempa.

2.2.2 Aspek perencanaan gempa

Penentuan prosedur analisis beban gempa sudah ditentukan di dalam SNI 1726 tahun 2019. Terdapat tiga prosedur yang dapat digunakan dalam menganalisis beban gempa yaitu analisis statik ekivalen (lateral ekivalen), analisis respons spektrum, dan analisis riwayat waktu (*Time History*). Penentuan prosedur analisis yang digunakan tergantung pada kategori desain seismik struktur, sistem struktur, properti dinamis, dan keteraturan struktur.

a. Analisis ragam *respons spektrum*

Respons spektrum adalah suatu spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/*plot* antara periode getar struktur T , lawan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (*spectral displacement*, SD) kecepatan maksimum (*spectral velocity*, SV) atau percepatan maksimum (*spectral acceleration*, SA) massa struktur *single degree of freedom* (SDOF), (Pawirodikromo, 2012). Terdapat dua macam respons spektrum yang ada yaitu respons spektrum elastik dan respons spektrum inelastik. Spektrum elastik adalah suatu spektrum respons spektrum yang didasarkan atas respon elastik suatu struktur, sedangkan spektrum inelastik (juga disebut desain respons spektrum) adalah respon spektrum yang *discale down* dari spektrum elastik dengan nilai daktilitas tertentu.

Pembuatan respons spektrum tersebut menggunakan metode berdasarkan SNI 1726 tahun 2019. Berikut merupakan aspek-aspek perencanaan respons spektrum.

1. Kategori Risiko Struktur Bangunana dan Faktor Keutamaan
2. Koefisien Modifikasi Respon
3. Faktor Redudansi

b. Kombinasi dan pengaruh beban gempa

Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus dirancang sedemikian rupa hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut.

$$1. 1,4D \quad (2.1)$$

$$2. 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R) \quad (2.2)$$

$$3. 1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W) \quad (2.3)$$

$$4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5(Lr \text{ atau } R) \quad (2.4)$$

$$5. 1,2D + 1,0 E + L \quad (2.5)$$

$$6. 0,9D + 1,0W \quad (2.6)$$

$$7. 0,9D - 1,0E \quad (2.7)$$

Pengaruh beban gempa, E pada kombinasi pembebanan harus ditentukan sebagai berikut.

- Untuk penggunaan dalam kombinasi 5, E harus ditentukan sesuai persamaan berikut.

$$E = E_h + E_v \quad (2.8)$$

- Untuk penggunaan dalam kombinasi 7, E harus ditentukan sesuai persamaan berikut.

$$E = E_h - E_v \quad (2.9)$$

Keterangan:

E = pengaruh beban gempa

E_h = pengaruh beban gempa horisontal

E_v = pengaruh beban gempa vertikal

Pengaruh beban gempa horisontal, E_h , harus ditentukan sesuai persamaan sebagai berikut.

$$E_h = \rho QE \quad (2.10)$$

Keterangan:

QE = pengaruh gaya gempa horizontal dari V atau F_p

ρ = faktor redundansi

Pengaruh beban gempa vertikal, E_v , harus ditentukan sesuai persamaan berikut.

$$E_v = 0,2 SDS.D \quad (2.11)$$

Keterangan:

SDS = parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda pendek

D = pengaruh beban mati

Dalam perencanaan struktur, beban-beban yang diterima struktur harus diperhitungkan agar bangunan kuat menerima kombinasi pembebanan yang ada. Dalam perencanaan dicari kombinasi pembebanan yang paling kritis untuk

menentukan kuat perlu. Adapun kombinasi beban yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$1. U = 1,4D \quad (2.12)$$

$$2. U = 1,2D + 1,6L \quad (2.13)$$

$$3. U = 1,2D + 1,2SD + 1,6L \quad (2.14)$$

$$4. U = (1,2 + 0,2SDS)D + \rho Ex + 0,3 \rho Ey + L \quad (2.15)$$

$$5. U = (1,2 + 0,2SDS)D + \rho Ex - 0,3 \rho Ey + L \quad (2.16)$$

$$6. U = (1,2 + 0,2SDS)D - \rho Ex + 0,3 \rho Ey + L \quad (2.17)$$

$$7. U = (1,2 + 0,2SDS)D - \rho Ex - 0,3 \rho Ey + L \quad (2.18)$$

$$8. U = (1,2 + 0,2SDS)D + 0,3 \rho Ex + \rho Ey + L \quad (2.19)$$

$$9. U = (1,2 + 0,2SDS)D + 0,3 \rho Ex - \rho Ey + L \quad (2.20)$$

$$10. U = (1,2 + 0,2SDS)D - 0,3 \rho Ex + \rho Ey + L \quad (2.21)$$

$$11. U = (1,2 + 0,2SDS)D - 0,3 \rho Ex - \rho Ey + L \quad (2.22)$$

$$12. U = (0,9 - 0,2SDS)D + \rho Ex + 0,3 \rho Ey \quad (2.23)$$

$$13. U = (0,9 - 0,2SDS)D + \rho Ex - 0,3 \rho Ey \quad (2.24)$$

$$14. U = (0,9 - 0,2SDS)D - \rho Ex + 0,3 \rho Ey \quad (2.25)$$

$$15. U = (0,9 - 0,2SDS)D - \rho Ex - 0,3 \rho Ey \quad (2.26)$$

$$16. U = (0,9 - 0,2SDS)D + 0,3 \rho Ex + \rho Ey \quad (2.27)$$

$$17. U = (0,9 - 0,2SDS)D + 0,3 \rho Ex - \rho Ey \quad (2.28)$$

$$18. U = (0,9 - 0,2SDS)D - 0,3 \rho Ex + \rho Ey \quad (2.29)$$

$$19. U = (0,9 - 0,2SDS)D - 0,3 \rho Ex - \rho Ey \quad (2.30)$$

$$20. \textit{Envelope} \quad (2.31)$$

c. Parameter percepatan gempa

Menurut peta hazard gempa Indonesia 2012, meliputi, peta percepatan puncak (PGA) dan respons spektra percepatan di batuan dasar (SB) untuk periode pendek 0,2 detik (Ss) dan periode untuk 1,0 detik (S1) dengan redaman 5% mewakili tiga level hazard gempa yaitu 500, 1000 dan 2500 tahun atau memiliki kemungkinan terlampaui 10% dalam 50 tahun, 10 % dalam 100 tahun, dan 2% dalam 50 tahun.

Definisi batuan dasar SB adalah lapisan batuan di bawah permukaan tanah yang memiliki kecepatan rambat gelombang geser (V_s) mencapai 75 m/detik dan tidak ada lapisan batuan di bawahnya memiliki nilai kecepatan rambat gelombang geser yang kurang dari itu.

d. Klasifikasi Situs

Perambatan gelombang Percepatan Puncak Efektif Batuan Dasar (PPEBD) melalui lapisan tanah di bawah bangunan diketahui dapat memperbesar gempa rencana di muka tanah tergantung pada jenis lapisan tanah. Pengaruh gempa rencana di muka tanah harus ditentukan dari hasil analisis perambatan gelombang gempa dari kedalaman batuan dasar ke muka tanah dengan menggunakan gerakan gempa masukan dengan percepatan puncak untuk batuan dasar. SNI Gempa 2019 menetapkan jenis-jenis tanah di Indonesia menjadi 4 kategori, yaitu Tanah Keras, Tanah Sedang, Tanah Lunak dan Tanah Khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0. berturut-turut SA, SBV, SC, SD, SE dan SF. Dalam penentuan klasifikasi tanah dapat dilihat pada tabel 5 SNI 1726-2019.

e. Koefisien-koefisien Situs

Penentuan respons spektral percepatan Gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan rumus berikut:

$$SMS = F_a S_s \quad (2.32)$$

$$SM1 = F_v S1 \quad (2.33)$$

Keterangan:

- Ss = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek
- S1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik Sedangkan untuk koefisien situs Fa dan Fv dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7 SNI Gempa 1726:2019.

2.2.3 Pembebanan struktur

1. Beban

Berdasarkan SNI 1726-2019, komponen struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap beban-beban berikut:

- a. Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin, serta peralatan-peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur gedung ini merupakan berat sendiri elemen struktur bangunan yang memiliki fungsi struktural menahan beban dan beban mati tambahan yang bersifat tetap.
- b. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah sehingga dapat mengakibatkan perubahan lantai atau atap
- c. Beban gempa adalah beban yang timbul akibat percepatan getaran tanah pada saat gempa terjadi. Beban gempa dapat dilakukan dengan analisis gaya lateral ekuivalen, analisis respon spektrum dan prosedur riwayat respon seismik.

2. Kontrol struktur

Analisis struktur dari simulasi kombinasi pembebanan dikontrol terhadap parameter berikut:

a. Jumlah ragam

Jumlah ragam merupakan jumlah titik atau *dot* pada bangunan yang terdapat pada elemen struktur penampang, sehingga dengan mengetahui jumlah ragam maka dapat menentukan jenis ragam yang digunakan pada struktur bangunan. Berdasarkan SNI 1726:2019 sebagai alternatif analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model.

$$\Delta T = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1} \times 100\% \quad (2.34)$$

Keterangan :

ΔT = selisih periode/waktu getar

T_1 = waktu getar 1 (detik)

T_2 = waktu getar 2 (detik)

b. Partisipasi massa

Analisis jumlah ragam harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

c. Gaya geser dasar (V)

Bila perioda fundamental yang melebihi $(C_u \times T_a)$, maka $(C_u \times T_a)$ harus digunakan sebagai pengganti dari T dalam arah itu. Kombinasi respons untuk geser dasar ragam (V_t) tidak kurang atau sama dengan 100% dari geser yang dihitung (V) menggunakan prosedur gaya lateral ekuivalen.

d. Simpangan struktur

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa ditingkat teratas dan terbawah yang

ditinjau. Apabila pusat massa tidak terletak segaris dalam arah vertikal, diijinkan untuk menghitung *defleksi* di dasar tingkat berdasarkan proyek vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya.

$$\Delta = \frac{(\delta_n - \delta_{n-1}) \times Cd}{Ie} \leq \Delta_a = 0.025 h_{sx} \quad (2.35)$$

Keterangan:

- Δ = Simpangan antar lantai
- δ_n = defleksi yang terjadi
- Cd = faktor pembesaran *defleksi*
- Ie = faktor keutamaan gempa
- h_{sx} = tinggi tingkat di bawah tingkat x

2.2.4 Kinerja batas layan

(Fauziah et al., 2013), Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan nonstruktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

2.2.5 Kinerja batas ultimit

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban

jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah sela delatasi. Simpangan dan simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali.

2.2.6 Stabilitas struktur

(Fauziah et al., 2013), Dalam merancang suatu struktur bangunan khususnya bangunan ber-tingkat tinggi, harus diperhatikan kekakuan dan kestabilan struktur dalam menahan segala pembebanan yang dikenakan padanya, serta bagaimana perilaku struktur untuk menahan beban tersebut. Pada struktur stabil apabila dikenakan beban, struktur tersebut akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) yang lebih kecil dibandingkan struktur yang tidak stabil. Hal ini disebabkan karena pada struktur yang stabil memiliki kekuatan dan kestabilan dalam menahan beban.

2.2.7 Kriteria pemodelan

a. Berat seismik efektif

Berat seismik efektif struktur (W) harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya yang terdaftar di bawah ini:

- Dalam daerah yang digunakan untuk penyimpanan minimum sebesar 25 % beban hidup lantai.
- Jika ketentuan desain beban lantai untuk partisi disyaratkan SNI 1727 pasal 4.3.2, sebesar beban terbesar antara berat partisi aktual atau berat daerah lantai minimum sebesar $0,48 \text{ kN/m}^2$.
- Berat operasional total dari peralatan yang permanen.
- Berat lanskap dan beban lainnya pada taman atap dan area sejenis

b. Pemodelan Struktur

Model matematika struktur harus dibuat untuk tujuan penentuan gaya elemen struktur dan perpindahan struktur yang dihasilkan dari beban yang diterapkan dan semua perpindahan yang dikenakan atau pengaruh P-delta Model harus menyertakan kekakuan dan kekuatan elemen yang signifikan terhadap distribusi gaya dan deformasi dalam struktur dan merepresentasikan distribusi massa dan kekakuan secara spasial pada seluruh struktur. Sebagai tambahan, model tersebut harus sesuai dengan hal berikut ini:

- Properti kekakuan elemen beton dan batu bata harus memperhitungkan pengaruh penampang retak.
- Untuk sistem rangka baja pemikul momen, kontribusi deformasi daerah panel pada simpangan antar tingkat keseluruhan harus disertakan.

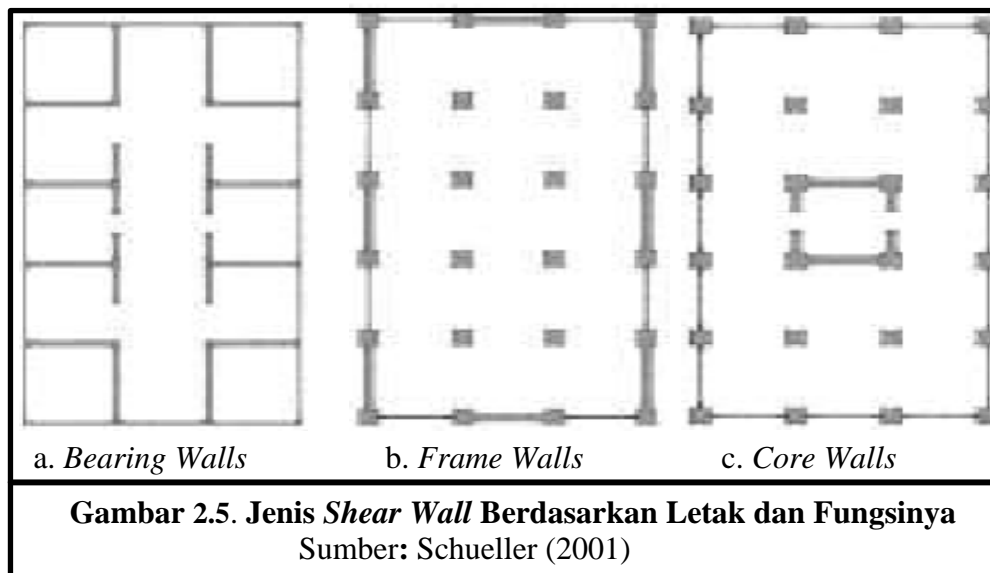
2.2.9 Dinding geser

Hendry (2021), Dinding geser atau *shear wall* adalah dinding struktural merupakan salah satu alternatif solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan dalam menahan gaya gempa yang terjadi. Dinding geser merupakan pelat beton bertulang yang dipasang pada posisi vertikal untuk menambah kekakuan struktur. Dengan adanya dinding geser, maka akan mempengaruhi kekakuan bangunan sehingga gaya lateral yang terjadi tidak sepenuhnya diterima langsung oleh struktur rangka dalam hal ini kolom balok. Lokasi penempatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap perilaku struktur gedung tingkat tinggi. Dinding geser yang diletakkan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis dapat digunakan untuk menyediakan tahanan beban horizontal yang diperlukan.

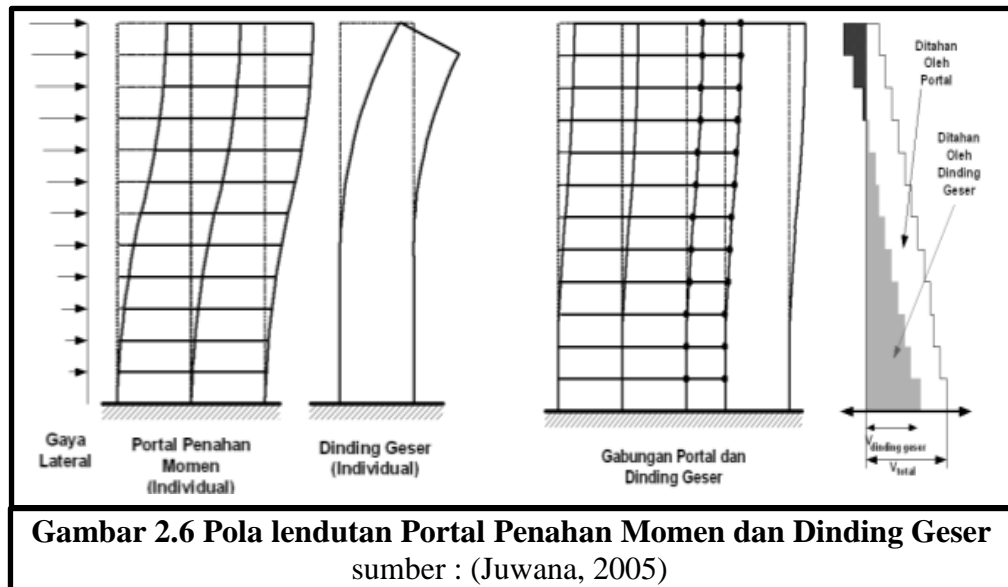
Menurut Schueller (2001), dinding geser atau *Shear wall* dapat dibangun pada sisi luar bangunan maupun sisi dalam bangunan, tanpa adanya batasan geometris dari dinding geser itu sendiri. Sistem dinding geser dibagi menjadi dua bagian, yaitu sistem terbuka dan sistem tertutup. Dinding geser di sisi luar bangunan ataupun

dalam bangunan dapat diposisikan secara simetris maupun tak simetris. Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. *Bearing Walls* adalah dinding geser yang juga mendukung sebagian besar dari beban gravitasi
2. *Frame Walls* adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang
3. *Core Walls* adalah dinding geser yang terletak di wilayah dalam gedung dan biasanya digunakan untuk transportasi vertikal.



Pada bangunan tinggi sering digunakan gabungan antara portal penahan momen dengan dinding geser, terutama pada bangunan tinggi yang dibangun di daerah yang terkena pengaruh gempa bumi. Penggabungan antara portal dan dinding geser, terutama adalah pada bangunan tinggi dengan struktur beton. Hal ini dapat memberikan hasil yang baik untuk memperoleh kekenyalan/daktilitas (*ductility*) dan kekakuan sistem struktur.



2.2.10 Fungsi dinding geser

Schueller (2001), Perancangan *shear wall* dengan penempatannya yang tepat akan memberikan suatu sistem penahan gaya lateral yang efisien. Penerapan *shear wall* menjadi suatu alternatif untuk gedung bertingkat yang kurang dari 20 lantai. Sementara itu untuk gedung yang terdiri dari 20 lantai atau lebih struktur dinding geser ini sudah menjadi suatu keharusan dilihat dari segi keefektifannya sebagai pengendali lendutan akibat adanya beban yang bekerja.

Dalam struktur bertingkat, dinding geser memiliki beragam fungsi, yaitu:

1. Menahan beban atau gaya lateral seperti gaya gempa yang bekerja pada bangunan.
2. Menyerap beban horizontal atau gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya suatu struktur.
3. Menambah kekakuan pada struktur.
4. Mencegah kegagalan dinding eksterior dan mendukung beberapa lantai gedung.
5. Memastikan bahwa struktur tidak runtuh akibat adanya gerakan lateral dalam gempa bumi.

Karakteristik perancangan dinding geser yang efektif harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- Bersifat kaku dan kuat
- Pembangunan dinding geser sebaiknya menerus keatas (tidak berseling)
- Balok keliling dan balok pondasi sebaiknya diperkuat sehingga mampu mendukung kekuatan dinding geser
- Jika perencanaan dinding geser atas dan bawah tidak menerus (berseling), maka beban atau gaya horizontal yang ditahan oleh dinding harus disalurkan melalui lantai.

2.2.11 Bangunan gedung

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau didalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, naik hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20 tahun 2021).

2.2.12 Fungsi bangunan gedung

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, fungsi bangunan gedung merupakan ketetapan pemenuhan persyaratan teknis bangunan gedung, baik ditinjau dari segi tata bangunan dan lingkungannya, maupun keandalan bangunan gedungnya, yang meliputi fungsi hunian, fungsi keagamaan, fungsi usaha, fungsi sosial dan budaya, serta fungsi khusus.

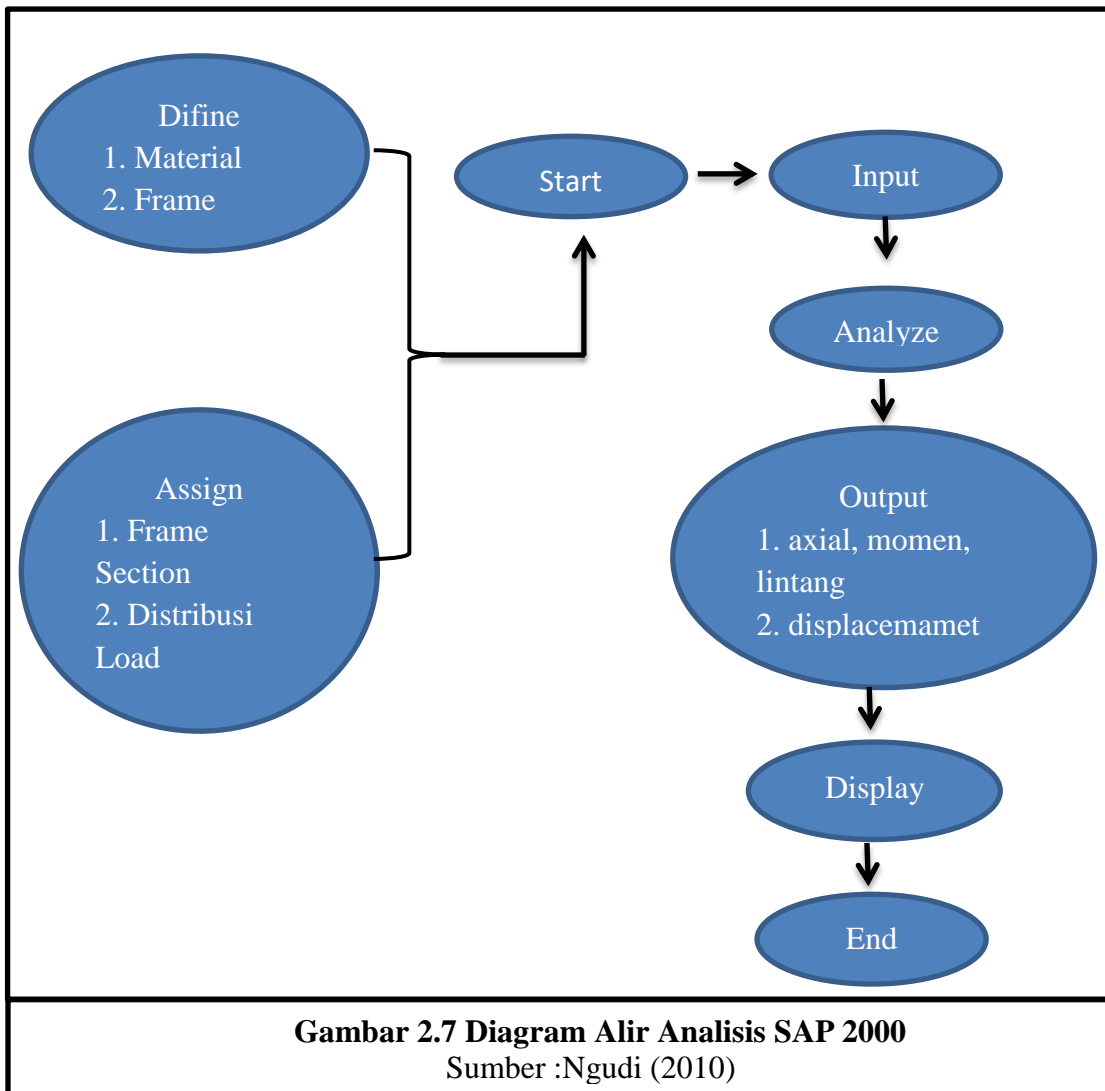
2.2.13 Software SAP 2000

Ngudi (2010), *Software SAP 2000* adalah salah satu program pendukung teknik sipil semakin berkembang dan maju secara cepat, dan merupakan program rekayasa teknik sipil yang berbeda dengan program aplikasi komputer pada umumnya (*AutoCAD, Corel Draw, Excel*, dan yang lainnya). Program ini digunakan untuk menganalisa dan desain struktur yang disusun berdasarkan teori *Finite Element Analysis* (FEA) serta didukung dengan analisis Statis, Dinamis, Linear, maupun non Linear.

