

**PENGARUH KEKUATAN STRUKTUR *SHEAR WALL* PADA
PROYEK GEDUNG MENARA BANK RAKYAT INDONESIA
(BRI) MEDAN**

SKRIPSI

OLEH:

**MUHAMMAD JEFRI
188110026**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/23

**PENGARUH KEKUATAN STRUKTUR *SHEAR WALL* PADA
PROYEK GEDUNG MENARA BANK RAKYAT INDONESIA
(BRI) MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

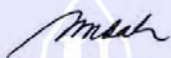
**MUHAMMAD JEFRI
188110026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Kekuatan Struktur *Shear Wall* Pada Proyek Gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan
Nama : Muhammad Jefri
NPM : 188110026
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Ir. Nurmaidah, M.T
Pembimbing


Dr. Rahmat Satrio, M.Kom., M.Kom
Dekan


Gita Laila Wulandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 11 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 11 Agustus 2023



Muhammad Jefri
188110026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Jefri

NPM : 188110026

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

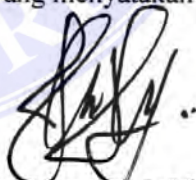
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non Exclusive Royalty Free-Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Struktur Bangunan Gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan Menggunakan Aplikasi ETABS V.20. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 11 Agustus 2023

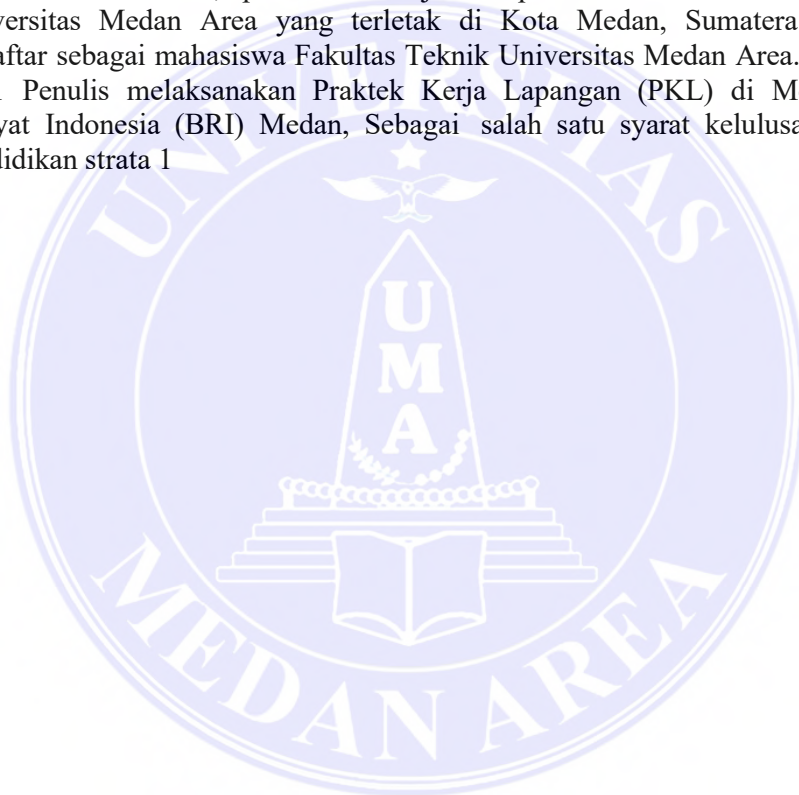
Yang menyatakan


(Muhammad Jefri)

RIWAYAT HIDUP

Muhammad Jefri, dilahirkan di Sumatera Utara, Kota Medan, Kec. Medan Area pada tanggal 09 Januari 1999. Merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Syahfirudin dan Ibu Siti Maryam. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN 060825 yang beralamat di Jl. Ismailiyah, Kec. Medan Area, Kota Matsum II selama \pm 6 tahun.

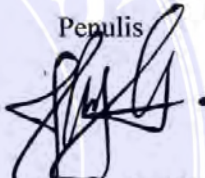
Pada tahun 2010 penulis kemudian melanjutkan pendidikan di bangku sekolah menengah yaitu MTs Al-Ulum Medan yang terletak di Kota Medan dan lulus pada tahun 2013, kemudian dilanjutkan dengan menempuh pendidikan sekolah menengah yaitu SMK Negeri 2 Kota Medan dan lulus pada tahun 2016. Berlanjut dua tahun kemudian, penulis melanjutkan pendidikan Strata Satu (S-1) di Universitas Medan Area yang terletak di Kota Medan, Sumatera Utara dan terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. pada tahun 2021 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan, Sebagai salah satu syarat kelulusan program pendidikan strata 1



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb. Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Struktur Bangunan dengan judul Pengaruh Kekuatan Struktur *Shear Wall* Pada Proyek Gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Nurmaidah, M.T selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada seluruh dosen dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan juga rekan-rekan kelas pagi Teknik Sipil UMA Stambuk 2018 yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih. *Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Penulis



(Muhammad Jefri)

ABSTRAK

Struktur dengan perkuatan dinding geser menjadi salah satu alternatif untuk bangunan tahan gempa. Ragam material dinding geser memiliki pengaruh terhadap kinerja struktur yang dapat dianalisis dengan menggunakan metode pushover. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kinerja variasi dengan atau tanpa dinding geser menggunakan metode analisis *pushover* pada *software* ETABS. *Preliminary design* dan pemodelan dilakukan untuk elemen struktur kolom, balok, pelat, dan dinding geser. Pembebanan diberikan sesuai desain minimum yang disyaratkan pada SNI 1727:2020 serta tata cara perencanaan ketahanan gempa di SNI 1726:2019. Struktur dianalisis menggunakan metode pushover dengan acuan FEMA 356 yang menghasilkan kurva kapasitas kinerja struktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan dinding geser pada struktur berpengaruh terhadap besaran perpindahan atau *displacement* yang dialami struktur. Hasil dari analisa yang dilakukan yakni 26mm (tanpa dinding geser); 1,5mm (dengan dinding geser), sedangkan untuk simpangan lantai memiliki selisih hasil antara 3,0855/3,531 *basement* 1; 7,029/6,127 *basement* 2; 9,174/8,1125 lantai 1; 10,709/9,625 lantai 2; 11,765/10,725 lantai 3; 12,441/11,495 lantai 4; 12,854/11,122 lantai 5; 13,041/13,585 lantai 6; 13,079/12,419 lantai 7; 12,997/17,873 lantai 8; 12,843/12,309 lantai 9; 12,628/12,122 lantai 10, perpindahan Struktur dengan dinding geser memiliki level kinerja terbaik berdasarkan besaran simpangan antar tingkat dan koefisien stabilitas, sedangkan tanpa dinding geser struktur tidak akan memiliki kekakuan yang baik daripada menggunakan dinding geser untuk menyerap gaya lateral yang diterima pada struktur.