Adapun langkah-langkah analisis dan desain struktur sebagai berikut:

1. Komplikasi data bangunan seperti data tanah, dimensi struktur bangunan (kolom, plat, balok) dan fungsi layanan bangunan.
2. Membuat dan merancang pemodelan bangunan.
3. Temuan gaya dalam
4. Membuat simpulan model struktur bangunan tersebut dengan membandingkan hasil gaya dalam dan gaya luar dari tinjauan *output* yang dihasilkan.

Adapun langkah-langkah analisis dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini:



Gambar 2.7 Diagram Alir Analisis SAP 2000
Sumber :Ngudi (2010)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan salah satu cara untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Pada bab ini akan diuraikan metode penelitian yang akan digunakan untuk mengevaluasi ketahanan suatu bangunan yaitu Gedung Arsip GKN Banda Aceh terhadap beban-beban yang dipikul pada struktur bangunan dalam bentuk studi literatur berdasarkan referensi-referensi yang ada, dengan membatasi masalah dengan penyederhanaan struktur yang rumit menjadi suatu model matematis dengan mempertahankan asumsi-asumsi dasar, sehingga memudahkan dalam penurunan-penurunan rumus. Untuk analisis beban gempa pada struktur digunakan analisa statik ekuivalen dan dinamik respon spektrum, sedangkan analisis struktur digunakan program SAP 2000 Versi 14

3.1 Data Umum Bangunan

Nama Gedung	: Gedung Arsip Keuangan Negara Banda Aceh
Lokasi	: Jalan T.Chik Di Tiro Banda Aceh
Fungsi	: Gedung Perkantoran
Jumlah lantai	: 5 (lima) lantai
Panjang bangunan	: 23,65 m
Lebar bangunan	: 23,65 m
Tinggi bangunan	: 23,75
Tinggi Lt.1	: 4 meter
Tinggi Lt.2	: 3,5 meter
Tinggi Lt.3	: 3,5 meter
Tinggi Lt.4	: 3,5 meter

Tinggi Lt.5 : 4 meter
Luas bangunan : 2497,5 m²

3.2 Komponen Pembebanan

Pembebanan ini disesuaikan dengan data material yang digunakan dan pendimensian masing-masing penampang mencakup pembebanan:

plat lantai dan dak atap

plat lantai, balok, ring balk, kolom

rangka kuda-kuda atap

Balok lantai : 35 x 60 cm

Kolom : 60 x 60 cm

Ring balk : 25 x 45 cm

Tebal plat lantai dan dag : 12 cm

Spesi : 5 cm

3.3 Metode Analisis Data

3.3.1 Metode analisis grafik dan tabel

Data yang akan diolah adalah data beban-beban yang dipikul pada konstruksi bangunan tersebut dan akan dianalisis menggunakan *excel* serta akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.3.2 Metode analisis SAP 2000

Dalam perencanaan redesain Gedung Arsip GKN Banda Aceh ini menggunakan *software* SAP 2000 untuk menentukan atau membandingkan kekuatan terhadap beban gempa yang akan diterima, setelah menginput seluruh beban yang bekerja pada konstruksi dan memodelkan dari Gedung Arsip GKN Banda Aceh dan hasil *outputnya* akan disajikan dalam bentuk tabel.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan suatu tahap-tahap kegiatan yang akan dilakukan pada penelitian yang dapat dilihat pada Lampiran A.2 Diagram Alir Penelitian, Halaman 70 . Adapun langkah –langkah untuk mendesain dinding geser dengan software SAP 200 dapat dilihat pada lampiran B. Langkah-langkah Desain SAP 2000, Halaman 75. Oleh karena itu, untuk mengevaluasi keandalan suatu struktur bangunan Gedung Keuangan Negara Banda Aceh ini dilakukan beberapa tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Permodelan

Permodelan dilakukan dengan memilih menu *file-new models – 3D Frames-setting* satuan, pemodelan pada bangunan berfungsi untuk menentukan jumlah tingkat bangunan, tinggi bangunan, lebar, panjang serta jarak bentang (x dan Y) berdasarkan *Shop Drawing* Gedung Keuangan Negara Banda Aceh.

2. Menentukan Material

Material yang dimasukkan dengan memilih menu *define-materials-add new materials*. Material yang digunakan berdasarkan hasil dari *Shop Drawing* Gedung Keuangan Negara Banda Aceh dan mutu bahan diasumsikan. Gedung Keuangan Negara Banda Aceh dibangun menggunakan rangka beton bertulang dengan mutu bahan sebagai berikut:

a. Beton

Berat jenis beton bertulang	= 2400 kg/m ³
angka <i>poisson</i> (m)	= 0,2
Mutu beton (f_c)	= 30 MPa
Modulus elastis beton	= 25742,96 MPa

b. Baja

Berat jenis baja	= 7.850 kg/m ³
------------------	---------------------------

angka <i>poison</i> (m)	= 0,3
Mutu baja	= 37 MPa
f_y	= 240 MPa
f_u	= 370 MPa
Modulus elastis baja	= 200.000 MPa

c. Tulangan

Tulangan longitudinal menggunakan Bj 37

Tulangan geser sengkang menggunakan Bj 34

d. Dinding geser

Tebal dinding geser = 200 cm

- Beton

Berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m³

Angka *poison* (m) = 0,2

Mutu beton (f_c) = 30 MPa

Modulus elastis beton = 25742,96 MPa

- Baja

Berat jenis baja = 7850 kg/m³

Angka *poison* (m) = 0,3

Mutu baja = 37 MPa

f_y = 240 MPa

f_u = 370 MPa

Modulus Elastis Baja = 200.000 MPa

3. Menentukan data pembebanan

a. Beban mati

Beban mati terhadap kolom, balok, plat lantai dan tangga telah dimodelkan kedalam program sehingga beban tersebut dihitung secara otomatis, sedangkan perhitungan beban mati tambahan dihitung secara

manual. Beban mati tambahan tersebut meliputi beban mati tambahan pada struktur dan arsitektur. Beban mati tambahan pada struktur terdiri dari rangka kuda-kuda yang meliputi panjang batang, berat kuda-kuda, berat gording, berat kasau, berat penutup atap. Sedangkan beban mati tambahan pada arsitektur terdiri dari dinding, keramik, kaca dan plasteran. Perhitungan dan rekapitulasi beban mati tambahan pada struktur dapat dilihat pada Lampiran D. Lampiran Perhitungan Beban Mati Tambahan Halaman 93.

b. Beban hidup

Beban hidup yang dimodelkan terdiri dari beban hidup pada lantai dan tangga. Beban hidup merata untuk di ambil $2,4 \text{ KN/m}^2$ pada ruang perkantor sesuai dengan SNI-1726-2019 tabel 2.2 Halaman 9 . Sedangkan beban hidup merata untuk tangga diambil nilai $4,79 \text{ KN/m}^2$ sesuai SNI-1727-2019 tabel 2.2 Halaman 10.

c. Beban gempa

- **Penentuan faktor keutamaan gempa:**

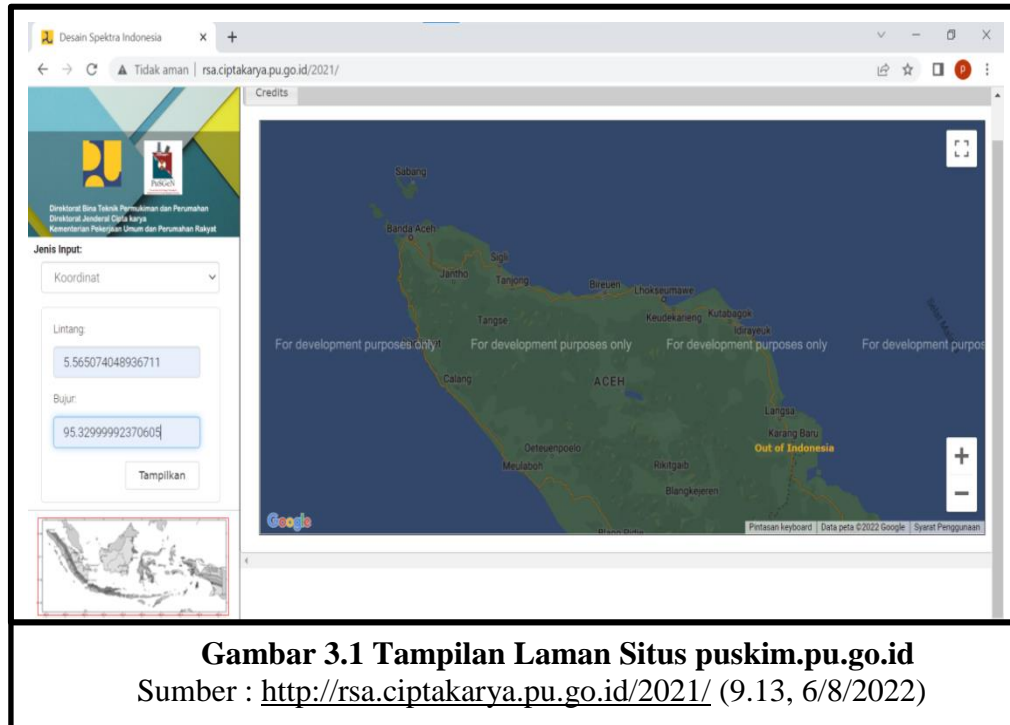
Untuk penentuan faktor keutamaan gedung berdasarkan SNI-1726-2019:

Jenis pemanfaatan	: Gedung Perkantoran
Kategori Resiko	: II (Tabel 3-Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa, hal. 24)
Faktor keutamaan gempa	: 1,0 (Tabel 4- Faktor keutamaan gempa)

- **Penentuan parameter percepatan gempa batuan dasar:**

Untuk menentukan periode $0,2 \text{ detik } (S_s)$ dan periode $1 \text{ detik } (S_1)$ dapat diperoleh dari data respons spectrum dengan cara memasukkan titik

koordinat maupun nama kota yang ditinjau, seperti terlihat pada gambar 3.1 tampilan laman situs puskim.pu.go.id.



Gambar 3.1 Tampilan Laman Situs puskim.pu.go.id
Sumber : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> (9.13, 6/8/2022)

Data yang diperoleh adalah:

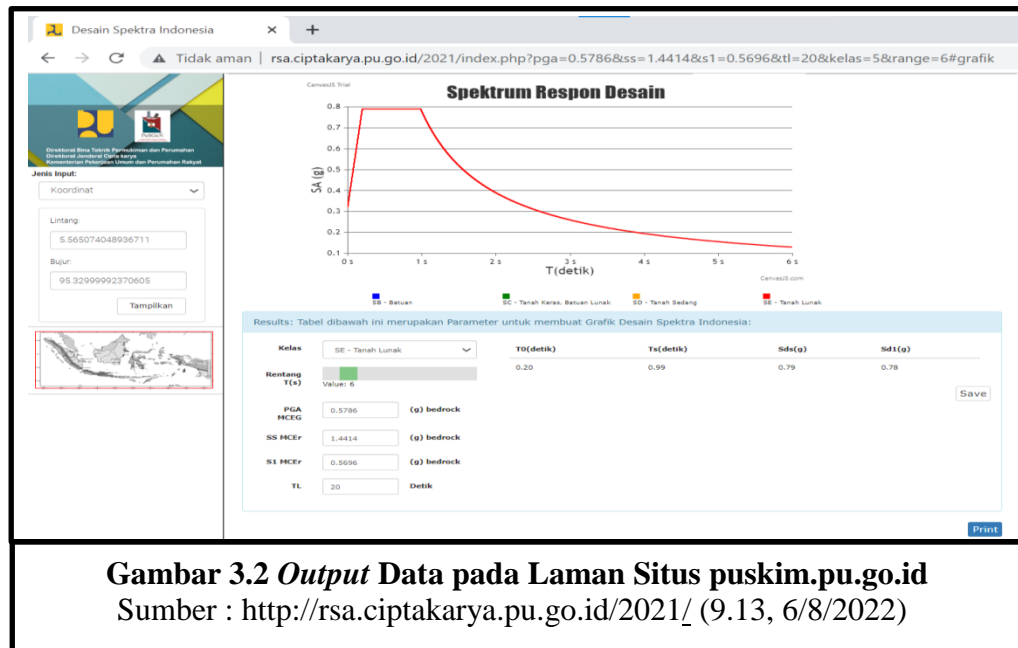
Ss (0,2 detik) : 1,4414 (g)

S1 (1 detik) : 0,5696 (g)

Sds : 0.96

Sd1 : 0.66

Seperti yang terlihat pada gambar 3.2 *Output* data pada laman situs puskim.pu.go.id



Gambar 3.2 Output Data pada Laman Situs puskim.pu.go.id
 Sumber : <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> (9.13, 6/8/2022)

- **Penentuan klasifikasi situs:**

Dikarenakan tidak adanya data kajian geoteknik yang dilakukan pada penelitian ini, maka untuk memperoleh data geoteknik dikutip dari jurnal-jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini yang berada pada daerah Banda Aceh, maka digunakan situs SD (tanah sedang).

- **Penentuan faktor amplifikasi seismik:**

- Dengan menggunakan $S_s = 1,4414$ (g) pada kelas situs SD di tabel 6 halaman 34, maka diperoleh nilai interpolasi linear adalah $F_a : 1$
- Dengan menggunakan $S_1 = 0,5696$ (g) pada kelas situs SD di tabel 7 halaman 34, maka diperoleh nilai dari interpolasi linear $F_v : 1.734$

- **Penentuan respons parameter percepatan spektral desain:**

$$S_{MS} = F_a \times S_s = 1 \times 1.4414 = 1.4414$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 = 1.734 \times 0.5696 = 0.9877$$

- **Penentuan parameter percepatan spektral desain :**

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} = 0.96$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} \times S_{MI} = 0.66$$

- **Penentuan kategori desain seismik (1726:2019 pasal 6.5)**

- Jika $S_{DS} = 0,96$ dan kategori resiko II seperti yang diperlihatkan pada tabel 8 halaman 37, maka kategori desain seismik berada dalam kategori D.
- Jika nilai $S_{DI} = 0,66$ dan kategori resiko II seperti yang diperlihatkan pada tabel 9 halaman 37, maka kategori desain seismik berada dalam kategori D.

- **Penentuan sistem struktur dan parameter struktur :**

Gedung berada didalam kategori desain seismik D, maka sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2019 pasal 18.6 sistem yang digunakan untuk analisis adalah sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), karena menggunakan beton bertulang, maka rangka beton bertulang pemikul momen khusus yang digunakan harus sesuai dengan ketentuan sebagai ($R = 8, \Omega_0 = 3, C_d = 5,5$) yang diperoleh dari SNI 1726:2019 pada Tabel 12 halaman 50.

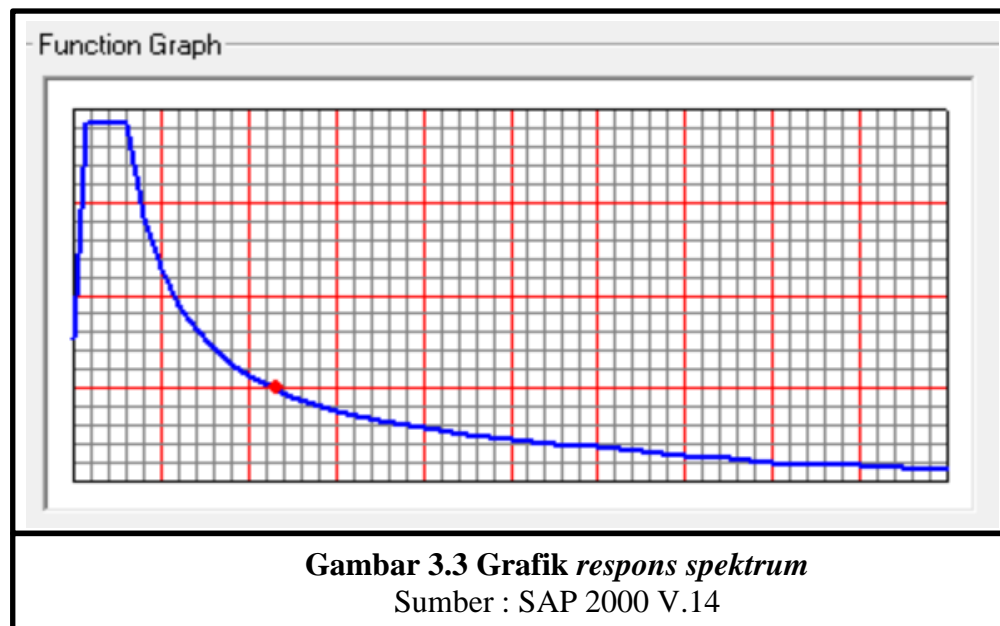
- **Penentuan kriteria permodelan**

Kategori desain seismik D pada tabel 16 halaman 68 “Prosedur Analisis yang dianalisis”, maka bangunan dengan karakteristik struktur masuk kategori Resiko II dan dengan ketinggian tidak melebihi 48.8 m dapat dianalisis dengan metode analisis lateral ekivalen, *spektrum respons* dan

prosedur riwayat *respons* seismik. Namun pada penelitian ini hanya menggunakan metode analisis *sepktrum respons*.

- **Grafik respons spektrum**

Data *respos spectrum* yang diperoleh dari website puskim.pu.go.id. Kemudian *input* data *Response Spectrum* di SAP2000 melalui *Define – Functions – Response Spectrum*. Pada *Choose function type to add* pilih *spectrum from file*. Lalu jalankan perintah tombol *browse – open*.



4. Menentukan *frame sections*

Frame sections merupakan proses *menginput* dimensi yang digunakan dengan cara memilih menu *define-section property-frame section – select section type to add – add new maerials* kemudian pilih jenis material yang akan digunakan sesuai dengan data dimensi, material, dan *reinforcement* data.

5. Menentukan *area section*

Area section merupakan proses menentukan pemilihan dalam bentuk pelat dengan memilih menu *define-section property-area section-add new property* sesuai dengan data material dan ketebalan *area sections*.

6. Menentukan *load pattern*

Load Pattern merupakan proses menentukan beban-beban yang ada pada bangunan seperti beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa dengan cara memilih menu *define - load pattern*. Pada *self weight multiplier* masukkan nilai 1 (satu) jika dimaksudkan beban didefinisikan sendiri oleh program dan masukkan nilai nol (0) jika dimasukkan beban tidak didefinisikan sendiri oleh program. Ketika *self wight multiplier* didefinisikan 0 (nol) maka beban harus di input manual pada program SAP2000 versi 14.

7. Menggambar *element*

Pada saat menggambar *element* aktifkan terlebih dahulu *joints and grid intersection* untuk mempermudah *cursor I* menuju *joints* pada *grid* yang telah ditentukan. Kemudian pilih menu *draw-draw frame/cable/tendon-straight frame beam/column*. Untuk menggambar *element beam/column* arahkan kembali ke *cursor* untuk menentukan *element* yang akan kita gambar. Kemudian menentukan perletakan tumpuan dengan cara menentukan *joints* dengan *cursor*, kemudian memilih menu *assign-joint-resistance*.

Untuk menggambar plat klik *draw rectangular area element – properties of object – pilih section - blok area pada grid* kemudian pilih menu *set display options-general-extrude view* untuk melihat plat yang sudah digambar.

8. Menentukan *area load*

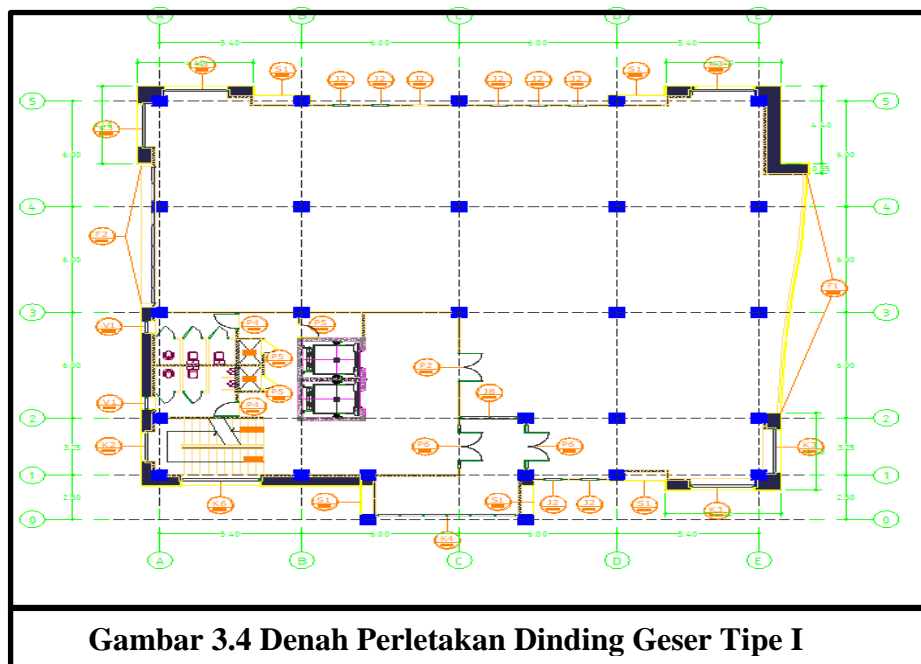
Area Load digunakan untuk menginput nilai yang ada pembebanan baik itu beban mati, hidup, dan mati tambahan sesuai dengan perencanaan. Langkah yang dilakukan yaitu dengan memilih menu *assign-area load-uniform (shell)*. Adapun beban yang di *input* pada penampang seperti plat lantai dan plat dag.

9. Menentukan Kombinasi Pembebanan

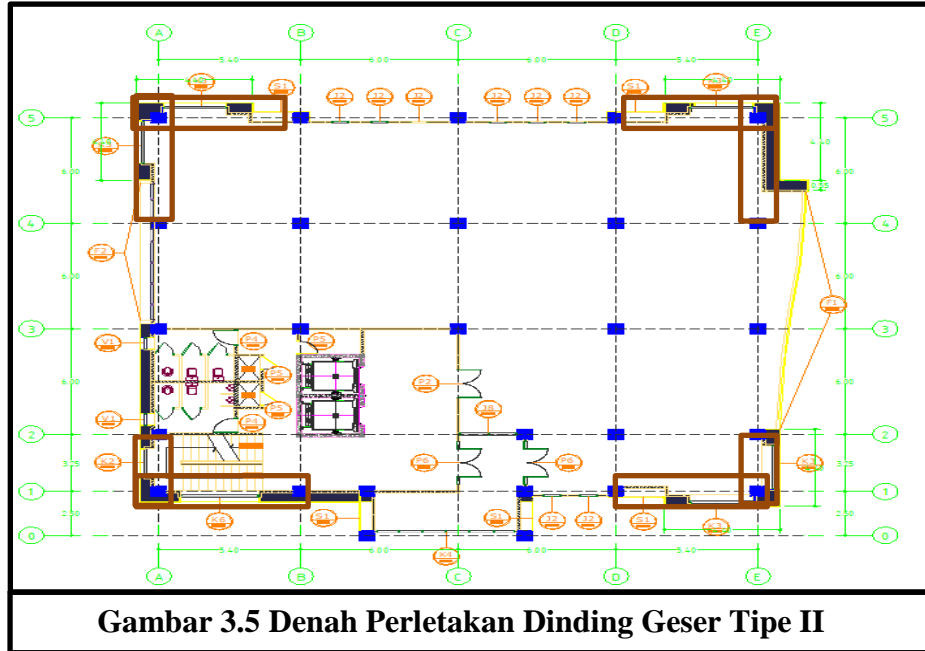
Adapun langkah-langkah untuk menginput beban kombinasi adalah klik *define – Load combination – Add new combo – input* label kombinasi beban – jenis beban – masukkan skala faktor. Untuk rumus-rumus yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2.12 hingga 2.31.

3.5 Permodelan Struktur Dinding Geser

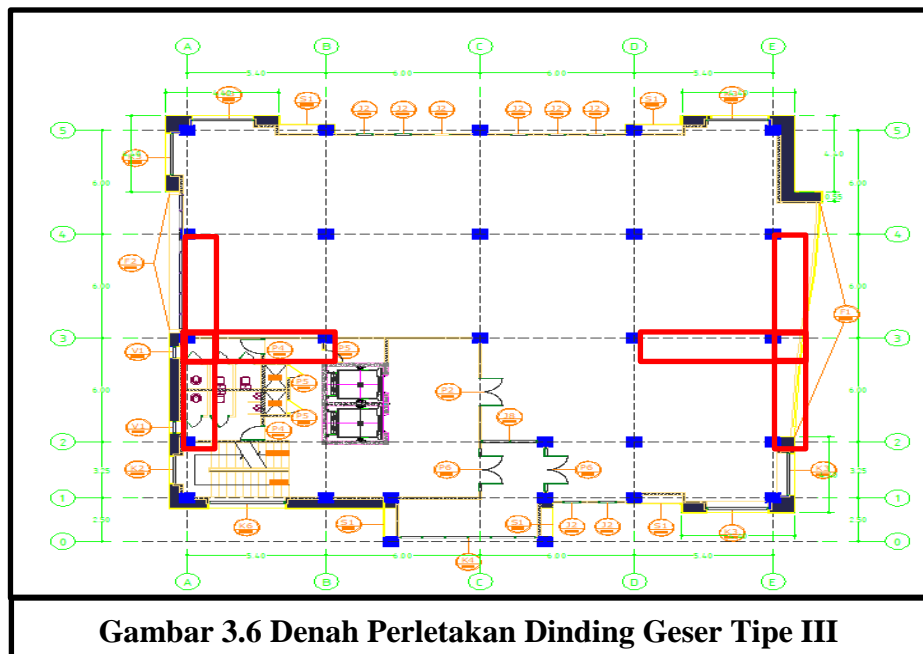
1. Denah perletakan dinding geser tipe I (tanpa menggunakan dinding geser)



2. Denah perletakan dinding geser tipe II



3. Denah perletakan dinding geser tipe III



3.6 Kontrol Struktur

- Jumlah ragam
Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 pasal 7.9.1.1 Halaman 77 menyatakan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur dan diizinkan mengambil semua ragam dibawah 0.05 detik untuk mencapai ketentuan yang diterapkan
- Pemilihan ragam
Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 pasal 7.9.1.1 halaman 77 menyatakan nilai untuk masing-masing parameter yang ditinjau, yang dihitung untuk berbagai ragam harus dikombinasikan menggunakan metode akar kuadrat jumlah kuadrat (SRSS) atau metode kombinasi kuadrat lengkap (CQC).
- Simpangan antar lantai
Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 pasal 7.8.6 halaman 75 menyatakan penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau.
- Gaya geser dasar dinamik dan statik
Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa gaya geser dinamis harus lebih besar dari 100% gaya geser dasar ststis.

3.7 Analisis Struktur

Analisis terhadap struktur untuk memperoleh pengaruh gaya dalam yang bekerja pada bangunan gedung saat menerima beban gempa. Hasil dari analisis struktur tersebut diperoleh saat program di *running* setelah menyelesaikan tahapan-tahapan *input* data pada program SAP2000 V.14. Setelah kontrol struktur, maka menganalisis dan membandingkan pengaruh gaya dalam yang bekerja pada struktur

dikeluarkan untuk dianalisa dan disesuaikan dengan persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan yang meliputi hasil analisis struktur dan pembahasan. Hasil analisis struktur terdiri gaya aksial, gaya geser dan momen yang terjadi terhadap struktur bangunan. Sedangkan pembahasan merupakan gabungan antara hasil menggunakan dinding geser dan tidak menerapkan dinding geser untuk memperoleh kesimpulan dalam penelitian ini.

4.1 Hasil Kontrol Struktur

4.1.1 Tidak menerapkan dinding geser

a) Pemeriksaan jumlah ragam

Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur dan diizinkan mengambil semua ragam dibawah 0,05 detik untuk mencapai ketentuan yang diterapkan. Berdasarkan hasil *running* partisipasi massa mencapai 100% dengan jumlah ragam 3.798 dengan periode 0,005302 detik.

b). Pemeriksaan jenis ragam

Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100% dari massa aktual yang dimodelkan.

Berdasarkan hasil *running* jumlah ragam dengan menggunakan acuan SNI 1726:2019 menggunakan persamaan 2.34 bahwa nilai selisih waktu maksimal yaitu 55,61518% berada di periode 0,902741 detik maka jenis ragam yang digunakan adalah jenis ragam SRSS (*Square Roof Of Square*) sedangkan untuk waktu getar

alami yang berekatan atau selisih nilainya kurang dari 15% harus dilakukan dengan metode CQC (*Complate Quadratic Combination*).

c). Gaya geser dasar statis dan dinamis

Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa gaya geser dinamis harus lebih besar dari 100% gaya geser dasar ststis, untuk mengetahui apakah perbandingan memenuhi syarat dapat dilihat pada Tabel 4.1 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Tanpa Dinding Geser.

Tabel 4.1 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Tanpa Dinding Geser

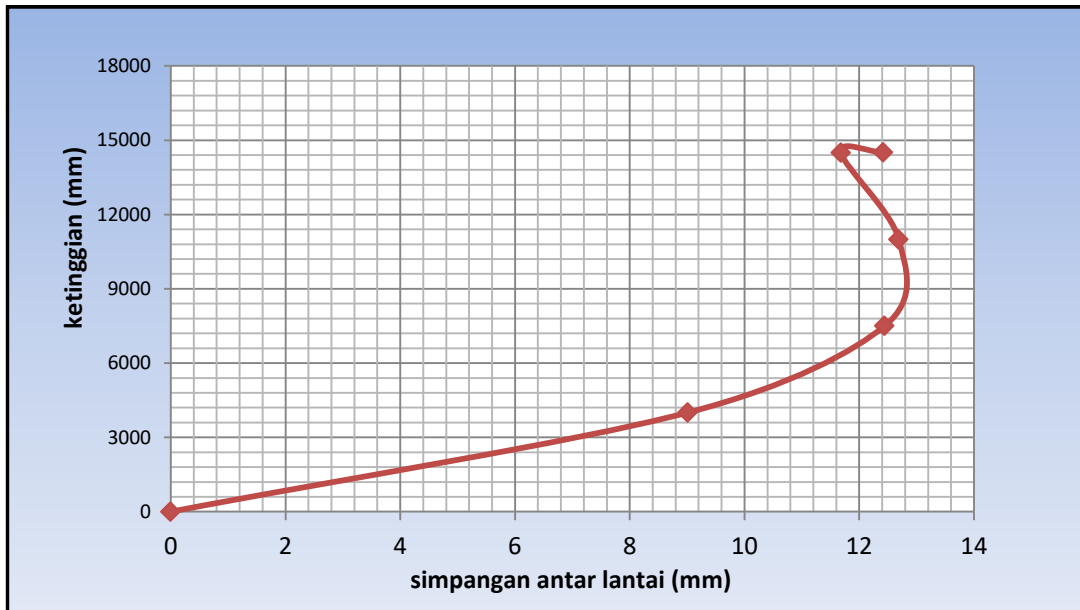
Base Struktur	Dinamik Geser Dasar (Vd) (kN)	Statik Geser Dasar (Vs) (kN)	100% x Statik Geser Dasar (kN)	Kontrol $V_d > 100\% V_s$
X-Direction	8280.74	-7789.68	-7789.68	Memenuhi
Y-Direction	9027.15	-7789.68	-7789.68	Memenuhi

d). Pemeriksaan simpangan antar lantai

Berdasarkan SNI 1726-2019 menyatakan bahwa penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dibilang sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau, untuk melihat hasil analisis perhitungan pada simpangan antar lantai dapat dilihat pada Tabel 4.2 Simpangan Antar Lantai Tanpa Dinding Geser.

Tabel 4.2 Simpangan Antar Lantai Tanpa Dinding Geser

Lantai	Max (mm)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)	$\Delta_y = (0.025h_x)$ (mm)	Keterangan
Atap	4000	21.32	10.59	26.62	12.42	100	Memenuhi
lt5	3500	16.48	8.33	24.65	11.68	87.5	Memenuhi
lt4	3500	11.99	6.21	25.92	12.69	87.5	Memenuhi
lt3	3500	7.28	3.90	24.11	12.44	87.5	Memenuhi
lt2	4000	2.90	1.64	15.93	9.01	100	Memenuhi
lt1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	Memenuhi



Gambar 4.1 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Tidak Menerapkan Dinding Geser



Gambar 4.2 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Tidak Menerapkan Dinding Geser

Berdasarkan Tabel 4.2 Simpangan Antar Lantai Tanpa Dinding Geser, Gambar 4.1 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Tidak Menerapkan Dinding

Geser dan Gambar 4.2 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Tidak Menerapkan Dinding diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai (*drift*) tertinggi sebesar 12,42 mm arah y dan 26,62 mm arah x berada di atap. Simpangan antar lantai terendah sebesar 9,01 mm arah y dan 15,93 mm arah x yang berada di lantai 2. Dapat kita lihat bahwa hasil analisis disubstitusikan menggunakan persamaan 2.35.

Diketahui:

$C_d = 5,5$ (diperoleh dari tabel 12)

$I_e = 1$ (diperoleh dari tabel 4)

Sehingga, pada lantai atap diperoleh simpangan sebesar

$$\Delta = \frac{(\delta_n - \delta_{n-1}) \times C_d}{I_e}$$

$$= (10,59 - 8,33) \times 5,5 = 12,42 \text{ mm}$$

Maka, diperoleh nilai simpangan antar lantai sebesar 12,42 mm dengan syarat harus kurang dari $(0,025hx)$

$$0,025 \times 4000 = 100 \text{ mm}$$

Jadi simpangan antar lantai $12,42 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm}$... (ok)

4.1.2 Menerapkan dinding geser

1. Dinding geser berbentuk “L”

a) Pemeriksaan jumlah ragam

Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur dan diizinkan mengambil semua ragam dibawah 0,05 detik untuk mencapai ketentuan yang diterapkan. Berdasarkan hasil *running* partisipasi massa mencapai 99% dengan jumlah ragam 3.798 dengan periode 0,005457 detik. Sehingga harus mengontrol kembali pada menu *define - load cases - modal - modify show load case- Maximum number of modes* .

b) Pemeriksaan jenis ragam

Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100% dari massa aktual yang dimodelkan.

Berdasarkan hasil *running* jumlah ragam dengan menggunakan acuan SNI 1726:2019 menggunakan rumus diatas bahwa nilai selisih waktu maksimal yaitu 15,00538 % berada di periode 0,219468 detik maka jenis ragam yang digunakan adalah jenis ragam CQC (*Complate Quadratic Combination*).

c) gaya geser dasar statis dan dinamis

Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa gaya geser dinamis harus lebih besar dari 100% gaya geser dasar statis, untuk mengetahui apakah perbandingan memenuhi syarat dapat dilihat pada Tabel 4.3 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik “L” dibawah ini.

Tabel 4.3 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik “L”

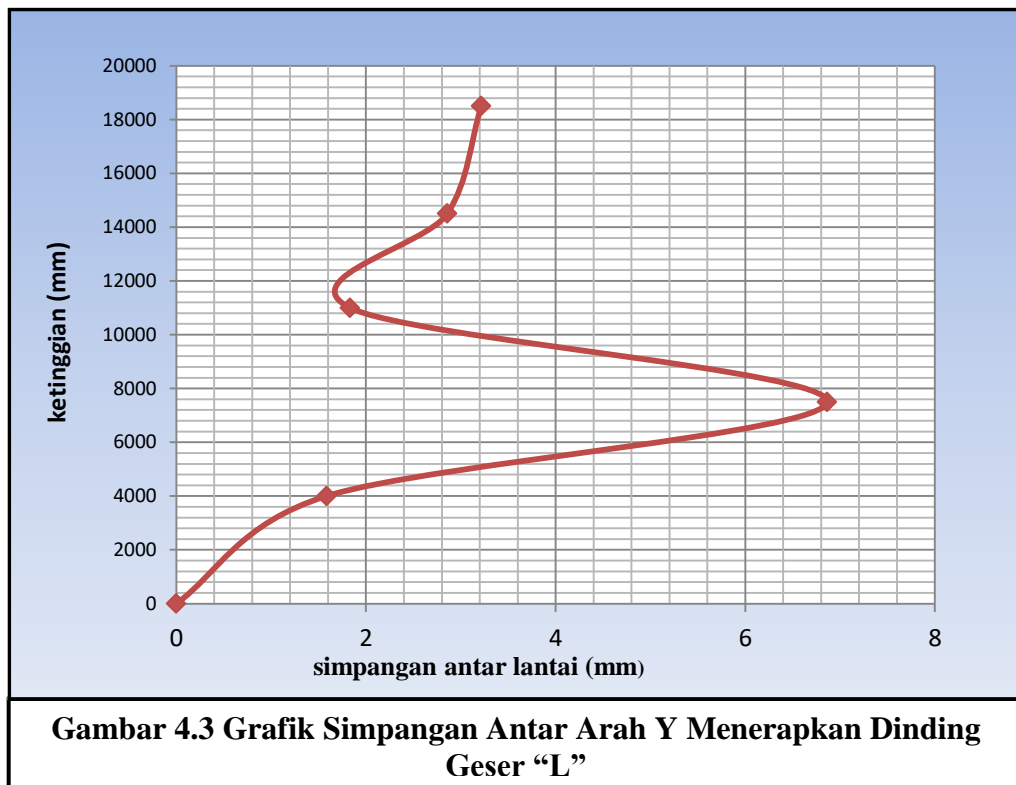
Base Struktur	Dinamik Geser Dasar (kN)	Statik Geser Dasar (kN)	100% x Statik Geser Dasar (kN)	Kontrol $V_d > 100\% V_s$
X-Direction	17668.37	-10806.55	-10806.548	Memenuhi
Y-Direction	17641.03	-10806.55	-10806.548	Memenuhi

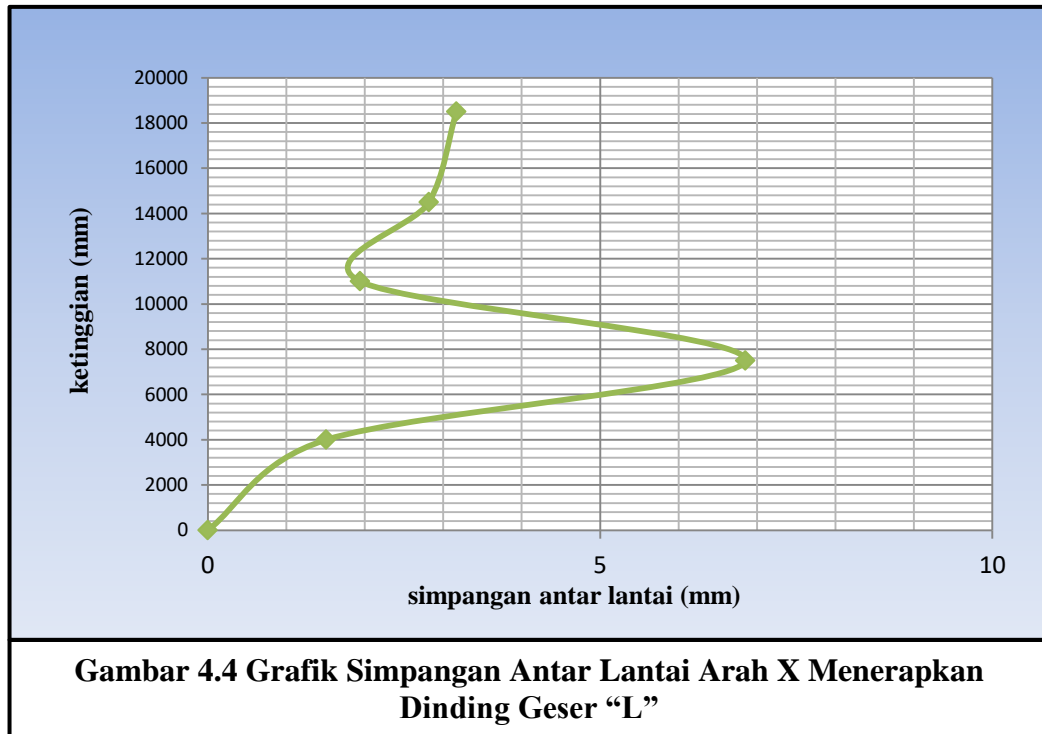
d) Pemeriksaan simpangan antar lantai

Berdasarkan SNI 1726-2019 menyatakan bahwa penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dibilang sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau, untuk melihat hasil analisis perhitungan pada simpangan antar lantai dapat dilihat pada Tabel 4.4 Simpangan Antar Lantai Tanpa Tipe “L”.

Tabel 4.4 Simpangan Antar Lantai Tipe “L”

Lantai	Max (mm)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	Δx (mm)	Δy (mm)	$\Delta y=(0.025hx)$ (mm)	Keterangan
Atap	4000	2.26	2.31	3.17	3.22	100	Memenuhi
lt5	3500	1.68	1.72	2.82	2.86	87.5	Memenuhi
lt4	3500	1.17	1.20	-1.94	-1.83	87.5	Memenuhi
lt3	3500	1.52	1.54	6.85	6.86	87.5	Memenuhi
lt2	4000	0.27	0.29	1.51	1.58	100	Memenuhi
lt1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	Memenuhi





Berdasarkan Tabel 4.4 Simpangan Antar Lantai Tanpa Tipe “L”, Gambar 4.3 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Menerapkan Dinding Geser “L” dan Gambar 4.4 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Menerapkan dinding geser “L” diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai (*drift*) tertinggi sebesar 12,42 mm arah y dan 26,62 mm arah x berada di atap. Simpangan antar lantai terendah sebesar 9,01 mm arah y dan 15,93 mm arah x yang berada di lantai 2. Dapat kita lihat bahwa hasil analisis disubstitusikan menggunakan persamaan 2.35.

Diketahui:

$C_d = 5,5$ (diperoleh dari tabel 12)

$I_e = 1$ (diperoleh dari tabel 4)

Sehingga, pada lantai atap diperoleh simpangan sebesar

$$\Delta = \frac{(\delta_n - \delta_{n-1}) \times C_d}{I_e}$$

$$= (2,31 - 1,72) \times 5,5 = 3.22 \text{ mm}$$

Maka, diperoleh nilai simpangan antar lantai sebesar 3,22 mm dengan syarat harus kurang dari $(0,025hx)$

$$0,025 \times 4000 = 100 \text{ mm}$$

Jadi simpangan antar lantai $3,22 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm}$..(ok)

2. Dinding geser berbentuk “I”

a) Pemeriksaan jumlah ragam

Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur dan diizinkan mengambil semua ragam dibawah 0,05 detik untuk mencapai ketentuan yang diterapkan. Berdasarkan hasil *running* partisipasi massa mencapai 99% dengan jumlah ragam 3.798 dengan periode 0,005423 detik. Sehingga harus mengontrol kembali pada menu *define - load cases - modal - modify show load case - Maximum number of modes*.

b) Pemeriksaan jenis ragam

Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 100% dari massa aktual yang dimodelkan.

Berdasarkan hasil *running* jumlah ragam dengan menggunakan acuan SNI 1726:2019 menggunakan rumus diatas bahwa nilai selisih waktu maksimal yaitu 5,7967 % berada di periode 0,179536 detik maka jenis ragam yang digunakan adalah jenis ragam metode CQC (*Complate Quadratic Combination*).

c) Perbandingan gaya geser dasar ststis dan dinamis

Berdasarkan SNI Gempa 1726:2019 menyatakan bahwa gaya geser dinamis harus lebih besar dari 100% gaya geser dasar statis, untuk mengetahui apakah

perbandingan memenuhi syarat dapat dilihat pada tabel 4.5 gaya geser dasar statik dan dinamik tipe “I”.

Tabel 4.5 Gaya Geser Dasar Statik dan Dinamik Tipe “I”

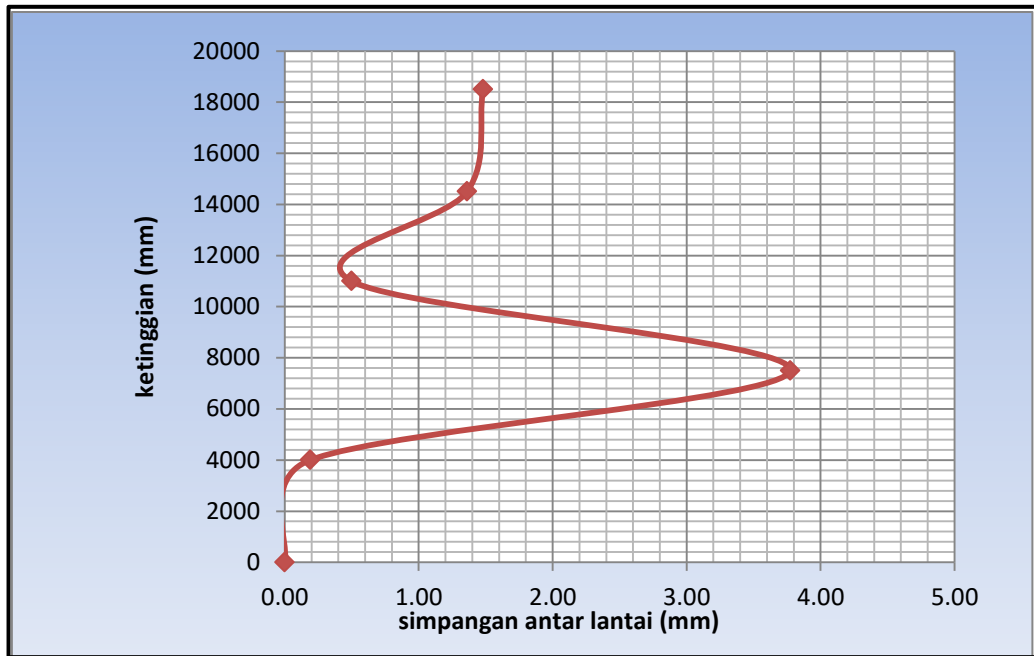
Base Struktur	Dinamik Geser Dasar (kN)	Statik Geser Dasar (kN)	100% xStatik Geser Dasar (kN)	Kontrol $V_d > 100\% V_s$
X-Direction	17211.86	-10179.46	-10179.459	Memenuhi
Y-Direction	16331.34	-10179.46	-10179.459	Memenuhi

d) Pemeriksaan simpangan antar lantai

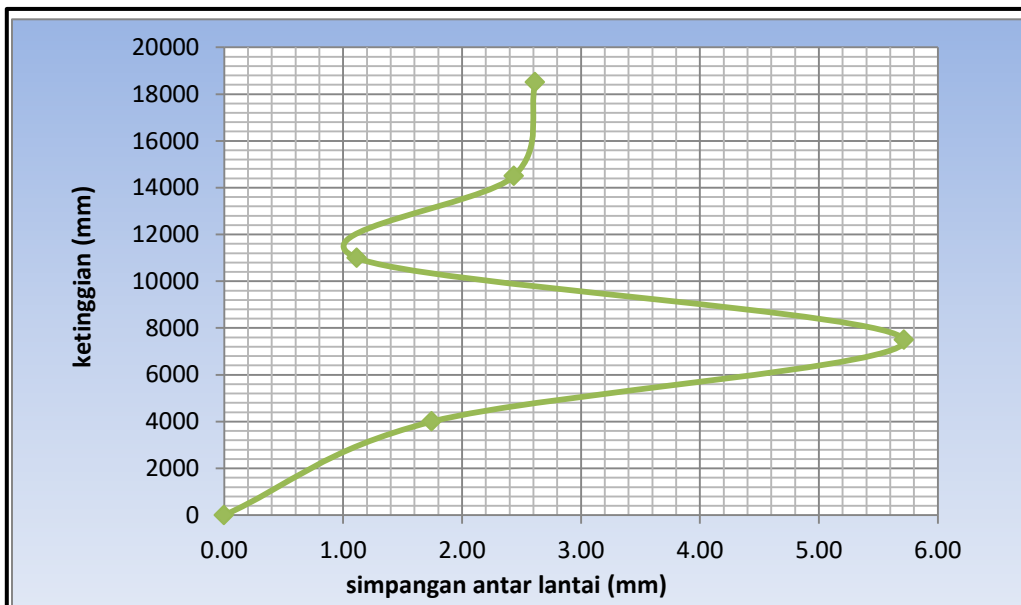
Berdasarkan SNI 1726-2019 menyatakan bahwa penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) harus dibidang sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau, untuk melihat hasil analisis perhitungan pada simpangan antar lantai dapat dilihat pada Tabel 4.6 Simpangan Antar Lantai Tipe “I”.