Kata Kunci: dinding geser, *pushover*, beban gempa

ABSTRACT

Structures with shear wall reinforcement are an alternative for earthquake resistant buildings. Various shear wall materials have an influence on structural performance which can be analyzed using the pushover method. This study aims to compare the performance of variations with or without shear walls using the pushover analysis method in ETABS software. Preliminary design and modeling is carried out for structural elements of columns, beams, slabs and shear walls. The loading is given according to the minimum design required in SNI 1727:2020 and the procedure for planning earthquake resistance in SNI 1726:2019. The structure is analyzed using the pushover method with reference to FEMA 356 which produces a structure performance capacity curve. The results showed that using a shear wall on the structure affects the amount of locking or displacement experienced by the structure. The results of the analysis carried out are 26mm (without shear walls); 1.5mm (with shear walls), while for floor deviations the difference is between 3.0855/3.531 basement 1; 7.029/6.127 dungeon 2; 9.174/8.1125 1st floor; 10,709/9,625 2nd floor; 11,765/10,725 floor 3; 12,441/11,495 4th floor; 12,854/11,122 5th floor; 13.041/13.585 floor 6; 13,079/12,419 7th floor; 12,997/17,873 8th floor; 12,843/12,309 9th floor; 12,628/12,122 10th floor, Structures with shear walls have the best level of performance based on the amount of drift between stories and the stability coefficient, whereas without shear walls the structure will not have good stiffness than using shear walls to absorb the lateral forces received on the structure.

Keyword: *shear wall, pushover, earthquake load*

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3.1 Maksud.....	2
1.3.2 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 <i>Shear Wall</i>	5
2.3 Pembebanan Pada Struktur.....	21
2.3.1 Beban Hidup (SNI 2847-2019).....	21
2.3.2 Beban Mati (SNI 2847-2019).....	21
2.3.3 Beban Gempa (SNI 2847-2019).....	21
2.4 Perencanaan Struktur Tahan Gempa	22
2.5 Perencanaan Kapasitas	25
2.6 Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Beban Gempa ...	26
2.7 Perencanaan Terhadap Beban Gempa.....	27

2.8	Wilayah Gempa	29
2.9	Faktor Respons Gempa	30
2.10	Metode <i>Pushover</i>	31
2.10.1	Tahapan Utama dalam Analisis <i>Pushover</i>	31
2.10.2	Waktu getar alami efektif	33
2.11	Target Perpindahan.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1	Lokasi Penelitian	40
3.2	Deskripsi Penelitian.....	40
3.2.1	Teknik Pengumpulan Data	40
3.3	Analisis Data	42
3.4	Kerangka Berpikir	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Perhitungan Berat Sendiri <i>Shear Wall</i>	44
4.1.1	Data Struktur Gedung	44
4.1.2	Beban Pada Gedung	45
4.2	Analisis Pada ETABS	53
4.2.1	Pola Beban	53
4.3	Respon Spectrum.....	58
4.4	Metode <i>Push Over</i> pada <i>Shear Wall</i>	69
4.4.1	Pembebanan Gravitasi	70
4.4.2	Pembebanan Lateral	72
4.4.3	Beban Respon Spektrum	76
4.5	Perhitungan Simpangan Lantai.....	77
4.5.1	Tanpa Dinding Geser.....	77
4.5.2	Menggunakan Dinding geser.....	78
4.5.3	Diagram Hasil Simpangan Lantai	78
4.6	Hasil dan Pembahasan Analisis <i>Pushover</i> pada <i>Shear Wall</i>	78
4.6.1	Kurva Kapasitas	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Elevasi Gedung.....	44
Tabel 2 Beban Mati.....	45
Tabel 3 Beban Hidup.....	45
Tabel 4 Total berat bangunan perantai.....	46
Tabel 5 Berat Kolom.....	46
Tabel 6 Berat balok utama.....	48
Tabel 7 Berat Balok anak.....	50
Tabel 8 Berat Plat lantai.....	51
Tabel 9 Berat <i>Shearwall</i>	53
Tabel 10 Nilai <i>uniform load set</i>	56
Tabel 11 Nilai variabel <i>spectral</i> percepatan dipermukaan dari gempa.....	58
Tabel 12 Distribusi gaya gempa perantai.....	62
Table 13 Simpangan Lantai Tanpa Dinding Geser.....	77
Table 14 Simpangan Lantai dengan Dinding Geser.....	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Jenis Dinding Geser	8
Gambar 2 <i>Coupled shear wall</i>	10
Gambar 3 Dinding geser dihubungkan dengan portal	11
Gambar 4 <i>Shear wall</i> yang dihubungkan dengan portal satu bentang.....	12
Gambar 5 <i>Critical wall thickness displacement ductility relationship</i>	13
Gambar 6 Klasifikasi Dinding Geser.....	17
Gambar 7 Diagram beban simpangan (diagram V)	18
Gambar 8 Diagram beban simpangan (diagram V) struktur Gedung	24
Gambar 9 Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok kaki.....	25
Gambar 10 Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gempa Bumi	26
Gambar 11 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun.....	29
Gambar 12 Respons Spektrum Gempa Rencana.....	30
Gambar 13 Analisa pushover.....	31
Gambar 14 Parameter Waktu Getar Fundamental Efektif dari Kurva Pushover	33
Gambar 15 Permodelan <i>Shear Wall</i> 3D	41
Gambar 16 <i>Define load patterns</i>	54
Gambar 17 Uniform load set lantai atap.....	56
Gambar 18 <i>Uniform load set</i> lantai 1	57
Gambar 19 <i>Uniform load set Basement</i> B2	57
Gambar 20 Grafik respon <i>spectrum</i>	59
Gambar 21 <i>Load case</i> untuk beban gravitasi	70
Gambar 22 <i>Load application control for nonlinear static analysis</i> beban grafitasi.....	71
Gambar 23 <i>Joint</i> pada atap gedung yang ditinjau <i>joint 02</i>	71
Gambar 24 Pengaturan <i>analysis case</i> beban lateral <i>pushover</i> arah x	72
Gambar 25 Pengaturan <i>analysis case</i> beban lateral <i>pushover</i> arah y.....	73
Gambar 26 Pengaturan <i>load application control</i> beban lateral <i>pushover</i> arah x	74
Gambar 27 Pengaturan <i>load application control</i> beban lateral <i>pushover</i> arah y	74
Gambar 28 Pengaturan <i>results saved</i> beban lateral <i>pushover</i> arah x dan arah y.	75
Gambar 29 Pengaturan Nonlinear parameters beban lateral <i>pushover</i> arah x dan arah y.....	76
Gambar 30 Pengaturan <i>Parameters for ATC-40 Capacity Spectrum</i>	77

Gambar 31 Gambar Diagram Hasil Antara Simpangan Lantai Dinding Geser .. 78

Gambar 32 Kurva *pushover* struktur gedung tanpa dinding geser arah x dan y . 79

Gambar 33 Kurva *pushover* struktur gedung tanpa dinding geser arah x dan y . 80



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia diklaim menjadi negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi karena alasan geologis tersebut, tentu ini akan menjadi sebuah tantangan perencana konstruktusi gedung yang ingin memaksimalkan luas ruangan secara vertikal khususnya pada kota-kota yang terkesan padat seperti halnya Kota Medan yang memiliki luas lahan kosong di tengah kota yang sudah semakin menipis dengan alasan tersebut menjadikan gedung dengan jumlah lantai yang cukup banyak menjadikan solusinya.

High Rise Building menjadi salah satu solusi untuk pemanfaatan ruangan secara vertikal. Seperti halnya kebutuhan hotel, apartemen, mal maupun perkantoran, gedung bertingkat tinggi haruslah memiliki kekuatan struktur yang cukup tinggi pula untuk mengimbangi pembebanan ataupun gaya yang bekerja pada struktur gedung seperti gaya lateral yang bekerja pada gedung

Shear Wall adalah salah satu elemen struktur pada gedung bertingkat tinggi yang mampu menyerap gaya leteral secara kontinyu yang memiliki sifat (*Stiffness*) yakni kekakuan dengan material beton bertulang berkekuatan tinggi sehingga juga membuatnya memiliki multifungsi sebagai dinding sandaran lift

Gedung Menara BRI Medan memiliki perletakan *Shear Wall* berjenis *core wall* atau perletakannya tepat ditengah/inti dari gedung itu sendiri dengan penempatan gedung yang berada di tengah pusat kota medan mejadikan Gedung Menara BRI Medan harus memiliki struktur yang kaku sehingga dapat meredam gaya yang bekerja khususnya pada gaya lateral, seperti halnya pada struktur *shear wall* dengan kekakuan tersebut penulis ingin mengetahui secara fakta empiris

melalui pengujian analisis kekuatan struktur *shear wall* terhadap kekuatan material yang digunakan dengan metode *push over* dimana penulis akan menyajikan data analisis kekuatan untuk sekiranya dapat dipahami dari segi *safety factor*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas, yakni bagaimana kekuatan struktur *shear wall* terhadap gaya lateral dengan menggunakan metode *pushover* ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan serta ketahanan struktur *shear wall* terhadap gaya lateral yang ditimbulkan pada bangunan *Highrise Building* pada Gedung Menara BRI Medan

1.3.2 Tujuan

Untuk mengetahui seberapa besar hasil selisih maupun simpangan dengan menggunakan dinding geser ataupun tanpa menggunakan dinding geser pada Gedung Menara BRI Medan dengan menggunakan analisa *pushover*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan agar dapat menjadi referensi pada penelitian selanjutnya untuk mengetahui ketahanan gedung terhadap gaya lateral dengan menggunakan elemen *shear wall* pada gedung.

1.5 Batasan masalah

1. Objek penelitian skripsi ini hanya dinding geser saja.

2. Beban yang ditinjau hanyalah beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi mencakup beban hidup (*live load*) dan beban mati (*dead load*) yang mengacu pada SNI, sedangkan gaya lateral ditinjau hanyalah beban gempa saja.
3. Peraturan yang digunakan berpedoman pada SNI 2847:2019 Tentang Tata Cara Persyaratan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan suatu upaya penulis dalam mencari perbandingan serta kajian sehingga penulis dapat menambah pengetahuan, inspirasi, dan teori yang digunakan untuk mengkaji penelitian yang akan penulis lakukan. Dalam hal ini, penulis mengangkat beberapa sumber jurnal, tugas akhir maupun referensi lainnya terkait dengan analisis kekuatan struktur *shear wall* pada struktur, yaitu antara lain:

1. Jurnal ilmiah M. Mirza Abdillah Pratama, Septiana Dyah Sugmana Putri dan Edi Santoso dengan judul: Analisis Kinerja Bangunan Gedung Tinggi Dengan Penambahan Dinding Geser (Studi Kasus: Bangunan 8 Lantai). Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan dinding geser dapat: (1) mereduksi periode getar struktur hingga 62,55% pada SW₃ (2) meningkatkan gaya geser dasar hingga 86,34% pada SW₃ mereduksi perpindahan hingga 90,97% pada SW₃ dan (4) mereduksi simpangan antar lantai hingga 89,58% pada SW₃. Walau demikian, desain SW₂ dinilai lebih baik diterapkan pada gedung tersebut dengan memperhatikan faktor kinerja struktur, efektifitas dan efisiensi.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Irlangga Nedial Handoyo, Mochammad Afifuddin dan Rudiansyah Putra dengan judul: Evaluasi Kinerja Gedung 20 lantai dengan Variasi Dinding Geser Berdasarkan Analisis *Time History* Gempa. Berdasarkan hasil evaluasi *drift* menunjukkan bahwa *case 1* dan *case 3* mengalami *drift* yang masih dalam kategori aman

berdasarkan Anonim (1), sedangkan *case 2* mengalami *drift* yang tidak aman pada lantai 4 – lantai 9. Hasil Evaluasi *base shear* menunjukkan bahwa pada *case 1* gedung aman terhadap gempa Irpana dan Kobe, pada *case 2* gedung aman terhadap gempa *irpinia* (arah Y) dan Kobe pada *case 3* gedung hanya aman terhadap gempa Kobe berdasarkan dari nilai minimum yang disyaratkan oleh Anonim (1).

3. Penelitian yang dilakukan oleh Evantianus Sansujaya, Jusuf J.S Pah dan I Made Udiana dengan judul: Studi Keefektifan Dinding Geser pada Bangunan Tingkat Tinggi dalam Mengurangi Simpangan Struktur. Berdasarkan hasil analisis memperoleh nilai simpangan struktur semakin berkurang seiring bertambahnya jumlah kandungan dinding geser dan rata-rata laju berkurangnya simpangan struktur setiap penambahan 1,00% dinding geser adalah 1,97% serta *layout* penempatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap perubahan simpangan struktur.

2.2 Shear Wall

Satu kesatuan struktur gedung terdapat banyak komponen yang saling bekerjasama untuk mendukung fungsi bangunan tersebut, salah satunya adalah dinding geser (*shear wall*) atau biasa juga disebut dinding struktural. Dinding geser atau *shear wall* adalah elemen struktur beton bertulang yang dipasang secara vertikal pada sisi gedung maupun di tengah gedung untuk menahan gaya lateral yang bekerja pada struktur dalam hal ini beban gempa. Menurut SNI 2847-2019 (Badan Standarisasi Nasional Indonesia 2019) dinding struktural adalah komponen struktur yang didesain untuk menahan kombinasi geser, momen, dan

gaya aksial. Dinding geser biasanya diterapkan pada gedung berlantai tinggi (*high rise building*) selain sebagai komponen pembatas gedung, juga sebagai peredam gempa. Adapun fungsi dari *shearwall* adalah:

1. Memberi kekuatan

Shearwall berfungsi sebagai komponen struktur yang memberikan kekuatan untuk menahan beban lateral dari gempa.

2. Memberi kekakuan struktur

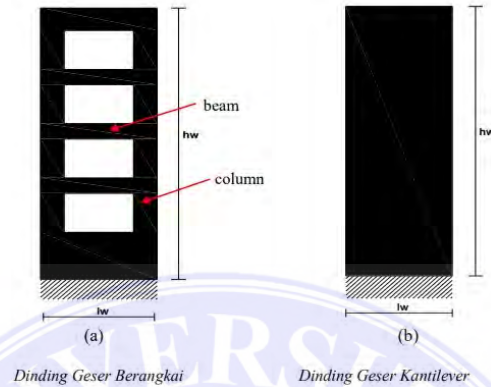
Dinding geser menjadi struktur yang saling terhubung dengan komponen struktur lain seperti kolom dan balok. Dengan adanya dinding struktur ini, bangunan akan menjadi lebih kaku dibanding dengan portal biasa yang hanya dibingkai dan diisi oleh dinding bata biasa. Semakin kaku bangunan, maka *story displacement* yang dihasilkan dari guncangan gempa akan semakin kecil.