Tabel 4.6 Simpangan Antar Lantai Tipe “I”

Lantai	Max (mm)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)	$\Delta_y=(0.025h_x)$ (mm)	Keterangan
atap	4000	2.07	1.15	2.62	1.48	100	Memenuhi
lt5	3500	1.60	0.88	2.44	1.36	87.5	Memenuhi
lt4	3500	1.15	0.63	-1.11	-0.50	87.5	Memenuhi
lt3	3500	1.36	0.72	5.72	3.77	87.5	Memenuhi
lt2	4000	0.32	0.03	1.75	0.19	100	Memenuhi
lt1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	Memenuhi



Gambar 4.5 Grafik Simpangan Antar arah y Menerapkan Dinding Geser "I"



Gambar 4.6 Grafik Simpangan Antar arah x Menerapkan Dinding Geser "I"

Berdasarkan Tabel 4.6 Simpangan Antar Lantai Tanpa Tipe “L”, Gambar 4.5 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah Y Menerapkan Dinding Geser “I” dan Gambar 4.6 Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X Menerapkan Dinding Geser “I” diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai (*drift*) tertinggi sebesar 12,42 mm arah y dan 26,62 mm arah x berada di atap. Simpangan antar lantai terendah sebesar 9,01 mm arah y dan 15,93 mm arah x yang berada di lantai 2. Dapat kita lihat bahwa hasil analisis disubstitusikan menggunakan persamaan 2.35.

Diketahui:

$$C_d = 5,5 \text{ (diperoleh dari tabel 12)}$$

$$I_e = 1 \text{ (diperoleh dari tabel 4)}$$

Sehingga, pada lantai atap diperoleh simpangan sebesar

$$\Delta = \frac{(\delta_n - \delta_{n-1}) \times C_d}{I_e}$$

$$= (1,15 - 0,88) \times 5,5 = 1,48 \text{ mm}$$

Maka, diperoleh nilai simpangan antar lantai sebesar 3,22 mm dengan syarat harus kurang dari (0,025hx)

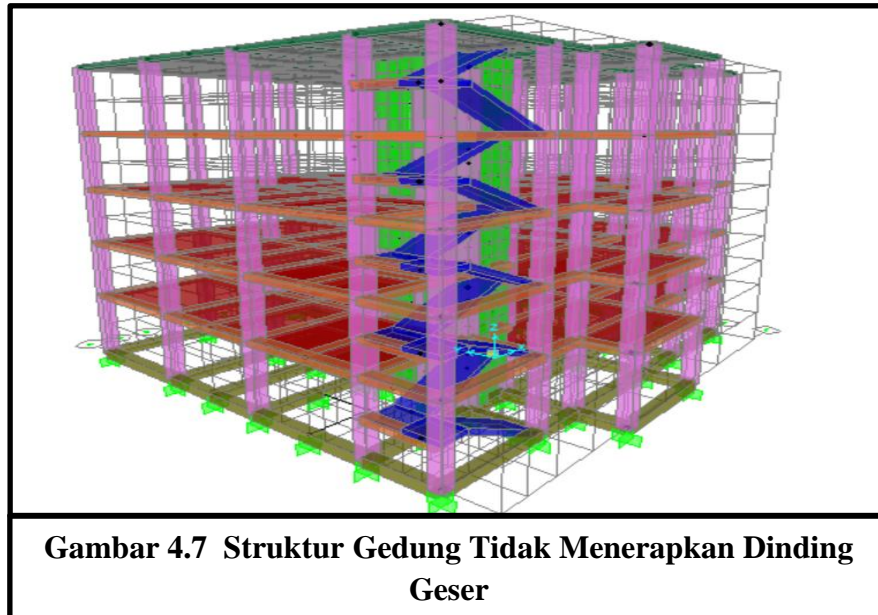
$$0,025 \times 4000 = 100 \text{ mm}$$

Jadi simpangan antar lantai 1,48 mm \leq 100 m..(ok)

4.2 Hasil Analisis Struktur

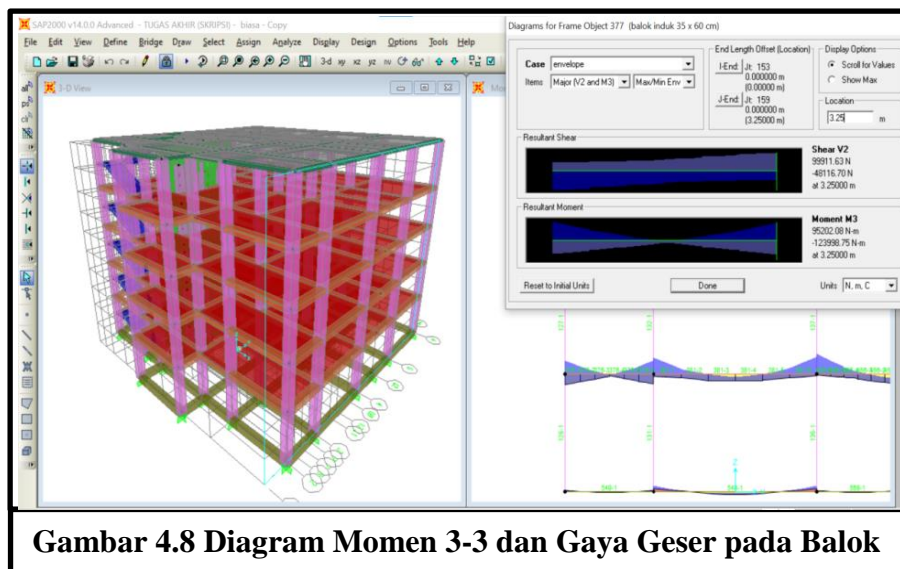
Analisa struktur terhadap bangunan Gedung Keuangan Negara Banda Aceh menggunakan asumsi bahwa sistem struktur yang diterapkan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Hasil analisis struktur (*output*) yang dihasilkan pada struktur bangunan Gedung Keuangan Negara Banda Aceh ini berupa momen, gaya lintang dan gaya aksial dan torsi antara menerapkan dinding geser dengan tidak menerapkan dinding geser. Penentuan momen, gaya lintang, gaya aksial, dan torsi diambil setiap batang berdasarkan letak dinding gesernya.

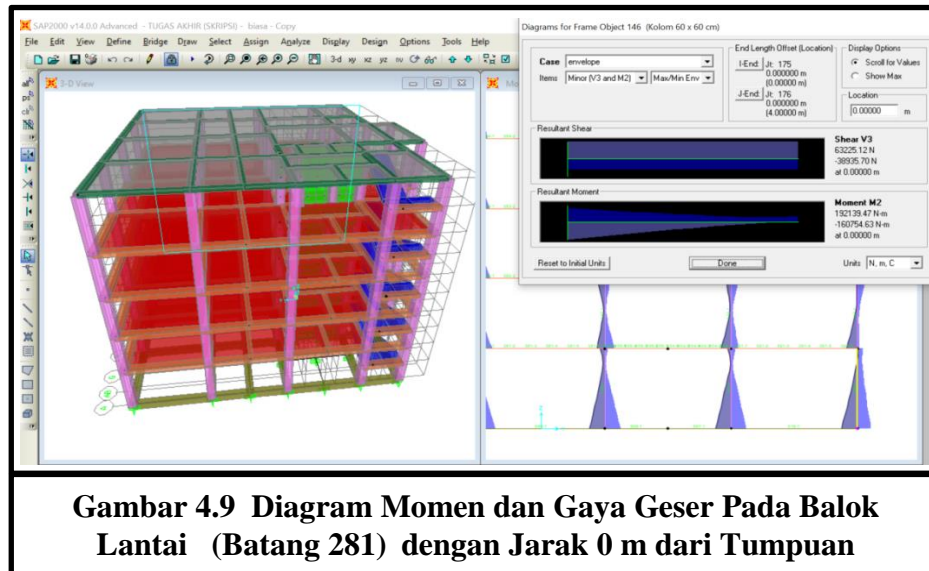
4.2.1 Tidak menerapkan dinding geser



a. Momen

Momen merupakan gaya dalam yang diperoleh dari hasil perkalian gaya dan jarak. Momen dari hasil dinding geser ini akan disajikan dalam bentuk tabel yang dianalisis dengan menggunakan SAP 2000.





Gambar 4.9 Diagram Momen dan Gaya Geser Pada Balok Lantai (Batang 281) dengan Jarak 0 m dari Tumpuan

Dari Gambar 4.8 Diagram Momen 3-3 dan Gaya Geser pada Balok dan 4.9 Diagram Momen dan Gaya Geser pada Balok Lantai (Batang 281) dengan Jarak 0 m dari Tumpuan dapat kita lihat bahwa nilai momen negatif (-) merupakan momen tumpuan dan nilai momen positif (+) merupakan momen tumpuan. Sehingga pada Tabel 4.7 Momen Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser dapat dilihat nilai momen maksimum yang terjadi pada semua struktur yaitu kolom, balok, ringbalok dan Sloof.

Tabel 4.7 Momen Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser

Struktur	Momen Maksimum	
	Tumpuan (kNm)	Lapangan (kNm)
Balok	-179,79	95,20
Kolom	-205,10	192,14
Sloof	-52,94	25,81
Ringbalk	-76,96	42,16

b. Gaya Lintang

Gaya lintang merupakan gaya-gaya yang akan menahan geseran yang terjadi. Penentuannya juga dilakukan/ditinjau setiap titik di mana gaya yang bekerja. Gaya lintang terjadi apabila ada gaya-gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu yang menyebabkan suatu penampang akan bergeser bergerak keatas atau ke bawah satu sama lain. Hasil analisis gaya lintang maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.8 Gaya Lintang Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser.

Tabel 4.8 Gaya Lintang Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser

Struktur	Gaya Lintang Maksimum
	(kN)
Balok	135,99
Kolom	-112,07
Sloof	52,94
Ringbalk	69,20

c. Gaya Aksial

Gaya aksial terjadi jika gaya-gaya luar bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan sejajar terhadap sumbu tersebut dan akan menghasilkan tegangan dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. Gaya aksial maksimum yang terjadi pada kolom sebesar 1754,55 kN.

d. Torsi

Torsi atau momen puntir merupakan efek momen termasuk putaran / puntiran yang terjadi pada penampang tegak lurus terhadap sumbu utama dari elemen, hal ini terjadi ketika pusat beban tidak tepat dengan pusat kekakuan elemen vertikal

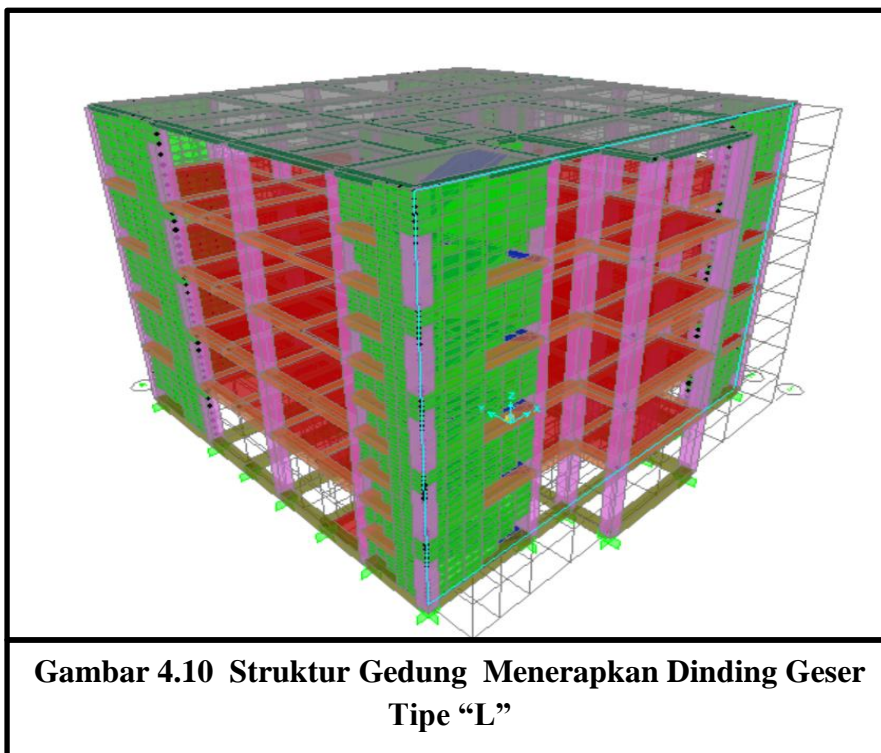
beban. Hasil analisis torsi dapat dilihat pada Tabel 4.9 Torsi Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser.

Tabel 4.9 Torsi Maksimum Tanpa Menerapkan Dinding Geser

Struktur	Torsi Maksimum
	(kNm)
Balok	45,99
Sloof	0
Ringbalk	-23,70

4.2.2 Menerapkan dinding geser

1. Dinding geser tipe “L”



a. Momen

Momen merupakan gaya dalam yang diperoleh dari hasil perkalian gaya dan jarak. Momen dari hasil dinding geser ini akan disajikan dalam bentuk tabel yang dianalisis dengan menggunakan SAP 2000. Hasil analisis torsi dapat dilihat pada Tabel 4.10 Momen Maksimum Tipe “L”.

Tabel 4.10 Momen Maksimum Tipe “L”

Struktur	Momen Maksimum	
	Tumpuan (kNm)	Lapangan (kNm)
Balok	-136,11	81,66
Kolom	-107,33	111,79
Sloof	-138,51	72,86
Ringbalk	-67,59	35,94

b. Gaya lintang

Gaya lintang merupakan gaya-gaya yang akan menahan geseran yang terjadi. Penentuannya juga dilakukan/ditinjau setiap titik di mana gaya yang bekerja. Gaya lintang terjadi apabila ada gaya-gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu yang menyebabkan suatu penampang akan bergeser bergerak keatas atau ke bawah satu sama lain. Hasil analisis gaya lintang dapat dilihat pada Tabel 4.11 Gaya Lintang Maksimum “L” .

Tabel 4.11 Gaya Lintang Maksimum “L”

Struktur	Gaya Lintang Maksimum
	(kN)
Balok	115,91
Kolom	-126,20
Sloof	-306,67
Ringbalk	66,14

c. Gaya Aksial

Gaya aksial terjadi jika gaya-gaya luar bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan sejajar terhadap sumbu tersebut dan akan menghasilkan tegangan dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. Gaya aksial yang terjadi pada kolom sebesar -2578,08 kN.

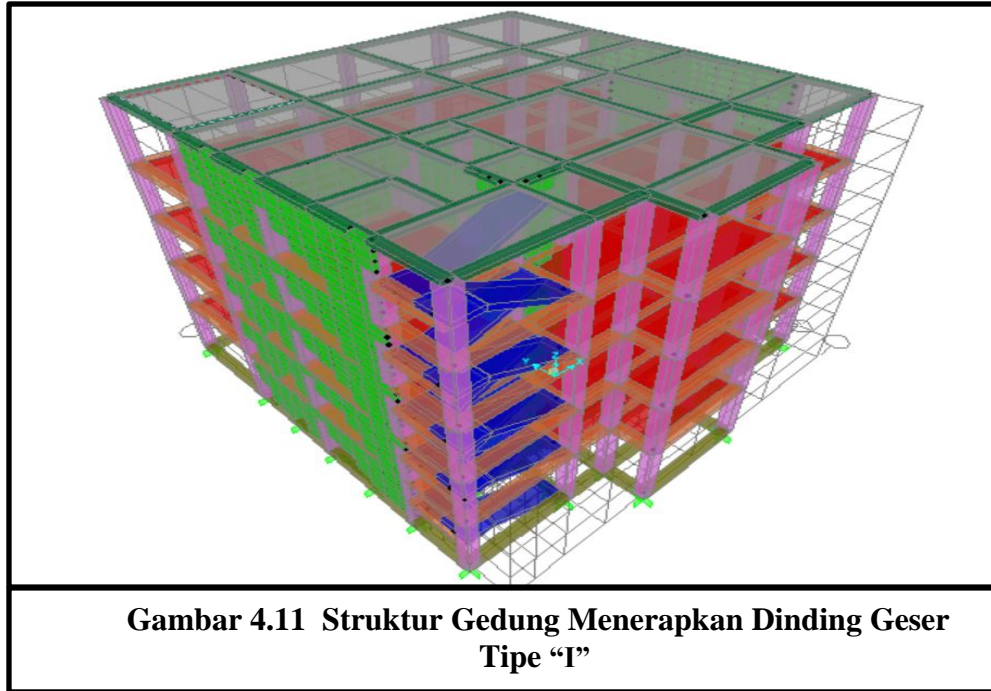
d. Torsi

Torsi atau momen puntir merupakan efek momen termasuk putaran / puntiran yang terjadi pada penampang tegak lurus terhadap sumbu utama dari elemen. Hal ini terjadi ketika pusat beban tidak tepat dengan pusat kekakuan elemen vertikal beban. Hasil analisis torsi dapat dilihat pada Tabel 4.12 Torsi Maksimum Tipe “L”

Tabel 4.12 Torsi Maksimum Tipe “L”

Struktur	Torsi Maksimum
	(kNm)
Balok	37,62
Sloof	-6,94
Ringbalk	-19,92

2. Dinding geser type "I"



a. Momen

Momen merupakan gaya dalam yang diperoleh dari hasil perkalian gaya dan jarak. Momen dari hasil dinding geser ini akan disajikan dalam bentuk tabel yang dianalisis dengan menggunakan SAP 2000. Hasil analisis momen dapat dilihat pada Tabel 4.13 Momen Maksimum Tipe "I".

Tabel 4.13 Momen Maksimum Tipe "I"

Struktur	Momen Maksimum	
	Tumpuan (kNm)	Lapangan (kNm)
Balok	-100,52	55,01
Kolom	-135,68	127,00
Sloof	-136,44	69,41
Ringbalk	-53,25	28,78

b. Gaya lintang

Gaya lintang merupakan gaya-gaya yang akan menahan geseran yang terjadi. Penentuannya juga dilakukan/ditinjau setiap titik di mana gaya yang bekerja. Gaya lintang terjadi apabila ada gaya-gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu yang menyebabkan suatu penampang akan bergeser bergerak keatas atau ke bawah satu sama lain. Hasil analisis gaya lintang dapat dilihat pada tabel 4.14 Gaya Lintang Maksimum Tipe “I”.

Tabel 4.14 Gaya Lintang Maksimum Tipe “I”

Struktur	Gaya Lintang Maksimum
	(kN)
Balok	-87,71
Kolom	-129,68
Sloof	-254,29
Ringbalk	-44,20

c. Gaya aksial

Gaya aksial terjadi jika gaya-gaya luar bekerja pada suatu batang sejajar terhadap sumbu utamanya dan potongan penampang batang tersebut konstan, tegangan internal yang dihasilkan sejajar terhadap sumbu tersebut dan akan menghasilkan tegangan dan tegangan yang timbul dikenal sebagai tegangan aksial. Gaya aksial yang terjadi pada kolom sebesar 2399,92 kN.

d. Torsi

Torsi atau momen puntir merupakan efek momen termasuk putaran / puntiran yang terjadi pada penampang tegak lurus terhadap sumbu utama dari elemen. Hal ini terjadi ketika pusat beban tidak tepat dengan pusat kekakuan elemen vertikal beban. Hasil analisis torsi dapat dilihat pada Tabel 4.15 Torsi Maksimum “I”.

Tabel 4.15 Torsi Maksimum Tipe "I"

Struktur	Torsi Maksimum
	(kNm)
Balok	30,97
Sloof	-6,57
Ringbalk	20,43

4.3 Hasil Perbandingan Penerapan Dinding Geser dan Tidak Menerapkan Dinding Geser

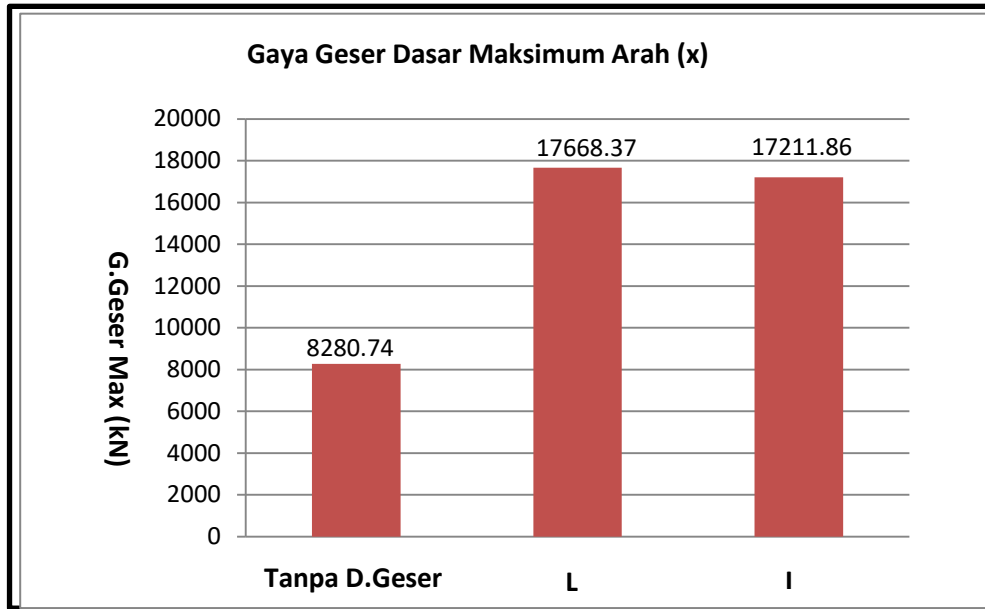
Berdasarkan hasil dari kontrol sutruktur dan analisis struktur bangunan maka terdapat beberapa perbandingan yang diperoleh seperti momen, gaya lintang, torsi, gaya aksial serta simpangan antar lantai.

4.3.1 Perbandingan gaya geser dasar

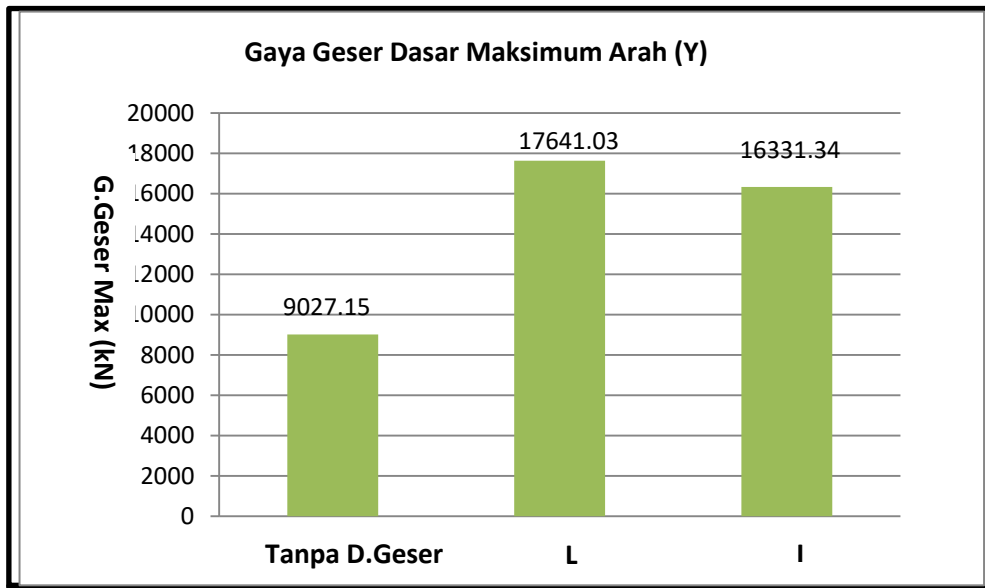
Semakin meningkatnya gaya geser dasar maka menunjukkan semakin kaku suatu struktur bangunan. Perbandingan gaya geser dasar maksimum yang dimodelkan dapat dilihat pada Tabel 4.16 Perbandingan Gaya Geser Dasar Maksimum.

Tabel 4.16 Perbandingan Gaya Geser Dasar Maksimum

Permodelan	Gaya Geser Dasar Maksimum (kN)	
	Arah X	Arah Y
Tanpa Dinding Geser	8280,74	9027,15
Dinding geser "L"	17668,37	17641,03
Dinding geser "I"	17211,86	16331,34



Gambar 4.12 Diagram Gaya Geser Dasar Maksimum Arah (X)



Gambar 4.13 Diagram Gaya Geser Dasar Maksimum Arah (Y)

Dari hasil Tabel 4.16 Perbandingan Gaya Geser Dasar Maksimum , Gambar 4.12 Diagram Gaya Geser Dasar Maksimum Arah (X) dan Gambar 4.13 Diagram

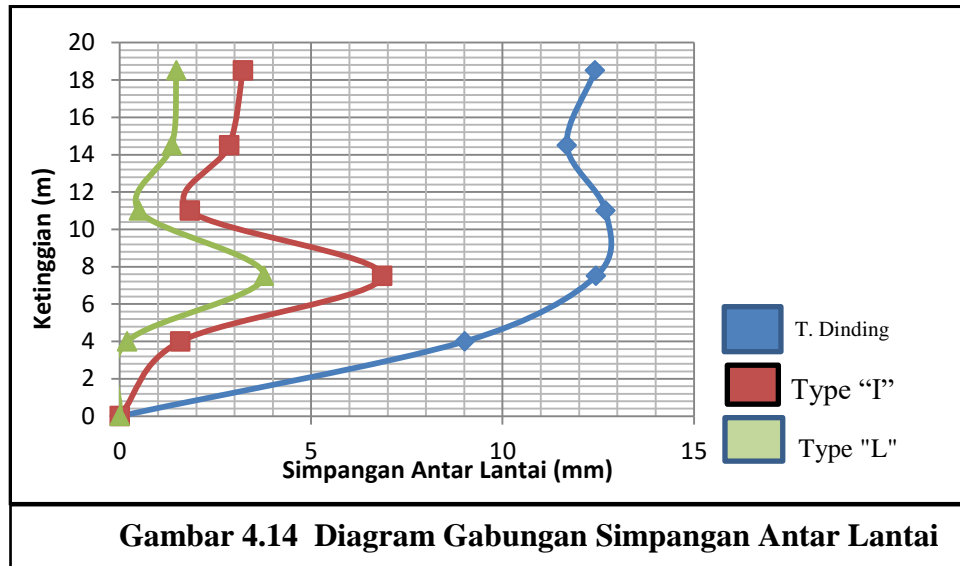
Gaya Geser Dasar Maksimum Arah (Y) diatas dapat dilihat bahwa nilai gaya geser dasar tertinggi untuk arah x yaitu tipe “L” sebesar 17211,86 kN dan untuk arah y yaitu tipe “L” sebesar 17641,03 kN. Pada pemodelan tanpa dinding geser dapat terlihat bahwa nilai gaya geser dasar terendah, jadi dengan adanya penerapan dinding geser dapat menambah nilai gaya geser dasar pada struktur sehingga menghasilkan kekuan yang lebih besar dari pada tidak menerapkan dinding geser.

4.3.2 Perbandingan simpangan antar lantai

Perbandingan simpangan antar lantai disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, untuk melihat hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.17 Perbandingan Simpangan Antar Lantai dan Gambar 4.14 Diagram Gabungan Simpangan Antar Lantai.

Tabel 4.17 Perbandingan Simpangan Antar Lantai

Lantai	Ketinggian (m)	Simpangan		
		I (mm)	II (mm)	III (mm)
Lt .1	0	0	0	0
Lt. 2	4	9.01	1.58	0.19
Lt. 3	7.5	12.44	6.86	3.77
Lt. 4	11	12.69	1.83	0.5
Lt. 5	14.5	11.68	2.86	1.36
Lt. Atap	18.5	12.42	3.22	1.48



Dari hasil Tabel 4.11 Perbandingan Simpangan Antar Lantai dan Gambar 4.14 Diagram Gabungan Simpangan Antar Lantai diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan antar lantai (*drift*) tertinggi yaitu pada tipe (1) yang tidak menggunakan dinding geser sebesar 12,69 mm berada pada lantai 4 atau diketinggian 11 meter dan nilai *drift* terendah yaitu sebesar 0,19 mm pada tipe III (I) pada ketinggian 4 meter atau berada di lantai 2, dengan demikian semakin rendah simpangan antar lantai maka bangunan struktur gedung semakin kokoh, dari perbandingan diatas bahwa dinding geser dapat mereduksi gaya lateral yang terjadi pada struktur.

4.3.3 Perbandingan gaya-gaya dalam

Tabel 4.18 Perbandingan Gaya-Gaya Dalam

Penampang	Permodelan Struktur	Gaya-Gaya Dalam			
		Momen (kNm)	Gaya Lintang (kN)	Gaya Aksial (kN)	Torsi (kNm)
Kolom	Tanpa Dinding Geser	205,10	112,07	1754,55	0,00
	Type "L"	107,33	115,91	2578,08	0,00
	Type "I"	135,68	129,68	2399,92	0,00
Balok	Tanpa Dinding Geser	179,79	135,99	14,68	45,99

Penampang	Permodelan Struktur	Gaya-Gaya Dalam			
		Momen (kNm)	Gaya Lintang (kN)	Gaya Aksial (kN)	Torsi (kNm)
	Type "L"	136,11	126,20	57,24	37,62
	Type "I"	100,52	87,71	55,07	30,97
Ring Balok	Tanpa Dinding Geser	76,96	69,20	11,06	23,70
	Type "L"	67,59	66,14	52,88	19,92
	Type "I"	53,25	44,20	81,45	20,43
Sloof	Tanpa Dinding Geser	52,94	52,94	0,00	0,00
	Type "L"	138,51	306,67	356,73	6,94
	Type "I"	136,44	254,29	356,73	6,57

Pada Tabel 4.18 Perbandingan Gaya-Gaya Dalam diatas dapat dilihat bahwa nilai momen terbesar untuk kolom terdapat pada tipe 1 atau tipe tanpa menggunakan dinding geser yaitu sebesar 205,10 kNm dan nilai momen terkecil sebesar 107,33 kNm untuk balok nilai momen terbesar 179,79 kNm dan nilai momen terkecil sebesar 100,52 kNm pada dinding geser tipe (I) atau tipe III sama halnya pada ring balok bahwa nilai momen terbesar pada tipe I sebesar 76,96 kNm tanpa menggunakan dinding geser lain halnya pada sloof nilai momen terbesar terjadi pada tipe "L" yaitu sebesar 138,51 kNm. Jadi semakin kecil nilai momen menunjukkan sebagian besar gaya diserap oleh dinding geser karena pada dasarnya momen sangat mempengaruhi desain dari penampang struktur dan juga mempengaruhi kebutuhan penulangan pada penampang.

Gaya lintang merupakan gaya-gaya yang akan menahan gaya geser yang terjadi pada balok, ringbalk dan sloof, jadi semakin besar nilai gaya geser maka semakin besar pula penulangan pada sengkang suatu penampang. Dari hasil rekapitulasi Tabel 4.18 Perbandingan Gaya-Gaya Dalam dapat kita lihat untuk nilai gaya lintang terbesar pada balok terjadi pada tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 135,99 kN dan terkecil terjadi pada tipe III "I" sebesar 87,71 kN. Nilai gaya geser terbesar pada ring balok terjadi pada tipe I tanpa menggunakan dinding geser

sebesar 69,20 kN dan terkecil sebesar 44,20 kN yang terjadi pada tipe “I” atau tipe III, dan untuk sloof nilai gaya lintang terbesar terjadi pada tipe “L” atau tipe II sebesar 306,67 kN, sedangkan gaya lintang terkecil pada sloof sebesar 52,94 kN tanpa menggunakan dinding geser.

Gaya aksial adalah gaya yang bekerja searah sumbu batang jadi gaya aksial kolom terbesar terdapat pada tipe II “L” yaitu sebesar 2578,08 kN dan nilai gaya aksial terkecil sebesar 1754,55 kN, jadi hal ini menunjukkan kolom yang terdapat dinding geser nilai gaya aksialnya semakin besar. Nilai gaya aksial sangat mempengaruhi pada penulangan sengkang kolom.

Torsi atau gaya puntir dapat kita lihat bahwa nilai torsi yang terjadi pada balok dengan nilai terbesar berada di tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 45,99 kNm dan nilai torsi terkecil pada balok sebesar 30,97 kNm pada tipe III “I”. Torsi yang terjadi pada ring balok dengan nilai terbesar berada di tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 23,70 kNm dan nilai torsi terkecil pada ring balok sebesar 19,92 kNm pada tipe II “L”. Torsi yang terjadi pada sloof dengan nilai terbesar berada di tipe II atau “L” sebesar 6,94 kNm dan nilai torsi terkecil pada sloof sebesar 0 pada tipe I tanpa menggunakan dinding geser. Hal ini menunjukkan bahwa dinding geser mampu menghasilkan nilai torsi yang lebih kecil pada penampang kolom, balok, ring balok. Sedangkan pada sloof nilai torsi dengan menggunakan dinding geser semakin besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Jumlah ragam yang mencapai 100% dari partisipasi massa hanya terjadi pada pada type I tanpa menggunakan dinding geser dengan jumlah ragam sebanyak 3798 dengan periode 0.005302 detik, sedangkan pada type II dan III hanya mencapai 99% dengan jumlah ragam yang sama sebesar 3798.
2. Jenis ragam yang digunakan untuk type I (tidak menggunakan dinding geser) yaitu SRSS (*Square Roof Of Square*), type II (“L”) yaitu CQC (*Complate Quadratic Combination*), type III (“I”) CQC (*Complate Quadratic Combination*).
3. Gaya geser dasar statis dan dinamis memenuhi semua tipe yang dimodelkan berdasarkan SNI 1726 : 2019. Namun dengan menggunakan dinding geser menghasilkan gaya geser semakin besar, semakin besar gaya geser yang terjadi maka semakin besar juga kekakuan pada pada struktur penampang.

Type I (tanpa menggunakan dinding geser) :

Arah X = 8280,74 kN

Arah Y = 9027,15 kN

Type II (I) :

Arah X = 17668,37 kN

Arah Y = 17641,03 kN

Type III (L) :

Arah X = 17211,86 kN

$$\text{Arah Y} = 16331,34 \text{ kN}$$

4. Semua tipe pemodelan simpangan antar lantai memenuhi syarat batas ijin SNI 1726: 2019 dan memiliki nilai antar simpangan yang hampir berdekatan, kecuali pada tipe I (tanpa menggunakan dinding geser). Nilai simpangan maksimum antar lantai pada setiap tipe :

Type I (tanpa menggunakan dinding geser) :

$$\text{Arah X} = 26,62 \text{ mm}$$

$$\text{Arah Y} = 12,69 \text{ mm}$$

Type II (L) :

$$\text{Arah X} = 6,85 \text{ mm}$$

$$\text{Arah Y} = 6,86 \text{ mm}$$

Type III (I) :

$$\text{Arah X} = 5,72 \text{ mm}$$

$$\text{Arah Y} = 3,77 \text{ mm}$$

5. Berdasarkan hasil analisis nilai momen maksimum semakin kecil dengan menggunakan dinding geser, penelitian ini menunjukkan sebagian besar gaya diserap oleh dinding geser dan momen sangat mempengaruhi desain dari penampang struktur juga mempengaruhi kebutuhan penulangan pada penampang..
6. Nilai gaya lintang terbesar pada balok terjadi pada tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 135,99 kN dan terkecil terjadi pada tipe III "I" sebesar 87,71 kN. Nilai gaya geser terbesar pada ring balok terjadi pada tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 69,20 kN dan terkecil sebesar 44,20 kN yang terjadi pada tipe "I" atau tipe III, dan untuk sloof nilai gaya lintang terbesar terjadi pada tipe "L" atau tipe II sebesar 306,67 kN, sedangkan gaya lintang terkecil pada sloof sebesar 52,94 kN tanpa menggunakan dinding geser.
7. Gaya aksial adalah gaya yang bekerja searah sumbu batang jadi gaya aksial kolom terbesar terdapat pada tipe II "L" yaitu sebesar 2578,08 kN dan nilai

gaya aksial terkecil sebesar 1754,55 kN, jadi hal ini menunjukkan kolom yang terdapat dinding geser nilai gaya aksialnya semakin besar. Nilai gaya aksial sangat mempengaruhi pada penulangan sengkang kolom.

8. Nilai torsi terbesar terjadi pada balok dengan nilai terbesar berada di tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 45,99 kNm dan nilai torsi terkecil pada balok sebesar 30,97 kNm pada tipe III "I". Torsi yang terjadi pada ring balok dengan nilai terbesar berada di tipe I tanpa menggunakan dinding geser sebesar 45,99 kNm dan nilai torsi terkecil pada ring balok sebesar 19,92 kNm pada tipe II "L". Torsi yang terjadi pada sloof dengan nilai terbesar berada di tipe II atau "L" sebesar 6,94 kNm dan nilai torsi terkecil pada sloof sebesar 0 pada tipe I tanpa menggunakan dinding geser.
9. Berdasarkan hasil analisis gaya dalam, dan simpangan antar lantai bahwa untuk pemodelan dinding geser yang paling efektif pada Gedung Keuangan Negara Banda Aceh ini yaitu pemodelan tipe "I".

5.2 Saran

1. Pada struktur bangunan tinggi perlu digunakan dinding geser (*shear wall*) salah satunya yaitu daerah yang sering terjadi bencana alam seperti gempa untuk meningkatkan kekakuan struktur untuk menahan gaya-gaya yang dipikul akibat dari pembebanan dinamis.
2. Perlunya memperhatikan perletakan dinding geser agar fungsi dinding geser pada struktur dapat bekerja secara maksimal.
3. Hasil analisis ini menggunakan *software* SAP 2000 V.14 dengan kondisi trial, artinya nilai-nilai yang diperoleh masih belum dapat dipertanggung-jawabkan, dengan harapan semoga dengan adanya penelitian ini bisa memberikan motivasi kepada setiap universitas agar dapat menyediakan *software* yang berlisensi guna menunjang semangat juang mahasiswa dalam mengembangkan keilmuan pada bidang analisis

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Agus & Maimunnah, S., 2021. Respon Gempa Gedung Beton Bertulang dengan Variasi Tata Letak Dinding Geser. *Jurnal Teknik Sipil ITP Vol. 8 No.2 Juli 2021 P-ISSN 2354-8452 E-ISSN 2614-414X*, p.65.
- 2) Badan Standarisasi Nasional, (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Berdasarkan SNI 2847:2019.
- 3) Badan Standarisasi Nasional, (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Berdasarkan SNI 1726:2019.
- 4) Crista, N.H. & Widorini, T., 2010. *Belajar Mandiri Membuat Struktur Rumah Dua Lantai dengan SAP 2000*. Yogyakarta: Andi.
- 5) Fauziah, L., Sumajouw, M.D.J. & Windah, R.S., 2013. Pengaruh Penempatan dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa. *Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No.7, Juni 2013 (466-472) ISSN: 2337-6732*, pp.468-69.
- 6) Indra, D.C., 2018. *Pemanfaatan Sistem RISHA pada Eksplorasi Bangunan Bambu Untuk Rekonstruksi Pasca Bencana*. Bandung.
- 7) Juwana, J.S., 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.
- 8) Kalangi, H.T., Tanijaya, J. & Thetrawan, M., 2021. Analisis Pengaruh Penempatan Dinding Geser Terhadap Perilaku Dinamik Struktur Bangunan. In *Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi (RITEKRA) 2021 ISSN: 2807-999X*. Bandung, 2021. RITEKTRA x.
- 9) Pawirodikromo, W., 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- 10) *Peraturan Pemerintah Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung*. Jakarta.

- 11) *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20 Tahun 2021 Tentang Gedung Fungsi Khusus*. Jakarta.
- 12) Schueller, W., 2001. *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung: Eresco.
- 13) Umam, K., Rochmanto, D.R., Saputro, Y.A. & Fauziah, S., 2020. Analisa Gaya Geser Dasar dan Gaya. *Jurnal Teknik Sipil Vol. 12, No. 2, Oktober 2020*, pp.96-98.
- 14) Widodo, T., Pah, J.J.S. & Ninggeding, A.Y., 2013. Analisa Perbandingan Dinding Geser yang Simetris dan Tidak Simetris. *Jurnal Teknik Sipil, Vol. II No. 1 April 2013*, p.92.
- 15) Windah, R.S., 2011. Penggunaan Dinding Geser Sebagai Elemen Penahan Gempa pada Bangunan Bertingkat 10 Lantai. *Jurnal Ilmiah MEDIA EMGINEERING Vol. 1, No. 2, Juli ISSN 2087-9334 (151-155)*, p.153.

Lampiran A

LAMPIRAN

A.1 Jadwal Kegiatan

NO.	KEGIATAN	JADWAL (BULAN)				
		FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
1	Studi awal/literatur					
2	Penyusunan proposal					
3	Seminar proposal TGA					
4	Pengumpulan data					
5	Pengolahan data					
6	Penyusunan TGA					
7	Seminar TGA					

Alue Peunyareng, 20 Juni 2022

Penulis,

PAULINA BR SIHOTANG

NIM. 1805903020086

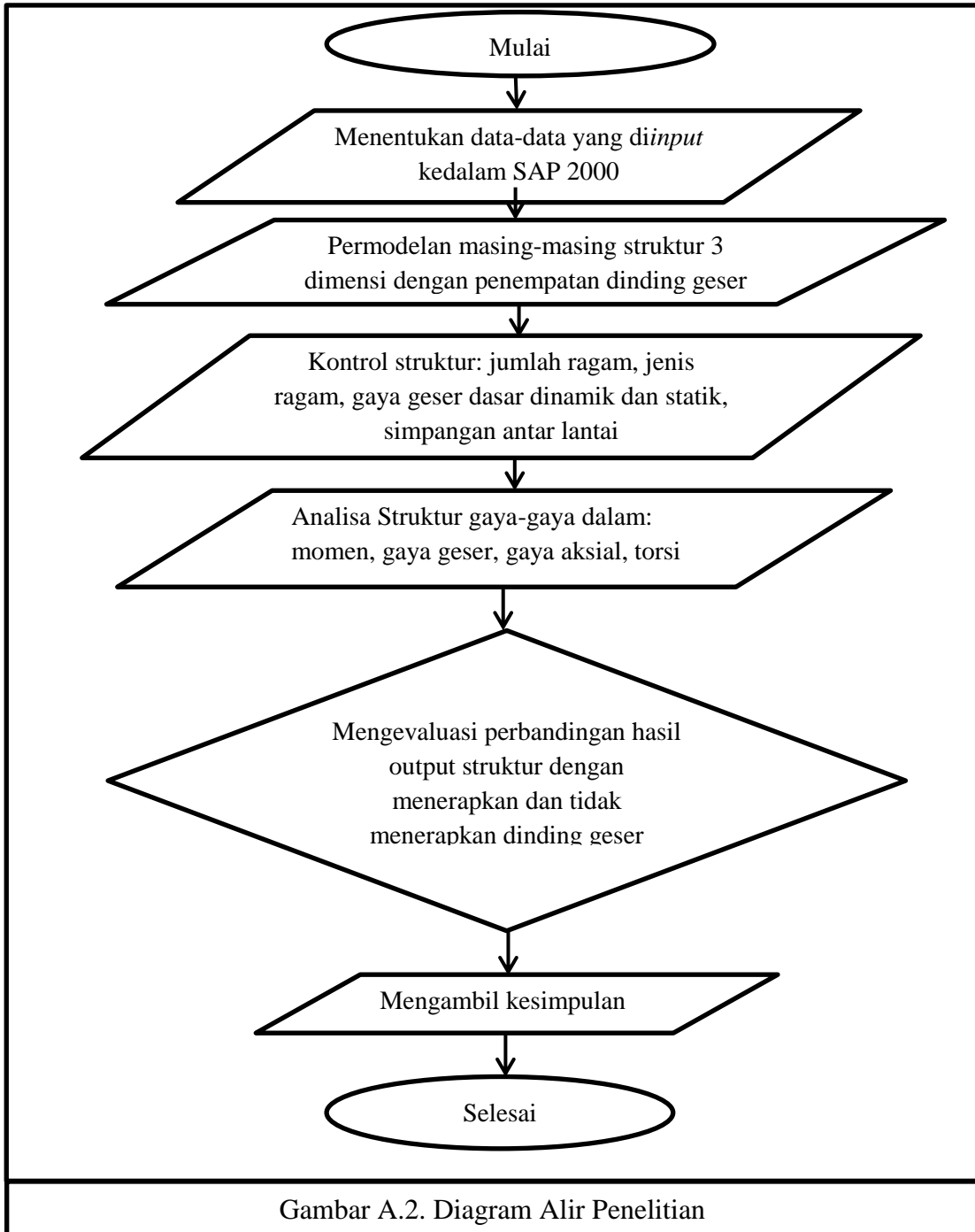
Menyetujui,
Pembimbing

YULITA RAHMI, S.T., M.Eng.