Gaya Lateral yang akan diterima oleh struktur gedung seperti gaya yang disebabkan oleh beban gempa maupun beban angin, dapat diantisipasi dengan berbagai cara, kemampuan menopang rangka struktur yang bersifat kaku ditambah dengan beberapa muatan beban yang diberikan oleh permukaan dinding *finishing* yang dapat menahan distribusi lajunya angin yang dapat menciptakan gaya horisontal jadi lebih meningkat. Meskipun demikian jika gaya lateral pada setiap elemen struktur gedung bertingkat yang bereaksi karena adanya satu lubang atau lorong vertikal secara menerus yang memiliki fungsi sebagai jalur lintasan lift dengan ini membutuhkan suatu rancangan struktur yang khusus guna menopang beban horisontal tersebut, kemudian dinding geser memiliki fungsi

yaitu sebagai komponen utama struktur yang mendistribusikan secara kontinu beban-beban hingga kebagian bawah pondasi.

Shear Wall merupakan salah satu elemen pengaku struktur vertikal yang didesain untuk menyerap gaya lateral yang bekerja pada struktur. Perletakan *shear wall* bisa pada dinding dalam, luar maupun *core* (inti) yang dapat memuat ruang lift maupun tangga. Perletakan yang tepat pada struktur gedung bertingkat dapat menciptakan mekanisme penyerapan beban lateral secara efisien. Untuk gedung dengan jumlah tingkatan lantai tidak sampai 20 lantai penerapan dinding geser ini menjadi solusi alternatif dengan tingkatan menengah sedangkan dengan gedung yang memiliki tingkatan lantai diatas 20 lantai dinding geser ini menjadi salah satu elemen yang penting serta wajib mengingat dari segi keergonomisan juga efektifitas dalam mengendalikan defleksi. Pada praktiknya terdapat dua jenis *shear wall* yang sering digunakan:

1. *Shear wall* yang terhubung pada portal ataupun *shear wall* yang berangkai (*coupled shear wall*). *Shear wall* berangkai biasanya memiliki lebih dari dua dinding kantiliver dengan kemampuan membentuk suatu mekanisme pelelehan lentur pada alasnya, antara dinding yang saling terhubung dengan balok perangkai yang memiliki kekuatan cukup sehingga mampu mendistribusikan gaya dari dinding satu ke dinding lainnya.
2. *Shear wall* kantiliver (*free standing shear wall*) adalah satu jenis *shear wall* yang tidak memiliki lubang-lubang pembawa pengaruh penting terhadap perilaku struktur gedung. *Shear wall* kantiliver ada dua jenis, yakni *shear wall* kantiliver dengan daktail dan *shear wall* kantiliver dengan daktalitas terbatas.



Gambar 1. Jenis Dinding Geser (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Buildings*, halaman 373, 2005)

Dimana :

Lw:Lebar dinding geser

Hw:Tinggi dinding geser

Studi kasus penelitian ini pada Proyek Gedung Menara BRI Medan menggunakan *shear wall* berjenis kantilever menerus yang berdiri sendiri (*free standing shear wall*). Menurut Kiyosi Muto “*Aseismic Design Analysis of Buildings*” yaitu karakteristik dinding geser untuk tujuan perancangan adalah:

- a) *Shear wall* sebaiknya menurus hingga ke atas
- b) Agar mendapatkan hasil yang maksimal pada *shear wall*, balok dan *t-beam* harus diperkuat
- c) Jika menggunakan dinding geser berangkai gaya horisontal yang diterima dari gempa harus didistribusikan langsung ke lantai.

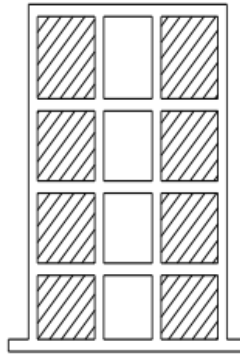
Kerangka gabungan *shear wall* dengan portal beraneka ragam dan memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Beberapa kasus yang harus diperhatikan adalah karakteristik deformasi, tegangan dan metode analisa perhitungan praktis untuk setiap kasus tersebut. Ketiga kasus tersebut adalah:

a) *Coupled shear wall*

Coupled shear wall adalah dua *shear wall* yang dihubungkan oleh balok yang pendek (balok koridor) dan merupakan struktur penahan gempa yang efektif dengan ketegaran yang besar. Bila dinding seperti ini dibebani gaya lateral, lendutan yang timbul pada setiap dinding bias diuraikan atas bagian-bagian yang sama seperti pada dinding geser yang berdiri sendiri:

- Deformasi geser, δ_s
- Deformasi lentur, δ_B
- Deformasi akibat rotasi pondasi, δ_R

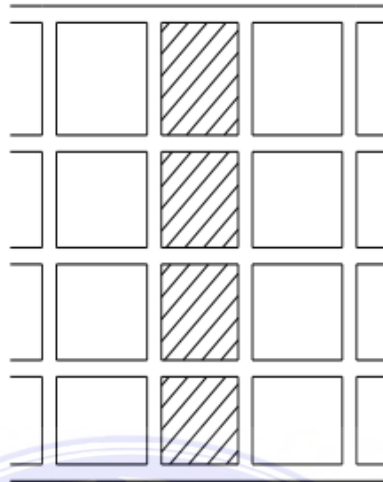
Dapat diketahui, deformasi akibat lentur dan rotasi pondasi akan dibatasi oleh balok penghubung dinding-dinding geser, yang jauh berbeda dengan kasus *shear wall* yang berdiri sendiri. Untuk menganalisanya, dinding dianggap sebagai batang yang bisa dinyatakan oleh garis pusat dinding dan keseluruhan sistem diperlukan sebagai portal satu bentang, kemudian metode analisa portal diterapkan dengan menyertakan deformasi geser dan lentur pada dinding dan balok yang dimiliki daerah kaku (*rigid zone*) dikedua ujungnya.



Gambar 2. *Coupled shear wall* (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Buildings*, halaman 373, 2005)

b) Dinding geser yang dihubungkan dengan portal

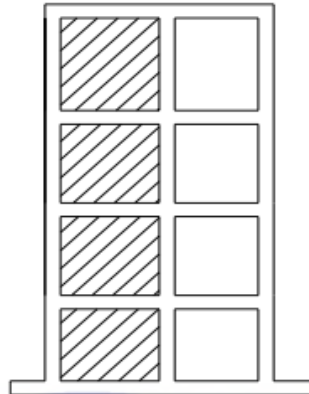
Bagian ini akan menjabarkan kasus portal yang dihubungkan pada semua tepi dinding geser. Sama halnya seperti dinding geser kopel, karakteristik lendutan pada kasus ini dapat dianggap analog seperti deformasi akibat lentur dan rotasi pada dinding geser independen yang dikekang oleh balok yang dihubungkan ke dinding tersebut. Namun pengekangan dalam kasus ini tidak seperti pada dinding geser kopel. Sama seperti pada dinding geser kopel, balok yang berhubungan dengan dinding geser akan mengalami tegangan yang besar, selain itu kolom-kolom yang berdekatan mengalami pemusatan tegangan akibat deformasi yang diinduksi oleh dinding sehingga perhitungan yang khusus diperlukan pada bagian ini.



Gambar 3. Dinding geser dihubungkan dengan portal (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Bulidings*, halaman 373, 2005)

c) *Shear wall* yang dihubungkan dengan portal satu bentang.