NIP:199006162019032024

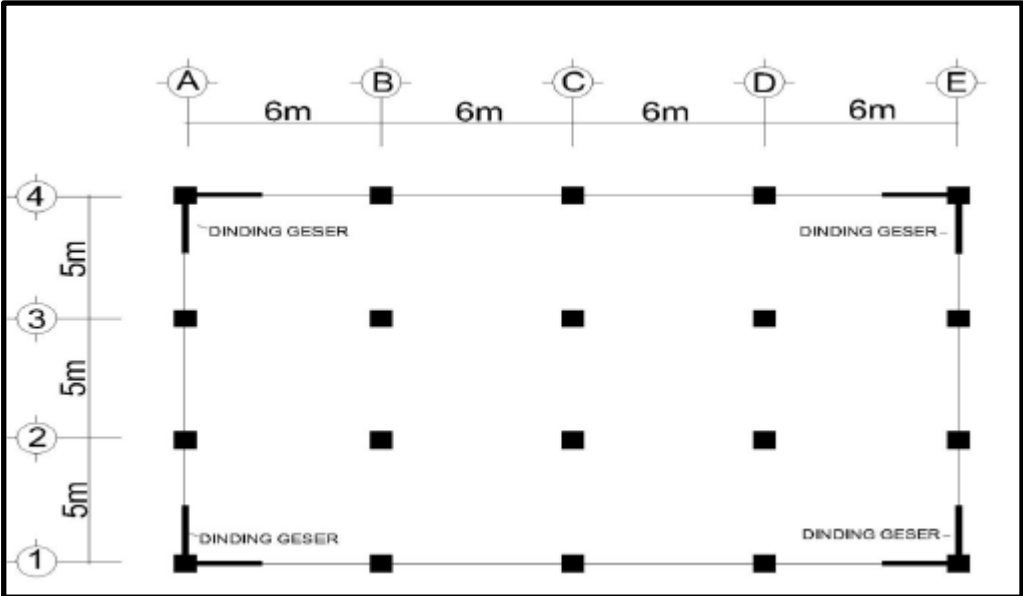
Lampiran A

Lampiran A.2

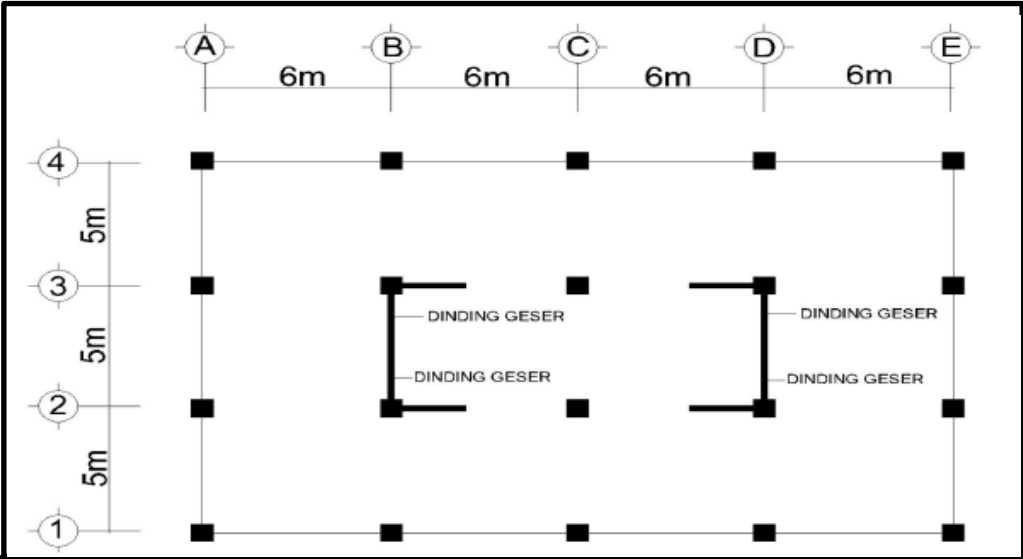


Lampiran A

A.3 Referensi Denah Perletakan Dinding Geser

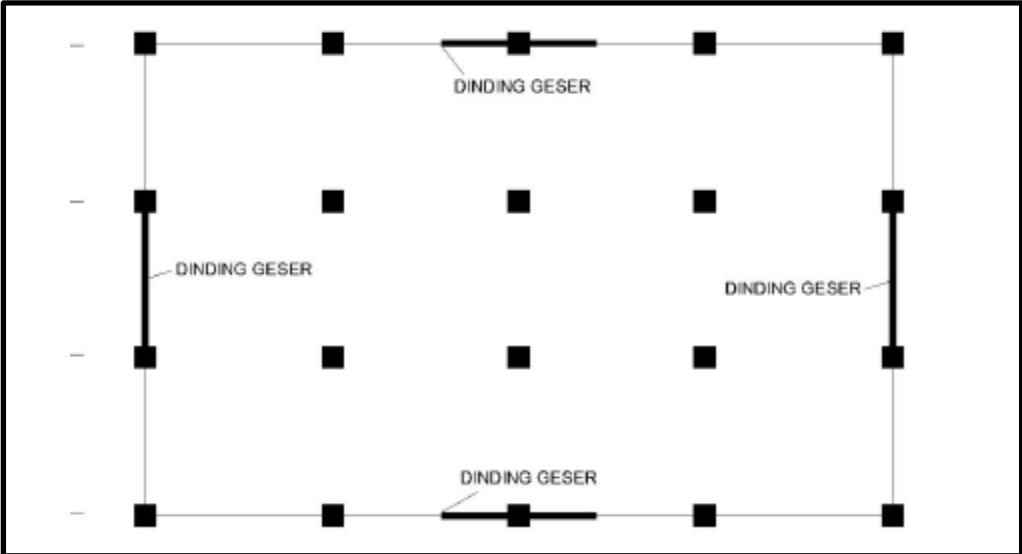


Gambar :A.3.1 Denah Permodelan Dinding Geser I
Sumber : Umam et al., (2020)

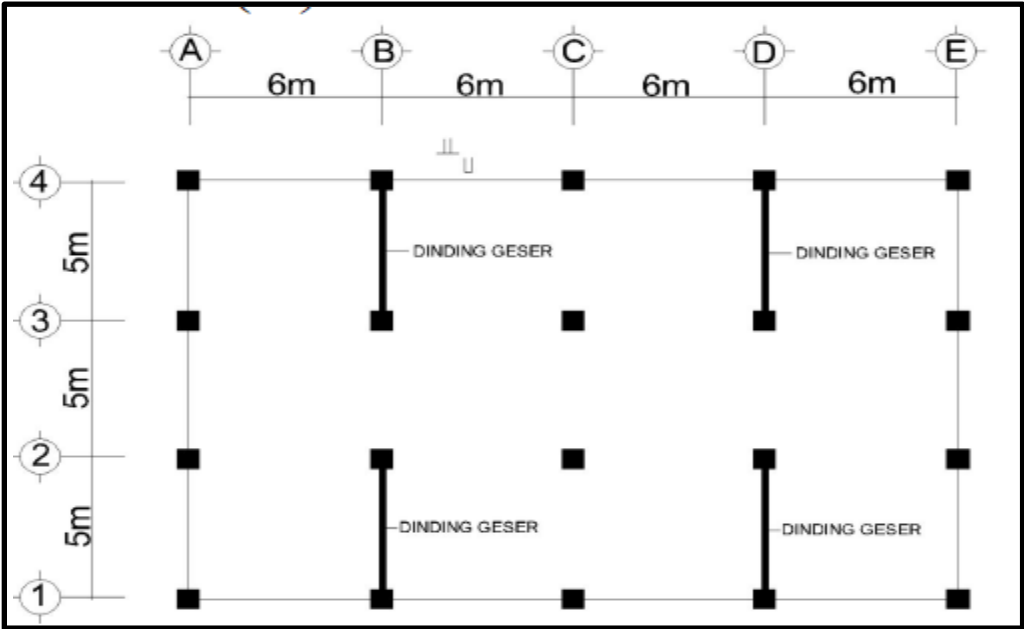


Gambar :A.3.2 Denah Permodelan Dinding Geser II
Sumber : Umam et al., (2022)

Lampiran A



Gambar :A.3.3 Denah Permodelan Dinding Geser III
Sumber : Umam et., (2022)



Gambar :A.3.4 Denah Permodelan Dinding Geser IV
Sumber : Umam et., (2022)

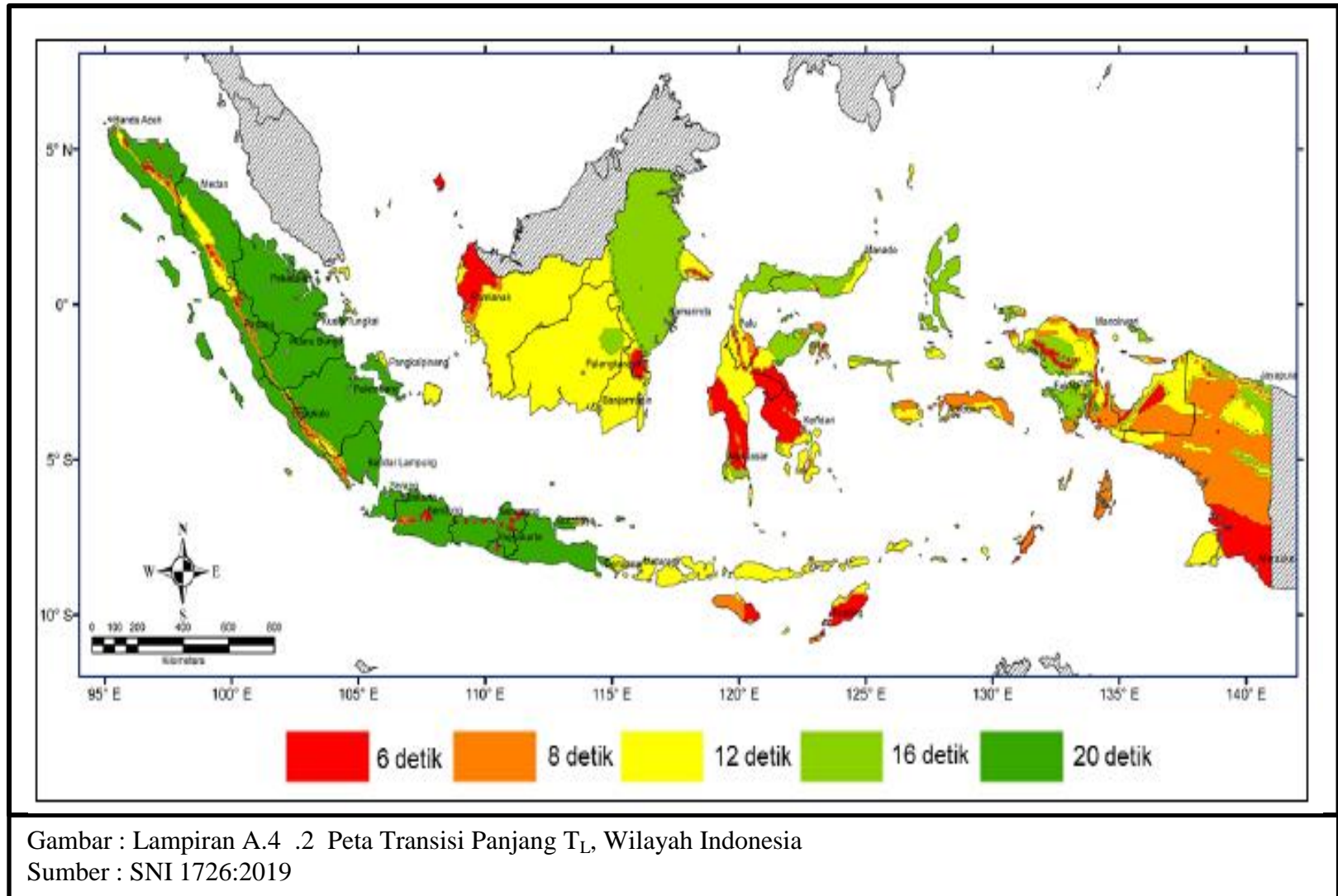
Lampiran A



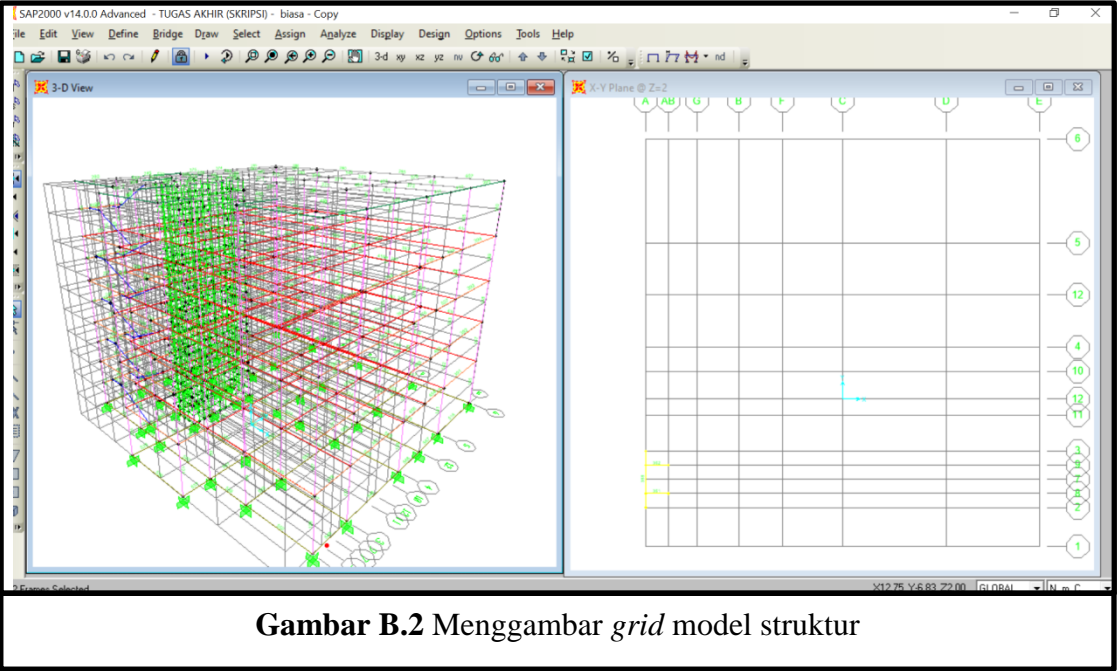
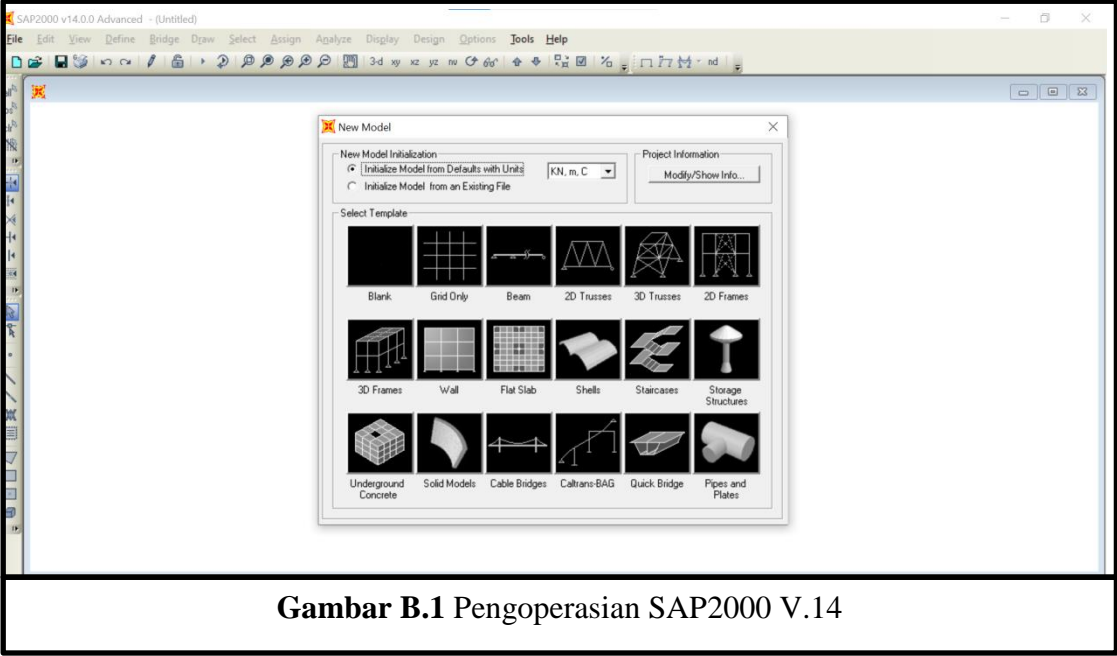
Gambar : A.4.1 Peta Wilayah Aceh

Sumber : <https://aceh.bpk.go.id/wp-content/uploads/2010/10/peta-aceh.jpg>(kamis,10.54,6/162022)

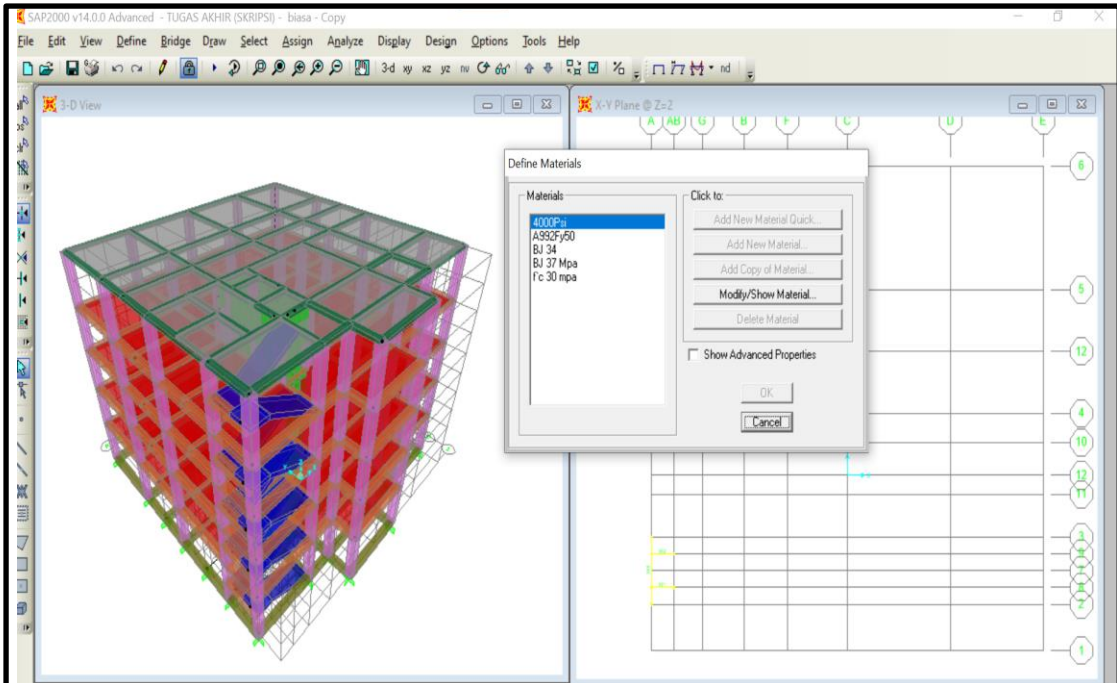
Lampiran A



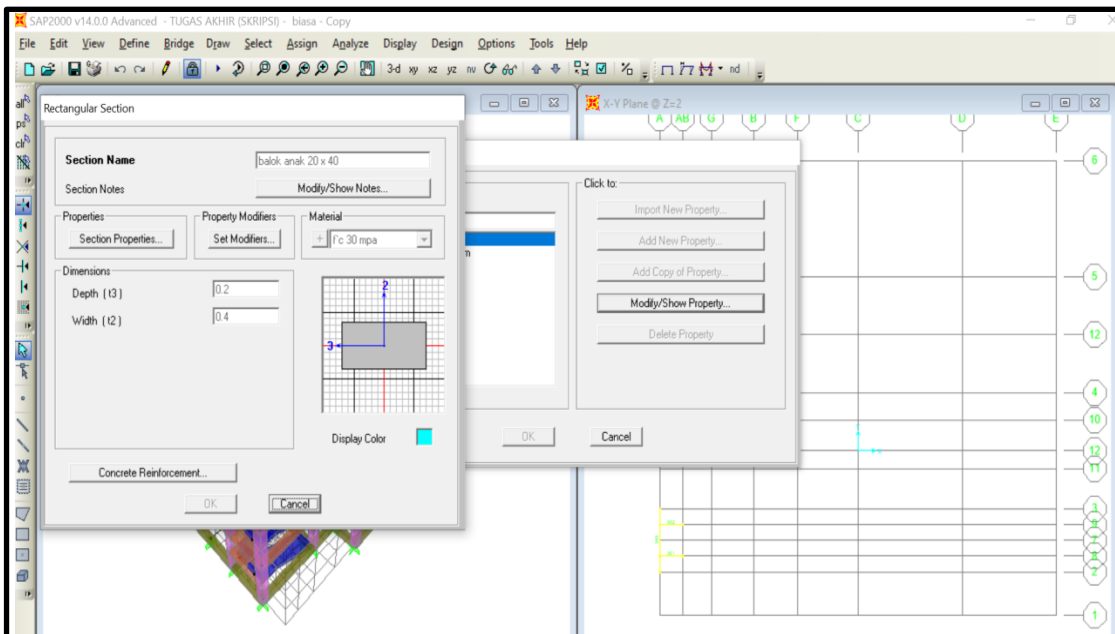
Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000



Lampiran B.Langkah-Langkah Desain SAP 2000

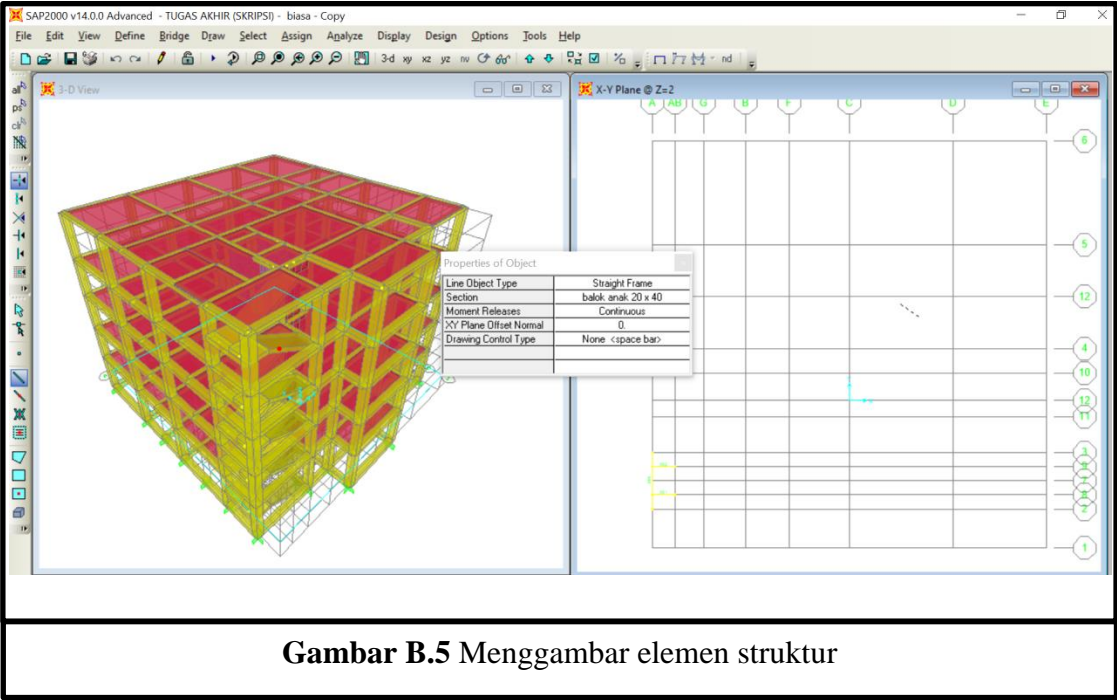


Gambar B.3 Penginputan material permodelan struktur

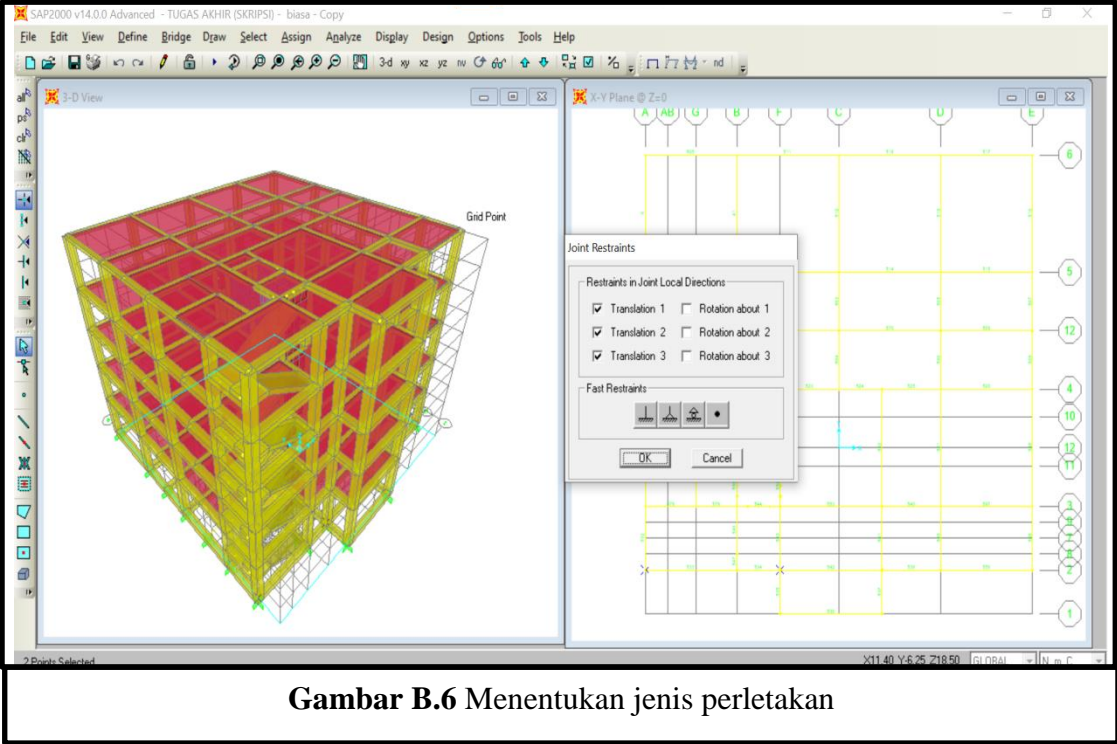


Gambar B.4 Penginputan penampang permodelan struktur

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

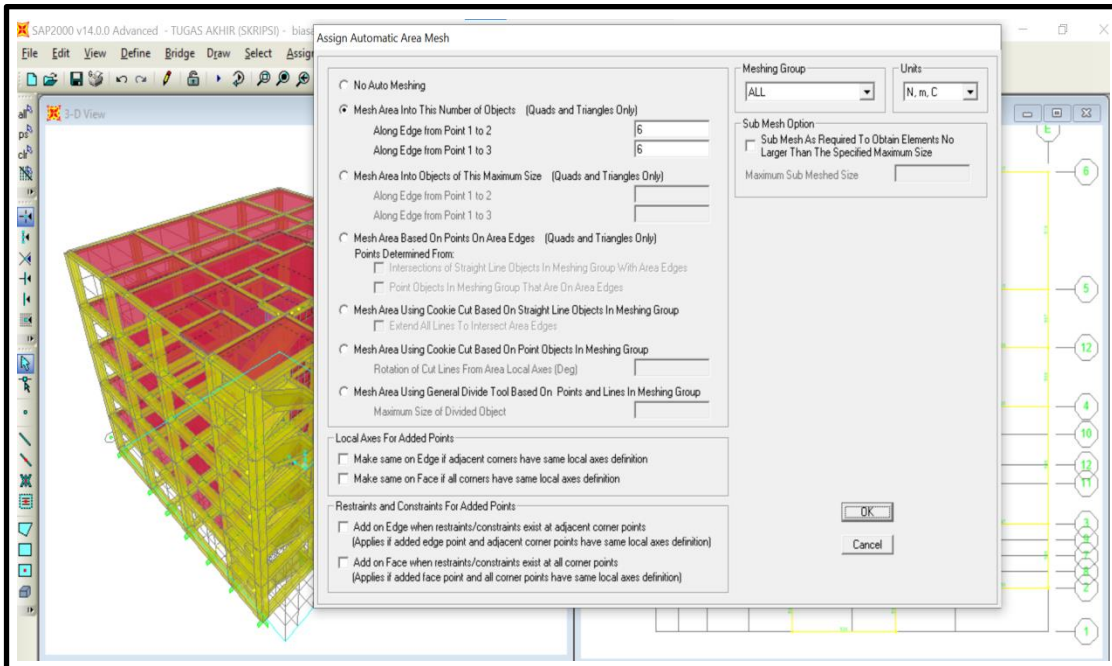


Gambar B.5 Menggambar elemen struktur

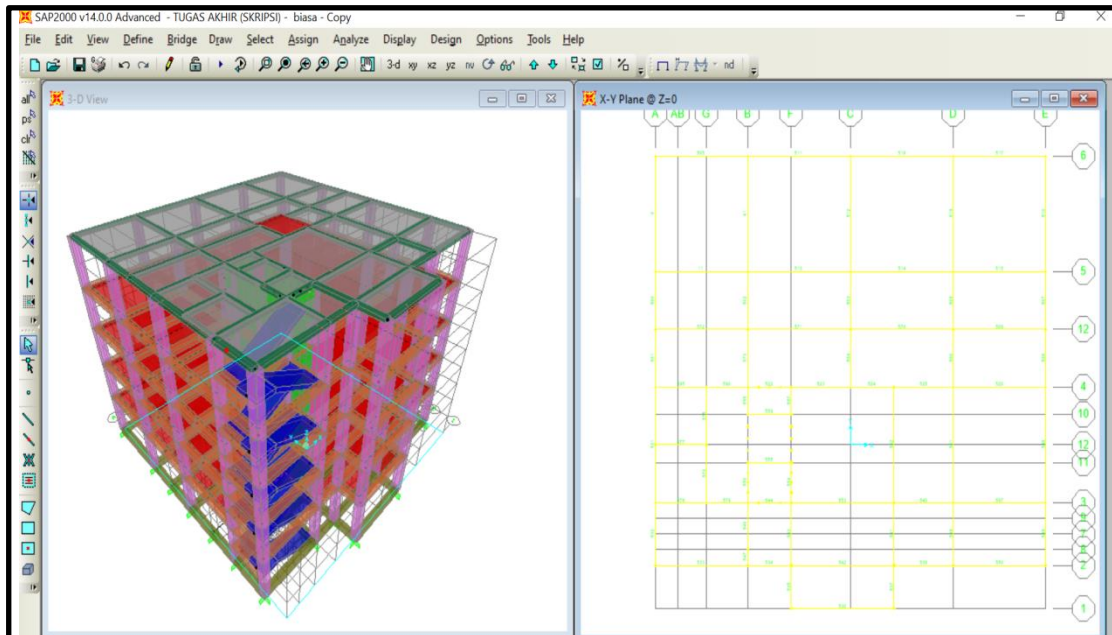


Gambar B.6 Menentukan jenis perletakan

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

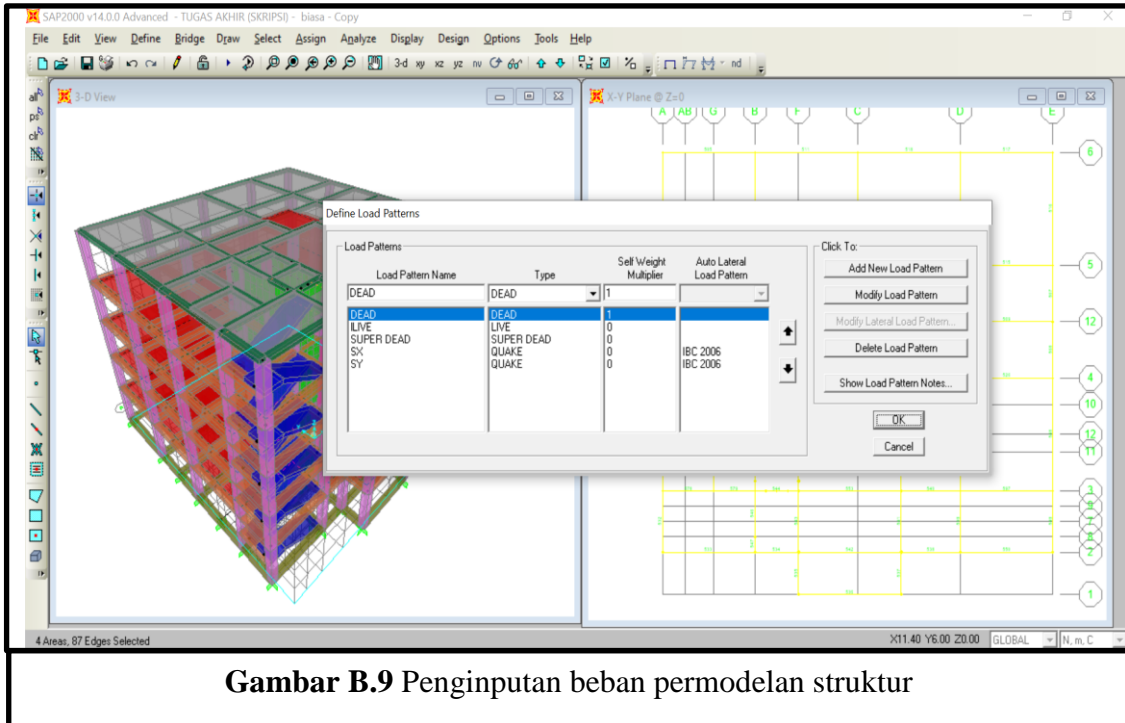


Gambar B.7 Menentukan *meshing* plat lantai

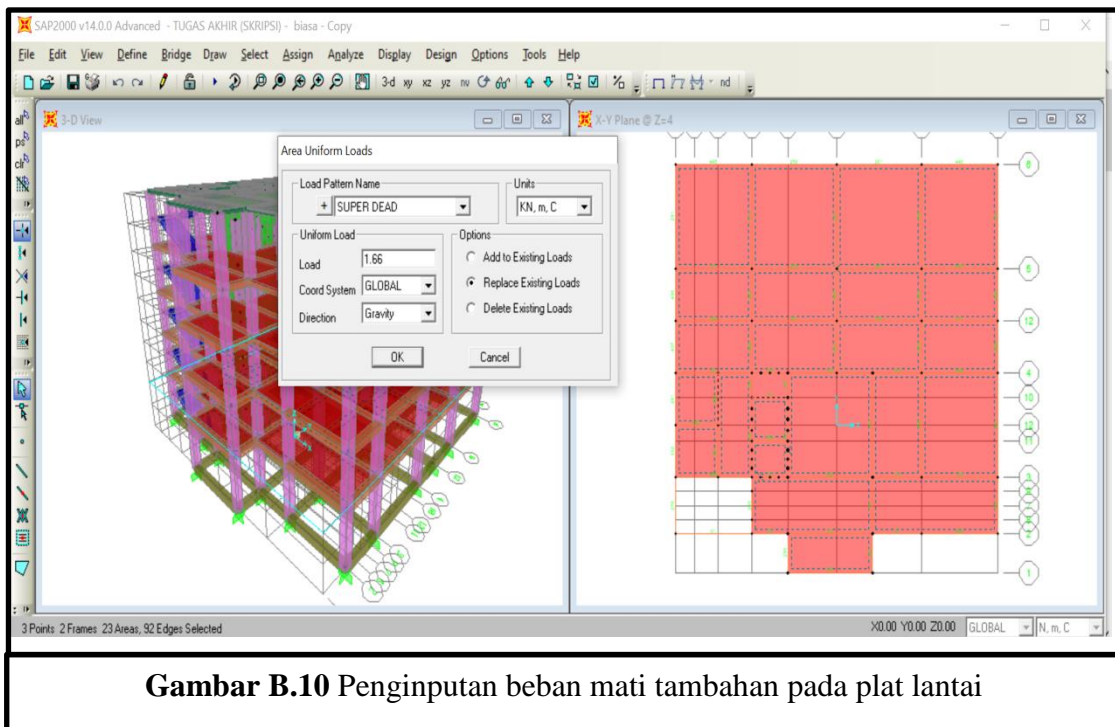


Gambar B.8 Tampilan permodelan struktur

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

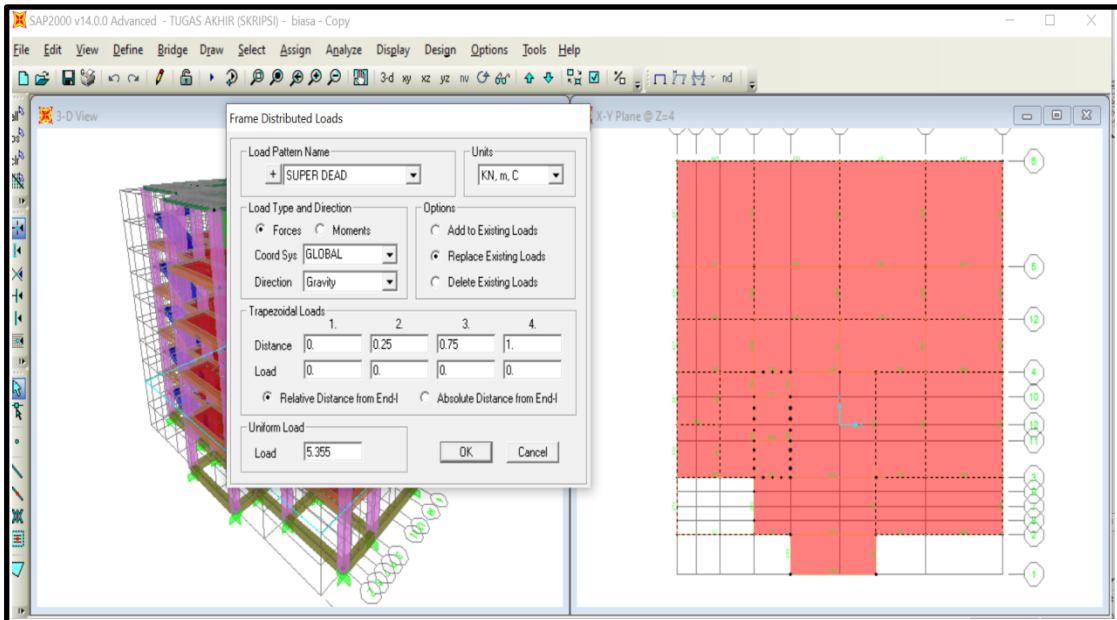


Gambar B.9 Penginputan beban permodelan struktur

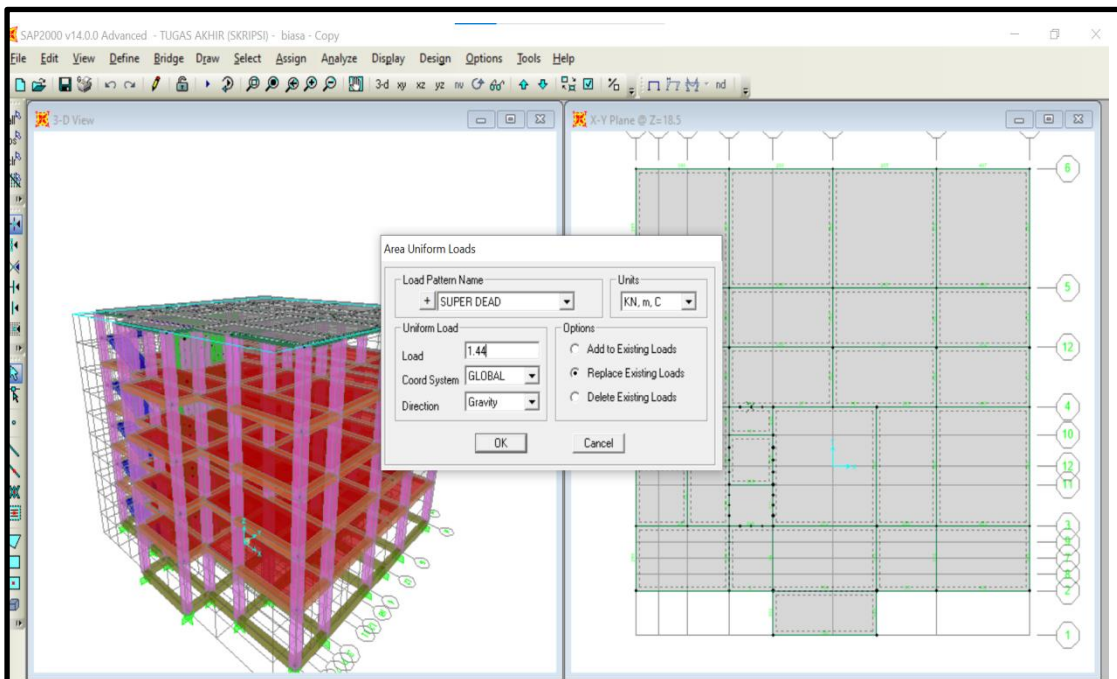


Gambar B.10 Penginputan beban mati tambahan pada plat lantai

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

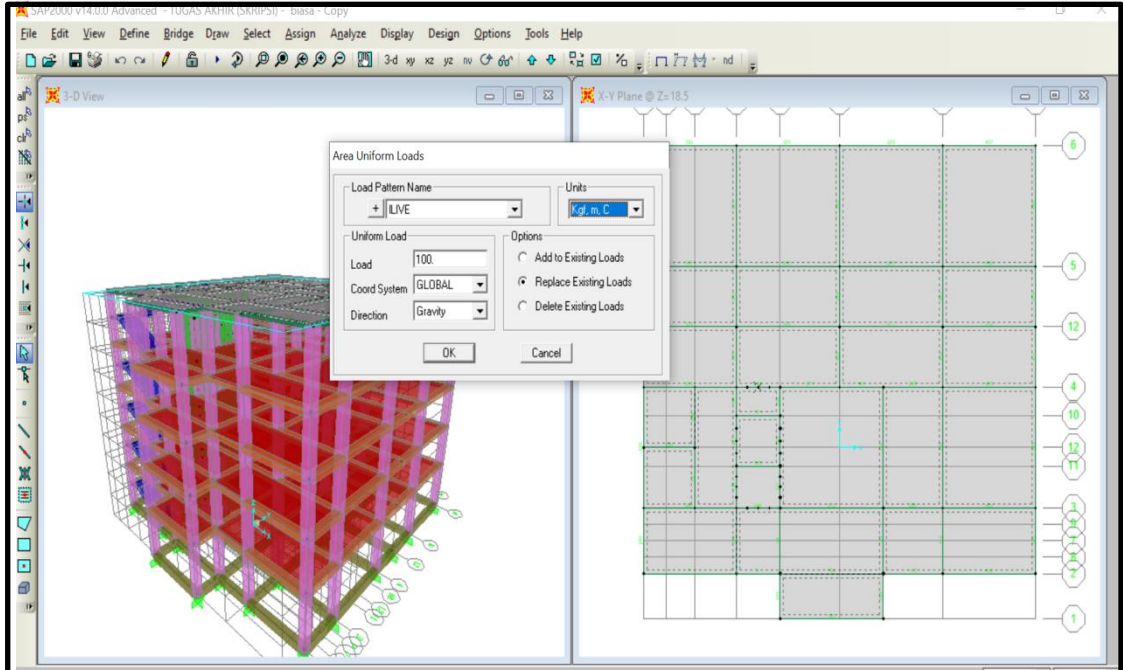


Gambar B.11. Penginputan beban mati tambahan dinding yang bekerja pada balok lantai