Shear wall dengan koridor dibagian bidang salah satu sisinya merupakan contoh dinding dan kolom yang terhubung oleh balok penghubung. Pada permasalahan ini tergolong dengan permasalahan khusus dari *shear wall* yang terhubung dengan portal dengan bagian sebelumnya. Dilihat dari sudut perencanaan karena bentang balok penghubung tergolong pendek, deformasi yang diciptakan oleh dinding akan mempengaruhi pemusatan tegangan pada balok dan kolom sehingga perancangan elastic sangat sulit dilakukan. Oleh karena itu, dicoba untuk mengembangkan metode penentuan tegangan dan koefisien distribusi gaya horisontal dengan menggunakan contoh aktualisasi atau dengan perencanaan inelastis.



Gambar 4. *Shear wall* yang dihubungkan dengan portal satu bentang (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Buildings*, halaman 373, 2005)

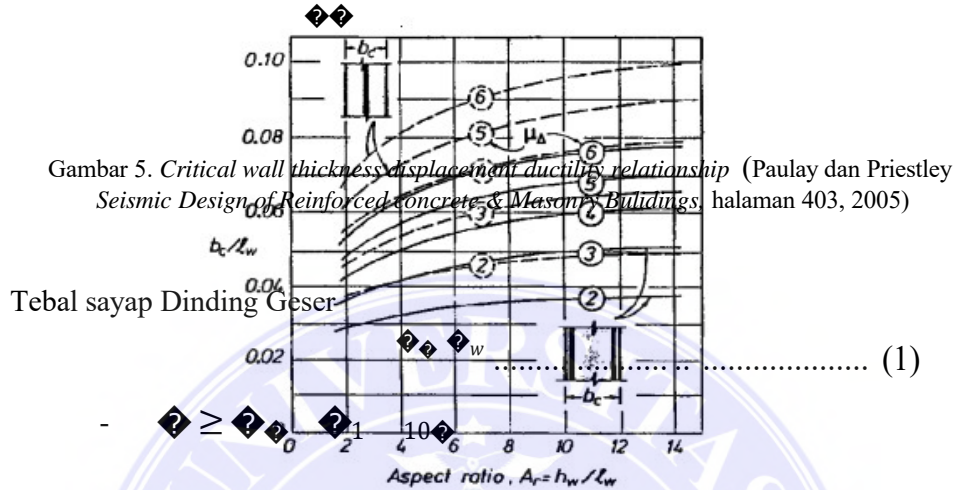
Tegangan geser sesuai SNI-2847-2019: meskipun rasio lebar terhadap ketinggian *shear wall* lebih kecil dari yang ada dibalok biasa, banyak percobaan pada *shear wall* dengan ketebalan $(5/6)$ dan $(1/25)$ saja dipelajari. Hal ini menunjukkan bahwa

Dinding wajib didesain terhadap beban eksentris dan setiap beban horisontal atau beban lain yang bekerja ; SNI 2847-2019: dinding dengan penampang persegi empat yang masif boleh direncanakan berdasarkan ketentuan metode perencanaan empiris yang masif boleh direncanakan berdasarkan ketentuan metode perencanaan empiris bila resultan seluruh beban terfaktor terletak didalam daerah sepertiga ketebalan dinding total dan semua batasan yang tercantum dipenuhi. Dengan ketebalan minimum dinding direncanakan ; SNI 2847-2019: ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang daripada $1/25$ tinggi atau panjang bagian dinding yang ditopang secara lateral, diambil yang terkecil, dan tidak pula kurang dari pada 100mm.

Syarat pendimensian *shear wall*:

Menggunakan grafik (hal 403) hubungan ketebalan kritis dengan daktilitas

simpangan, didapat: $\frac{\Delta}{L}$:



$$\frac{t_c}{L_w} \geq \frac{h_i}{16} \quad (1)$$

$$\frac{t_c}{L_w} \geq \frac{h_i}{16} \quad (2)$$

$$\frac{t_c}{L_w} \geq \frac{h_i}{16} \quad (3)$$

h_i adalah tinggi lantai pertama

Mewujudkan prinsip perancangan kapasitas yang fundamental ini perancangan dinding struktural dapat dilakukan dengan 3 metode berikut ini:

1. Dengan beban lentur + aksial terfaktor, asumsi potongan dasar dinding struktural sebagai kolom dengan syarat penulangan longitudinal diujung dan badan dinding struktural sesuai dengan SNI 2847-2019 yang menyatakan bahwa:

“Paling sedikit dua lapis tulangan harus dipasang pada dinding apabila gaya geser bidang terfaktor yang dibebankan ke dinding melebihi

$$\frac{1}{6} \cdot A \sqrt{f'_c} \quad (4)$$

Dimana:

a) A adalah luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau (mm^2)

b) f'_c adalah kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa). Selanjutnya pada SNI 2847-2019 memberikan batasan maksimum terhadap kuat tekan rencana (ϕP_n), yaitu:

$$\phi P_n (\text{maks}) = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}) \quad (5)$$

Dimana:

- c) ϕ adalah faktor reduksi kekuatan
- d) P_n adalah kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas (N)
- e) f'_c adalah kuat tekan beton yang diisyaratkan (Mpa)
- f) f_y adalah kuat leleh yang diisyaratkan untuk tulangan, (Mpa)
- g) A_g adalah luas bruto penampang (mm^2)
- h) A_{st} adalah luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil (mm^2) ($A_{st} = \rho_v \cdot b \cdot d$)
dimana ρ_v = rasio penulangan, b = lebar (mm) dan d = tinggi efektif (mm).

secara general, rasio penulangan ρ_v untuk dinding struktural tidak boleh kurang dari yang disyaratkan dalam SNI 2847-2019 dimana $\rho_v \geq 0,0025$ sepanjang sumbu longitudinal dan transversal. Demikian juga dengan jarak antara tulangan pada masing-masing arah dan tidak boleh lebih dari 450

mm. Tulangan dipasang untuk menahan geser dan mencapai kuat geser tertentu harus dipasang menerus dan didistribusikan merata di seluruh bidang geser.

2. Pastikan tidak terjadi kegagalan oleh tegangan tarik dan tekan diagonal oleh beban geser dengan pengamanan berturut-turut sesuai dengan SNI 2847-2019 yang menyatakan bahwa: Kuat geser nominal, V_n dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada

$$V_n = \rho_w \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_c \cdot \lambda \cdot \left(\frac{h}{\lambda} \right) \quad (6)$$

Dimana:

Koefisien λ = 4 untuk $\left(\frac{h}{\lambda} \right) \leq 1,5$, λ = 6 untuk $\left(\frac{h}{\lambda} \right) \geq 2,0$ dan

dapat digunakan interpolasi linier untuk nilai-nilai diantaranya.

Dimana:

h_n = adalah tinggi dinding keseluruhan atau segmen dinding yang ditinjau dan

λ_n = adalah tinggi dinding keseluruhan atau segmen dinding yang ditinjau dalam arah gaya geser (mm).

SNI 2847-2019 menyatakan bahwa kuat geser nominal sistem dinding struktural yang secara bersama-sama memikul beban lateral tidak boleh

diambil melebihi $\frac{2}{3} \cdot \rho_w \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_c$ dengan A_c adalah luas

penampang

total sistem dinding struktural dan kuat geser nominal tiap dinding

5

individual tidak boleh diambil melebihi

6. $\sqrt{f'_{c}} \cdot A_{v}$ dimana A_{v} adalah
luas penampang dinding yang ditinjau.