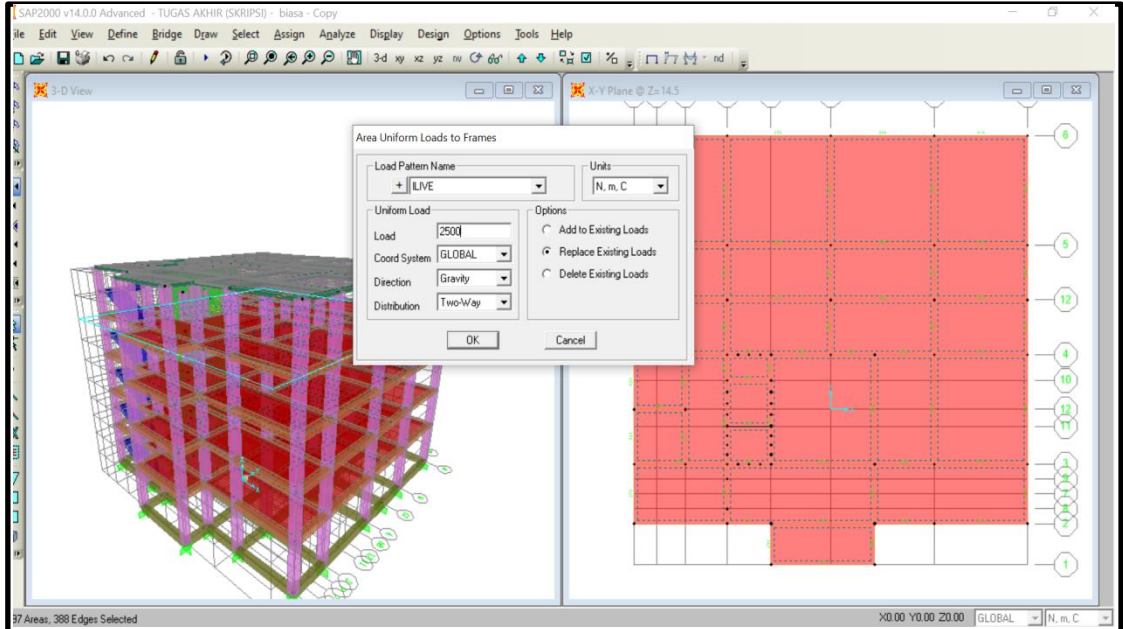


Gambar B.12 Penginputan beban mati tambahan pada atap

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

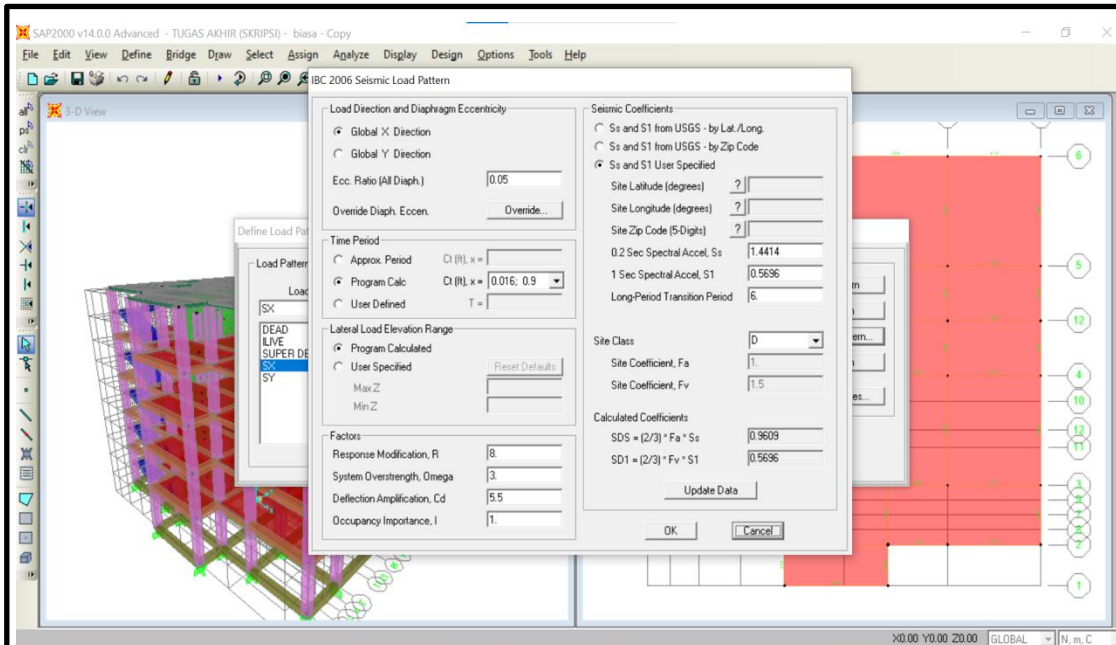


Gambar B.13 Penginputan beban hidup pada plat atap

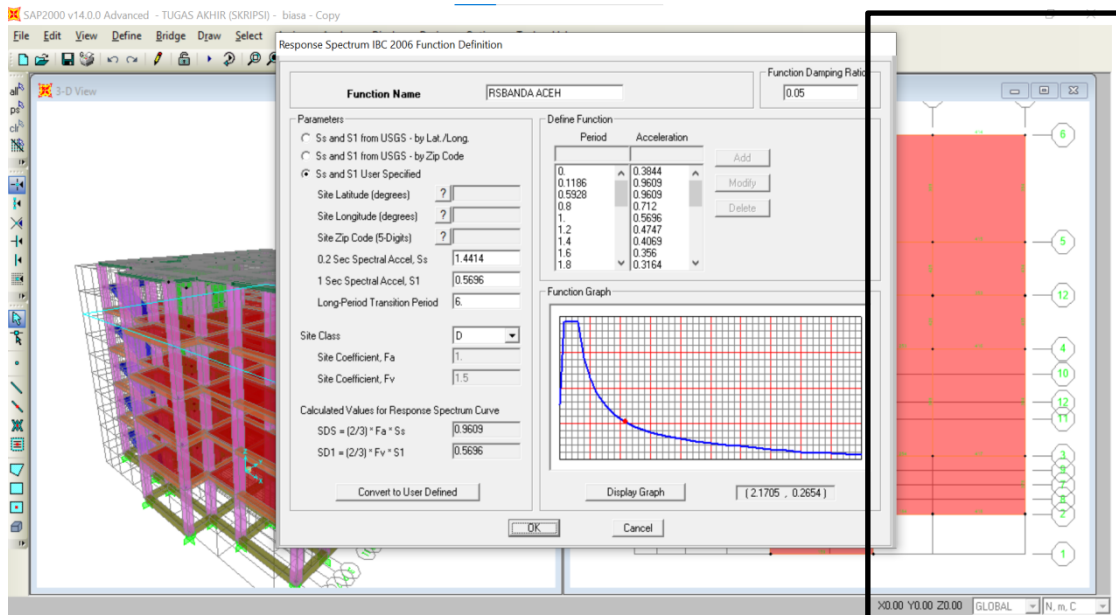


Gambar B.14 Penginputan beban hidup pada plat lantai

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain SAP 2000

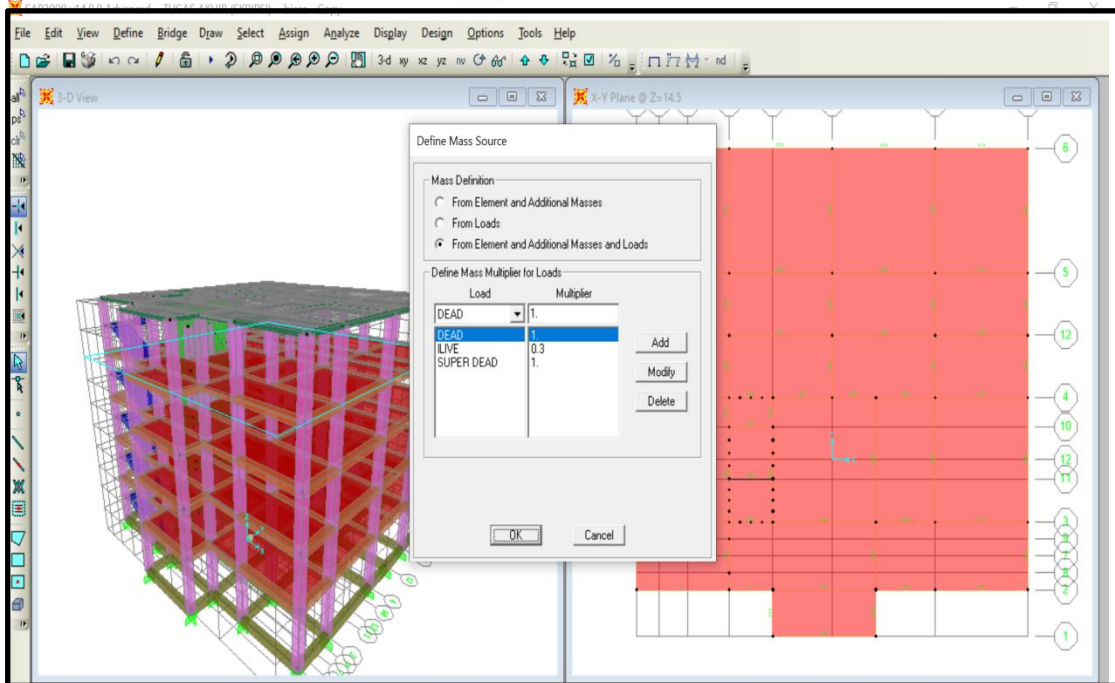


Gambar B.15 Penginputan beban gempa statik ekuivalen

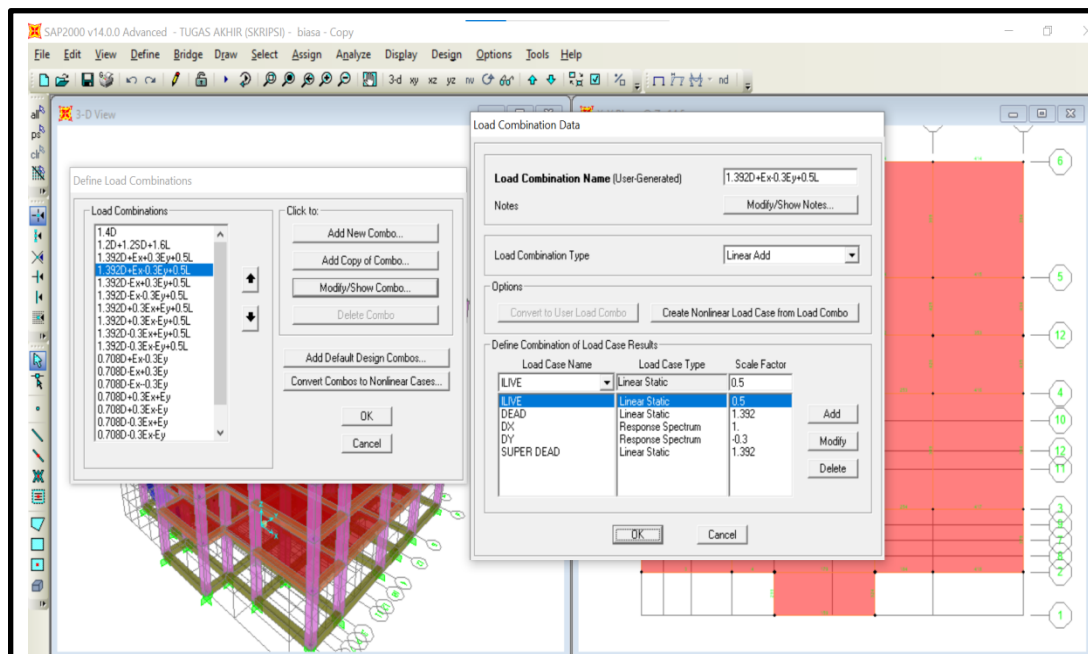


Gambar B.16 Penginputan beban gempa *respons spectrum*

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

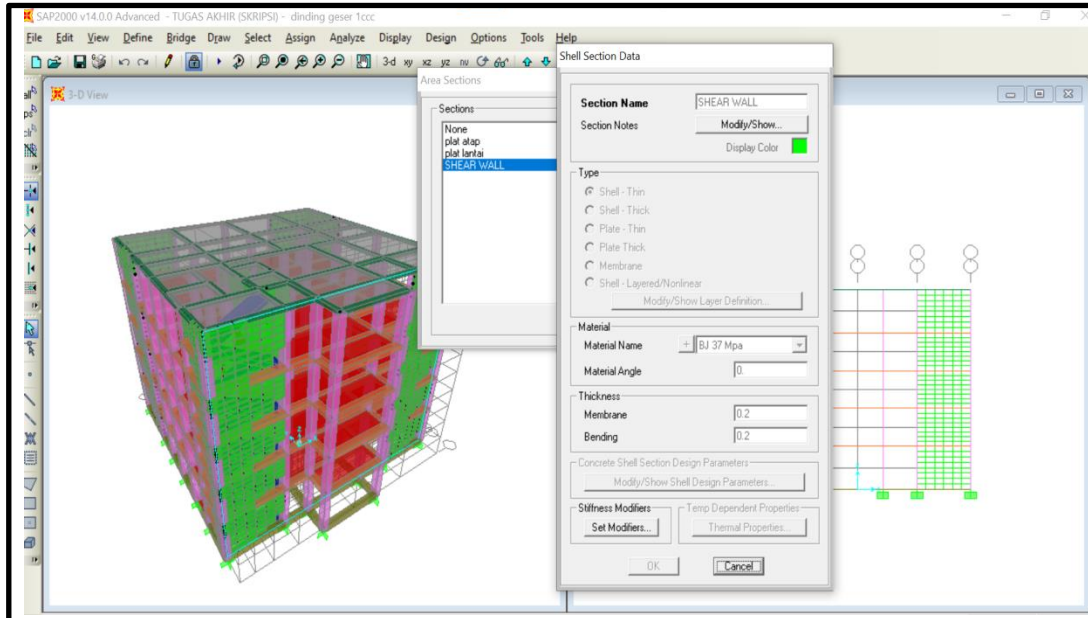


Gambar B.17 Mass source pada permodelan struktur

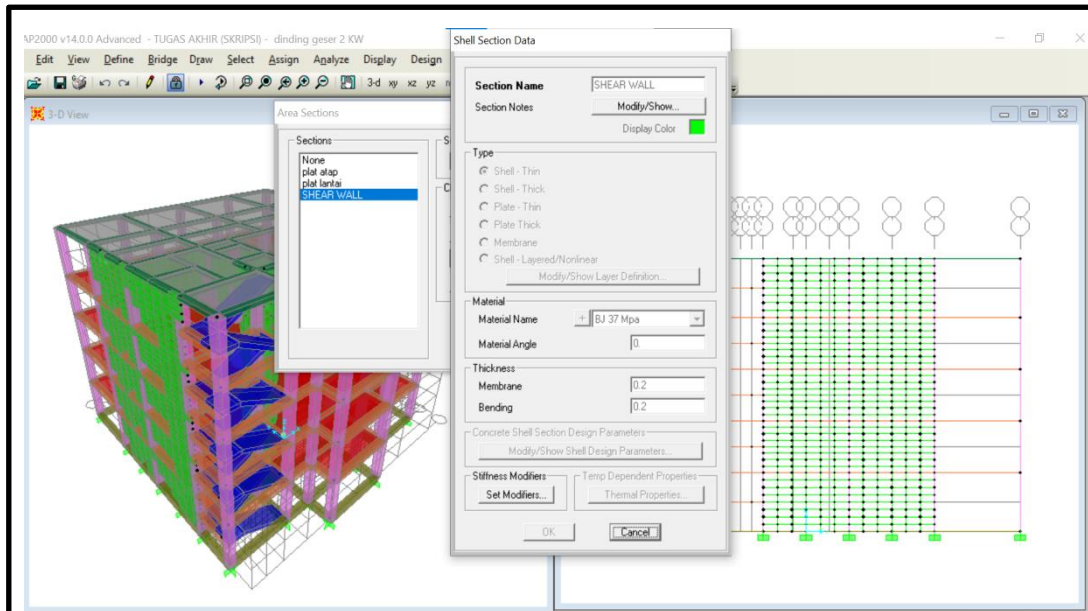


Gambar B.18 Kombinasi pembebanan pada permodelan struktur

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000

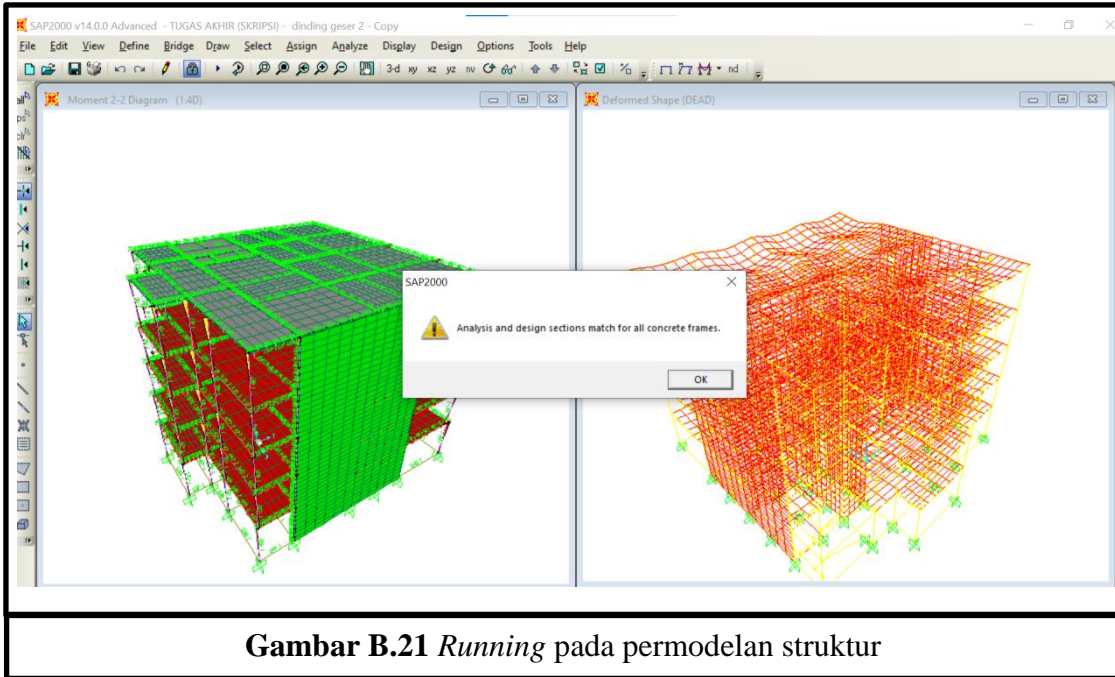


Gambar B.19 Pemodelan dinding geser type I pada struktur

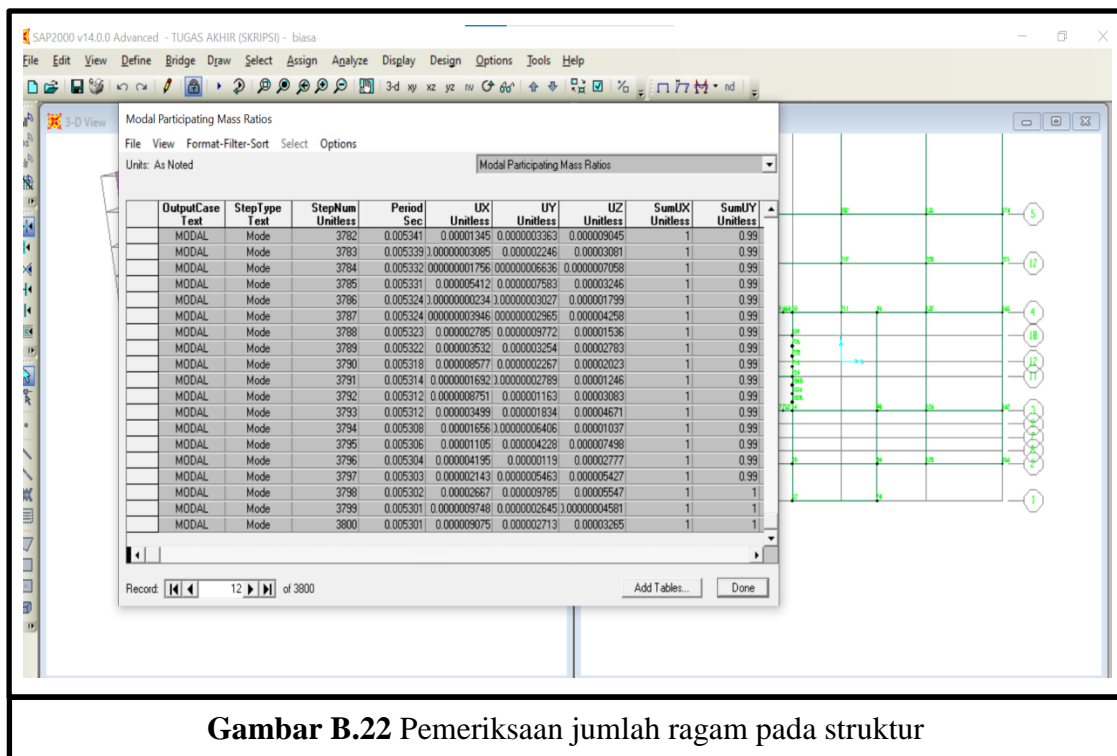


Gambar B.20 Pemodelan dinding geser type II pada struktur

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain SAP 2000

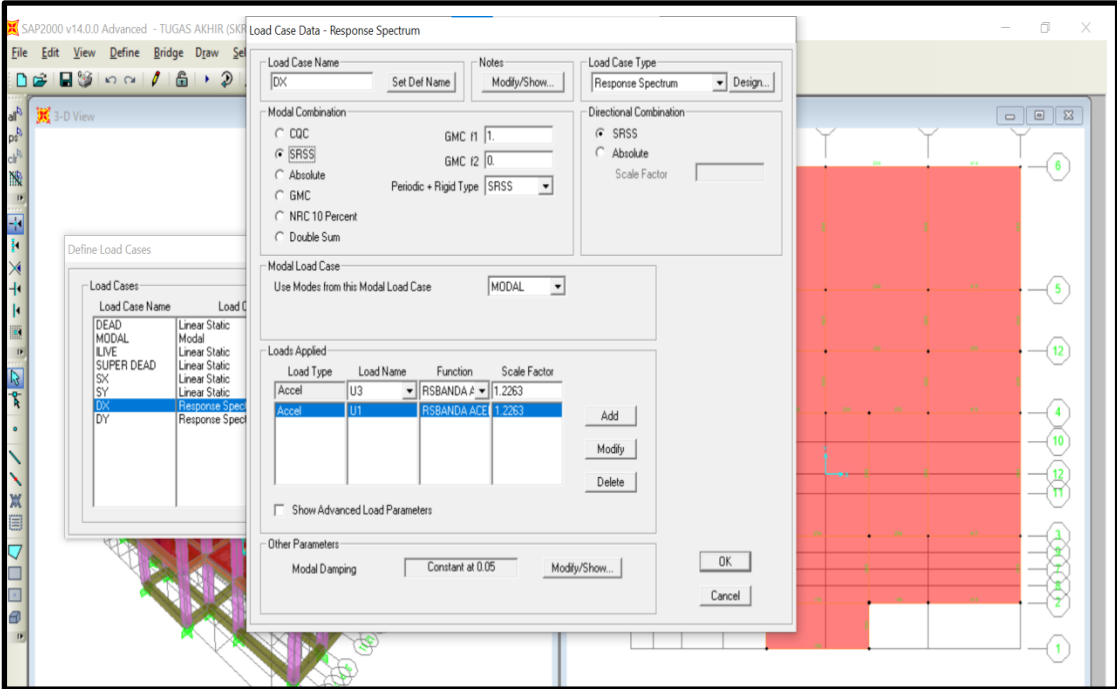


Gambar B.21 Running pada permodelan struktur



Gambar B.22 Pemeriksaan jumlah ragam pada struktur

Lampiran B.Langkah-Langkah Desain
SAP 2000



Gambar B.23 Pemeriksaan penyekalaan gaya

Lampiran C. Daftar Tabel

Tabel 3 – Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

Tabel 4 – Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Lampiran C. Daftar Tabel

Tabel 6 – Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_s					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(a)					

CATATAN:

- (a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 0

Tabel 7 – Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_I					
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I = 0,5$	$S_I \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS ^(a)					

Lampiran C. Daftar Tabel

Tabel 12 – Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
A. Sistem dinding penumpu								
1. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail ^g	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa ^g	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah ^g	4	2½	4	TB	TB	12'	12'	12'
6. Dinding geser pracetak biasa ^g	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2½	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1½	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2½	2	TB	TB	10	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canai dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3½	TB	TB	20	20	20
B. Sistem rangka bangunan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3½	2	3½	TB	TB	10'	10'	TI'
4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail ^g	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa ^g	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah ^g	5	2½	4½	TB	TB	12'	12'	12'
9. Dinding geser pracetak biasa ^g	4	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4½	TB	TB	48	48	30
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6½	2½	5½	TB	TB	48	48	30
14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI

Lampiran C. Daftar Tabel

Tabel 12 – Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_s (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^g	TI ^g	TI ^g
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^h	TI ^h	TI ^h
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ⁱⁱ	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ^h	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus ^h	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TI	TI	TI
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB

Lampiran C. Daftar Tabel

Tabel 12 – Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_x (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus ^g	6	2½	5	TB	TB	10	TI	TI
2. Dinding geser beton bertulang khusus ^h	6½	2½	5	TB	TB	48	30	30
3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	3	2½	TB	48	TI	TI	TI
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5½	2½	4½	TB	TB	48	30	TI
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3½	2½	3	TB	TB	TI	TI	TI
7. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
8. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	5½	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
F. Sistem interaktif dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa^g	4½	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
G. Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :								
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2½	1¼	2½	10	10	10	10	10
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1¼	1¼	1¼	10	10	TI ^f	TI ^f	TI ^f
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^h	2½	1¼	2½	10	10	10	10	10
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1½	1¼	1½	10	10	TI	TI	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1¼	1	10	TI	TI	TI	TI
6. Rangka kayu	1½	1½	1½	10	10	10	TI	TI
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI

CATATAN

- ^a Koefisien modifikasi respons, R , untuk penggunaan pada keseluruhan standar. Nilai R mereduksi gaya ke level kekuatan bukan pada level tegangan izin.
- ^b Jika nilai pada tabel faktor kuat lebih, Ω_0 , lebih besar atau sama dengan 2,5, maka Ω_0 diizinkan untuk direduksi setengah untuk struktur dengan diafragma fleksibel.
- ^c Faktor pembesaran simpangan lateral, C_d , untuk penggunaan dalam 0, 0, dan 0
- ^d TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diizinkan.
- ^e Lihat 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- ^f Lihat 7.2.5.4 untuk sistem pemikul gaya seismik yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.
- ^g Dinding geser didefinisikan sebagai dinding struktural.
- ^h Definisi "Dinding Struktural Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.
- ⁱ Penambahan ketinggian sampai 13,7 m diizinkan untuk fasilitas gudang penyimpanan satu tingkat.
- ^j Rangka baja dengan bresing konsentris biasa diizinkan pada bangunan satu tingkat sampai ketinggian 18 m di mana beban mati atap tidak melebihi 0,96 kN/m² dan pada struktur griya tawang (*penthouse*).
- ^k Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^l Lihat 0 untuk struktur yang dikenai kategori desain seismik D, E, atau F.
- ^m Definisi "Rangka Momen Khusus", termasuk konstruksi pracetak dan cor di tempat.

Lampiran C. Daftar Tabel

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_a
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana 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 seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Tabel 20 – Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	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 tingkat.	$0,025h_{xx}^c$	$0,020h_{xx}$	$0,015h_{xx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	$0,010h_{xx}$	$0,010h_{xx}$	$0,010h_{xx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{xx}$	$0,007h_{xx}$	$0,007h_{xx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{xx}$	$0,015h_{xx}$	$0,010h_{xx}$

Lampiran D. Perhitungan Beban Mati Tambahan

D.1 Beban Mati Tambahan pada Plat Lantai

$$\text{Berat pasir (1 cm)} = 0,01 \times 16 = 0,16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat spesi (5 cm)} = 0,05 \times 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat keramik (1 cm)} = 0,01 \times 22 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafond+penggantung} = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

Jumlah total beban mati tambahan pada plat lantai adalah sebesar $1,66 \text{ kN/m}^2$

D.2 Beban Mati Tambahan pada Plat Atap (dag)

$$\text{Berat pasir (1 cm)} = 0,01 \times 16 = 0,16 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat spesi (5 cm)} = 0,05 \times 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafond+penggantung} = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

Jumlah total beban mati tambahan pada plat atap adalah sebesar $1,44 \text{ kN/m}^2$

D.3 Beban Mati pada balok

$$\text{Tinggi lantai 1} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bersih lantai 1} = 4 - 0,35 = 3,65 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi lantai 2} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bersih lantai 2} = 3,5 - 0,35 = 3,15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi lantai 3} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bersih lantai 3} = 3,5 - 0,35 = 3,15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi lantai 4} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bersih lantai 4} = 3,5 - 0,35 = 3,15 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi lantai 5} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bersih lantai 5} = 4 - 0,25 = 3,75 \text{ m}$$

Lampiran D. Perhitungan Beban Mati Tambahan

Berat dinding lantai 1 = $3,65 \times 1700 = 6,205 \text{ kg/m}^2$

Berat dinding lantai 2 = $3,15 \times 1700 = 5,355 \text{ kg/m}^2$

Berat dinding lantai 3 = $3,15 \times 1700 = 5,355 \text{ kg/m}^2$

Berat dinding lantai 4 = $3,15 \times 1700 = 5,355 \text{ kg/m}^2$

Berat dinding lantai 5 = $3,15 \times 1700 = 6,3755 \text{ kg/m}^2$

Tabel Rekapitulasi Beban Mati Tambahan

Penampang Struktur	Berat	satuan	Berat Total
Plat Lantai			
Berat Pasir (t=1 cm)	0.16	kN/m ²	1.66
Berat Spesi (t=5 cm)	1.1	kN/m ²	
Berat Keramik (t= 1 cm)	0.22	kN/m ²	
Berat Plafond dan penggantung	0.18	kN/m ²	
Plat Atap			
Berat Plafond dan penggantung	0.18	kN/m ²	1.44
Berat Pasir	0.16	kN/m ²	
Berat Spesi	1.1	kN/m ²	
Balok			
Lantai 1 (h = 4 m)	5.355	kg/m ²	27.795
Lantai 2 (h = 3.5 m)	5.355	kg/m ²	
Lantai 3 (h = 3.5 m)	5.355	kg/m ²	
Lantai 4 (h = 3.5 m)	5.355	kg/m ²	
Lantai 5 (h = 4 m)	6.375	kg/m ²	