3. Hindarkan instabilitas oleh regangan beton $> 0,003$ dengan pengadaan komponen batas sesuai dengan SNI 2847-2019 bahwa untuk dinding-dinding atau sistem dinding yang menurus secara efektif dari dasar hingga puncak bangunan dan direncanakan memiliki satu penampang kritis untuk lentur dan gaya aksial.

Deformasi pada dinding geser kantilever menyerupai deformasi kolom kantilever yang tegak lurus tanah dan selain deformasi lentur, dinding geser mengalami deformasi geser dan rotasi secara keseluruhan akibat gaya lateral. Deformasi total dihitung dengan menjumlahkan perpindahan δ_R akibat rotasi pondasi dan perpindahan δ_B dan δ_S akibat lentur dan gaya geser.

$$\Delta = \delta_S + \delta_B + \delta_R \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

δ = Perpindahan relatif

δ_S = Deformasi geser

δ_B : Deformasi lentur

δ_R : Deformasi akibat rotasi pondasi

Gedung yang sesungguhnya tidak memiliki dinding geser yang berdiri sendiri karena dinding berhubungan dalam segala arah dengan balok atau batang lain ke kolom-kolom disekitarnya sehingga deformasi dinding akan dibatasi disebut sebagai pengaruh perbatasan (*boundary effect*) maka harus disertakan dalam perhitungan.

Untuk dinding geser berlubang, perpindahan relatif (δ) diakibatkan oleh deformasi lentur, deformasi geser, dan deformasi akibat rotasi pondasi seperti

pada yang telah disebutkan diatas, pada kasus ini deformasi geser (δ_S) dinyatakan sebagai (δ_F), yakni deformasi geser yang timbul akibat adanya lubang.

$$\Delta = \delta_F + \delta_B + \delta_R \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

δ : perpindahan relatif

δ_F : Deformasi geser

δ_B : Deformasi lentur

δ_R : Deformasi akibat rotasi pondasi

Klasifikasi dinding geser berdasarkan perbandingan tinggi dinding dan lebar dinding dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Dinding geser langsing (*Slender Shear Wall*)

Jika $\frac{h}{b} \geq 2$



2. Dinding geser gemuk (*Squat Shear Wall*)

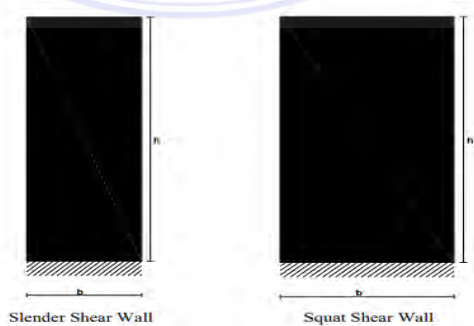
Jika $\frac{h}{b} \leq 2$



dimana:

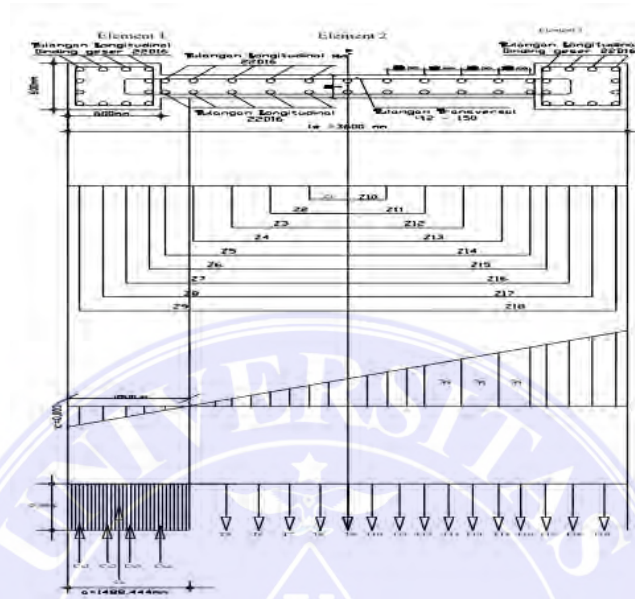
h: adalah tinggi bruto dinding geser

b: adalah lebar bruto dinding geser



Gambar 6. Klasifikasi Dinding Geser (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Bulidings*, halaman 403, 2005)

Dalam mendesain kekakuan lentur untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut T. Paulay dan M.Priestley halaman 392-393, yaitu:



Gambar 7. Diagram beban simpangan (diagram V) (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Buldings*, 2005)

Dimana:

l_w adalah lebar dinding geser.

Untuk keperluan penyambungan tulangan dari tingkat sebelumnya harus diteruskan agar menjamin perilaku serta kekuatan dari struktur. Panjang tulangan yang diteruskan tersebut panjangnya tidak kurang dari panjang penyaluran l_d .

Besarnya l_d dapat dihitung dengan rumus:

$$l_d = \frac{f_y}{4} \cdot \frac{d_b}{f_c}$$

(*Seismic Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*, T paulay And

M..J.N.Priestley hal 149)

Dimana:

$$\frac{1,38 \cdot \phi \cdot \sqrt{f_c}}{A_b} \text{, satuannya Mpa. (Seismic Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, T paulay And M.J.N.Priestley hal 150) dengan :}$$

=
 Masonry Buildings, T paulay And M.J.N.Priestley hal 150) dengan :

Ab adalah luas penampang tulangan (mm²)

c adalah 3 x diameter tulangan (mm)

ϕ adalah faktor modifikasi sebesar 1,3
 Diameter tulangan tidak boleh melebihi $\frac{1}{8}$ dari tebal dinding geser.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan perkiraan semula dengan analisa statik. Untuk mendapatkan kapasitas yang ideal pada setiap ketinggian dinding, maka gaya geser rencana harus diperbesar dengan memasukkan faktor ϕ dan faktor pembesaran dinamis (ω).

Untuk tulangan transversal sesuai dengan SNI 2847-2019:

$$\rho_h = 0,09 \frac{\phi}{\phi_h} \dots\dots\dots (9)$$

ρ_h adalah

- i) ρ_h adalah luas penampang total tulangan transversal (termasuk sengkang pengikat) dalam rentang spasi s dan tegak lurus terhadap dimensi hc, mm²
- j) ϕ_h adalah dimensi penampang inti kolom (dinding struktural) diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengekang, mm.
- k) adalah spasi tulangan transversal diukur sepanjang sumbu longitudinal komponen struktur, mm
- l) ϕ_h adalah kuat leleh tulangan transversal yang disyaratkan, Mpa. Kuat geser yang diizinkan dalam SNI 2847-22019 adalah

$$\phi \cdot V_n \geq V_u \dots\dots\dots (10)$$

Dengan $\frac{V_u}{\phi}$ dan V_n , $V_n =$ kuat geser nominal

Asumsi ini dianggap bahwa kekuatan geser diberikan oleh tulangan geser V_s dan sisanya oleh beton. Kuat geser yang disumbangkan oleh beton

harus diambil: $\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d$ (SNI 2847-2019)

Dimana $d = 0,8 l_w$ dimana l_w adalah lebar dinding geser.

Pada daerah sendi plastis, kuat geser hanya disumbangkan oleh tulangan-tulangan geser. Jadi $V_c = 0$

Kuat geser yang disumbangkan diambil:

$$V_u \leq \phi \left[\frac{A_v f_y d}{s} + 0,8 \sqrt{f'_c} b_w d \right] \quad \text{(SNI 2847-2019)} \quad \dots \quad (11)$$

Maka: $V_u \leq \phi \cdot V_n$

$$V_u \leq \phi \cdot (V_c + V_s)$$

$$\left[\left(\phi \cdot \left(\frac{A_v f_y d}{s} + 0,8 \sqrt{f'_c} b_w d \right) \right) \right]$$

$$A_v = \frac{\phi \cdot V_u}{\phi \cdot \left(\frac{A_v f_y d}{s} + 0,8 \sqrt{f'_c} b_w d \right)}$$

.S (12)
Dimana:

V_n = Kuat geser nominal

V_c = gaya geser nominal yang disambungkan oleh beton (kN)

V_s = gaya geser nominal yang disambungkan oleh sengkang/begel
(kN)

A_v = luas tulangan geser (cm^2) l_w = lebar dinding geser (cm)



t_w = tebal dinding geser (cm) f_y = kuat leleh baja (mpa)
 S = jarak tulangan geser (cm)

2.3 Pembebanan Pada Struktur

Pembebanan yang akan ditanggung oleh struktur tidak selalu dapat berjalan dengan sesuai rancangan yang presisi, juga apabila pembebanan tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi sebuah struktur tertentu biasanya distribusi beban dari elemen yang lain pada keseluruhan struktur masih membutuhkan asumsi dan pendekatan. Adapun beberapa jenis beban yang bekerja pada suatu struktur antara lain:

2.3.1 Beban Hidup (SNI 2847-2019)

Beban hidup adalah semua beban yang bekerja oleh objek yang sifatnya tidak tetap atau biasa dikatakan bergerak dan berpindah, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai maupun atap. Khusus pada atap dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh butiran air hujan

2.3.2 Beban Mati (SNI 2847-2019)

Beban yang berasal dari berat sendiri semua bagian dari gedung yang bersifat tetap, termasuk dinding dan sekat pemisah, kolom, balok, lantai, atap mesin dan peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung.

2.3.3 Beban Gempa (SNI 2847-2019)

Beban gempa adalah semua beban yang ditimbulkan dari gerakan-gerakan lapisan bumi ke arah horizontal dan vertikal, dimana gerakan vertikalnya lebih kecil dari gerakan horizontalnya.

2.4 Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung seperti rangka (portal), dinding geser, kolom, balok, lantai, lantai tanpa balok (plat lantai cendawan) dan kombinasinya, harus diperhitungkan memikul gempa rencana. Struktur yang direncanakan diharapkan mampu bertahan oleh beban bolak-balik memasuki perilaku inelastis tanpa mengurangi kekuatan yang berarti. Karena itu, selisih energi beban gempa harus mampu disebarkan dan diserap oleh struktur yang bersangkutan dalam bentuk kemampuan deformasi secara inelastis. Kemampuan ini yang disebut sebagai daktilitas struktur.

Berdasarkan SNI 2847-2019 yang menyatakan bahwa pengertian Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelepasan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri (tegar), walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan. Dalam Daktilitas ada faktor Daktilitas yang merupakan rasio antara simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelepasan pertama di dalam struktur gedung. Daktilitas penuh adalah suatu tingkat daktilitas struktur gedung, di mana strukturnya mampu mengalami simpangan pasca-elastik pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan yang paling besar, yaitu dengan mencapai nilai faktor daktilitas sebesar 5,3.

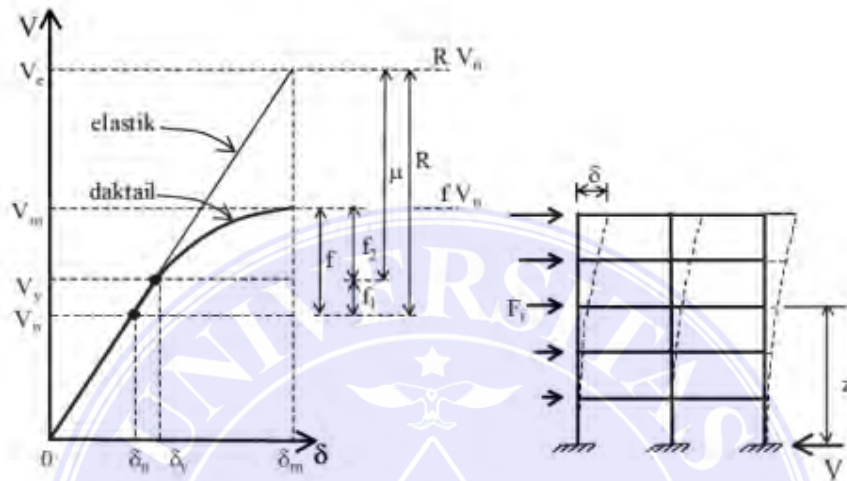
Struktur yang elastik penuh, kondisi struktur di ambang keruntuhan tercapai bersamaan dengan pelelehan pertama di dalam struktur ($\delta_m = \delta_y$), dimana menurut SNI 2847-2019 definisi δ_m adalah Simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan δ_y adalah Simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya pelelehan pertama. Dalam jenis sistem struktur tidak semua mampu berperilaku duktail penuh dengan mencapai $\mu = 5,3$ namun faktor daktilitas maksimum (μ_m) yang dapat dicapai oleh berbagai jenis sistem struktur. Untuk perencanaan suatu struktur gedung nilai faktor daktilitas (μ) dapat dipilih sendiri oleh perencana atau pemilik gedung, asal memenuhi $1,0 < \mu < \mu_m$.

Asumsi bahwa struktur gedung duktail dan struktur gedung elastik penuh akibat pengaruh Gempa Rencana menunjukkan simpangan maksimum (δ_m) yang sama dalam kondisi di ambang keruntuhan (*constant maximum displacement rule*), sudah biasa dianut dalam standar-standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung, agar terdapat hubungan antara V_y dan V_e melalui μ .

Persamaan tersebut terdapat di SNI 2847-2019 dinyatakan:

Dimana menurut SNI 2847-2019 definisi dari V_y adalah pembebanan yang menyebabkan pelelehan pertama di dalam struktur gedung dan V_e adalah pembebanan maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung elastik penuh dalam kondisi di ambang keruntuhan. 35 Asumsi ini adalah konservatif, karena dalam keadaan sesungguhnya struktur gedung yang duktail memiliki δ_m yang relatif lebih besar dari pada struktur gedung yang

elastik, sehingga memiliki μ yang relatif lebih besar dari pada yang diasumsikan. Asumsi yang dianut divisualisasikan dalam diagram bebansimpangan (diagram V- δ) ditunjukkan dalam Gambar 2.1:



Gambar 8. Diagram beban simpangan (diagram V) struktur Gedung (Paulay dan Priestley *Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Bulidings*, 2005)

Dimana:

V = Beban dasar nominal static ekuivalen akibat gempa rencana, kN

V_n = Pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk struktur gedung

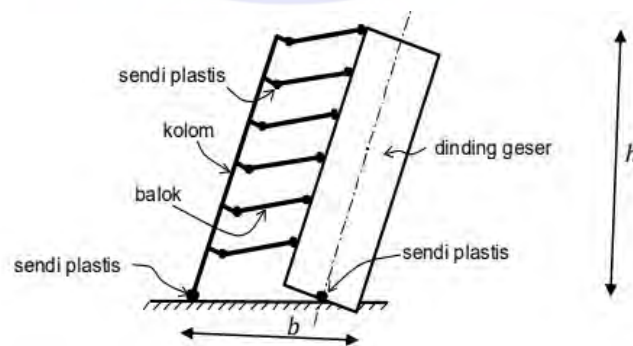
V_m = Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung

Dalam menetapkan pembebanan gempa nominal (V_n) akibat pengaruh Gempa Rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung. Nilai V_n harus lebih rendah dari nilai V_y , sedemikian rupa sehingga rasio V_y/V_n merepresentasikan faktor kuat lebih beban (f_i) dan bahan f_1 yang terkandung di dalam struktur gedung. Faktor kuat lebih ini terbentuk oleh kekuatan terpasang

unsur-unsur struktur yang direncanakan melalui cara perencanaan beban dan kuat terfaktor. Secara teoritis nilai minimum f_1 adalah perkalian faktor beban dan faktor bahan yang dipakai dalam perencanaan beban dan kuat terfaktor, yaitu $f_1 = 1,05 \times 1,15 = 1,2$. Dalam hal ini, faktor bahan adalah kebalikan dari faktor reduksi kapasitas ($= 1/\phi$). Dalam kenyataannya selalu terjadi kekuatan unsur-unsur struktur yang berlebihan, karena jumlah tulangan atau profil terpasang yang lebih besar dari pada yang diperlukan, sehingga pada umumnya $f_1 > 1,2$. Untuk struktur gedung secara umum, menurut berbagai penelitian nilai f_1 yang representatif ternyata adalah sekitar $f_1 = 1,6$.

2.5 Perencanaan Kapasitas

Faktor daktilitas suatu struktur gedung merupakan dasar bagi penentuan beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Karena itu, tercapainya tingkat daktilitas yang diharapkan harus terjamin dengan baik. Hal ini dapat tercapai dengan menetapkan suatu persyaratan yang disebut “kolom kuat balok lemah”. Hal ini berarti, bahwa akibat pengaruh Gempa Rencana, sendi-sendi plastis di dalam struktur gedung hanya boleh terjadi pada ujung-ujung balok dan pada kaki kolom dan kaki dinding geser saja. Secara ideal, mekanisme keruntuhan suatu struktur gedung terdapat pada gambar 2.9 berikut ini :



Gambar 9. Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok kaki (SNI 03-1726-2002 hal 46, 2019)

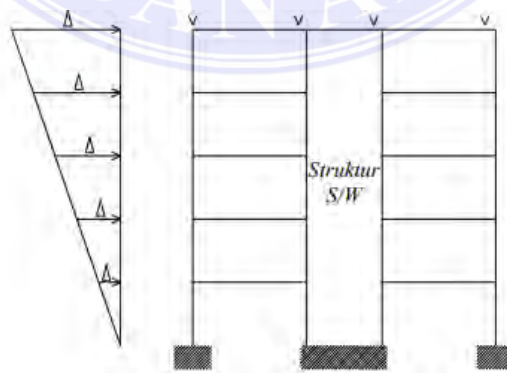
2.6 Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Beban Gempa

Sistem Ganda (*Dual System*)

Tipe sistem struktur ini memiliki 3 ciri dasar, yaitu:

1. Rangka ruang lengkap berupa Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang penting berfungsi memikul beban gravitasi.
2. Dinding Struktural (DS) dan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) direncanakan untuk menahan V secara proporsional berdasarkan kekakuan relatifnya.

Di Wilayah Gempa 5 dan 6, rangka ruang itu harus didisain sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Dinding Struktural Beton Khusus (DSBK). Di Wilayah Gempa 3 dan 4, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Dinding Struktural tak perlu detailing khusus, sedangkan untuk Wilayah Gempa 1 dan 2, SRPM boleh pakai Rangka Pemikul Momen Biasa juga DS Pakai DS Beton Biasa. Jadi untuk perencanaan gedung ini yang terdapat di wilayah 4 menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Dinding Struktural tak perlu detailing khusus.



Gambar 10. Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gempa Bumi (Paulay dan Priestley Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Bulidings, halaman 403, 2005)

2.7 Perencanaan Terhadap Beban Gempa

Untuk memperhitungkan pengaruh arah gempa yang kemungkinan tidak searah sumbu utama struktur gedung, maka SNI 2847-2019 menetapkan, pengaruh pembebanan searah sumbu utama harus dianggap terjadi bersamaan dengan 30% pengaruh pembebanan dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan.

a) Pengaruh Gempa Horizontal

Pengaruh gempa bekerja dalam kedua arah utama dari gedung secara bersamaan. Perputaran ini menetapkan bahwa struktur-struktur daktail direncanakan terhadap suatu bagian kecil saja dari pengaruh gempa, dan karenanya banyak unsur – unsur struktur sudah akan mencapai sebagian saja dari percepatan gempa dalam suatu arah tertentu baru mencapai sebagian saja dari percepatan maksimum gempa tersebut. Hal-hal diatas perlu kiranya disadari dalam perencanaan sudah struktur dan bila diinginkan dapat diterapkan dalam perencanaan sesungguhnya, terutama untuk struktur-struktur gedung yang sangat penting. Sehubungan dengan hal tersebut, pasal ini mensyaratkan agar unsur – unsur primer direncanakan terhadap pengaruh 100% dari gempa rencana dalam suatu arah utama yang dikombinasikan dengan 30% dari gempa rencana dalam arah tegak lurus padanya. Berhubung dengan itu, kombinasi – kombinasi pengaruh beban gravitasi, gempa dalam arah – X dan gempa arah – Y (tegak lurus pada arah – X) berikut harus ditinjau dalam perencanaan unsur – unsur struktur (artinya: pengaruh gempa arah – X dikerjakan pada

unsur-dalam arah itu dikombinasikan dengan pengaruh arah – Y dikerjakan dengan arah tegak lurus pada arah – X).

Kombinasi pembebanan (dengan memperhatikan tanda yang sesuai) yang menghasilkan keadaan yang paling berbahaya bagi suatu unsur adalah yang dipakai untuk perencanaan. Pada umumnya, peninjauan pengaruh gempa dalam dua arah yang saling tegak lurus ini hanya diperlukan untuk kolom – kolom atau unsur – unsur vertikal dari sistem penahan gempa.

b) Pengaruh Gempa Vertikal

Walaupun percepatan-percepatan vertikal yang besar telah dicatat dekat pada pusat dari banyak gempa, respons dari struktur – struktur gedung terhadap gerakan tersebut belum banyak diketahui. Karena itu, dianggap bahwa sampai tersedianya hasil penelitian lebih lanjut mengenai respons dari struktur – struktur gedung terhadap gerakan vertikal, hanya beberapa bagian yang kritis dari struktur gedung.

c) Pengaruh Gempa Vertikal

Walaupun percepatan-percepatan vertikal yang besar telah dicatat dekat pada pusat dari banyak gempa, respons dari struktur – struktur gedung terhadap gerakan tersebut belum banyak diketahui. Karena itu, dianggap bahwa sampai tersedianya hasil penelitian lebih lanjut mengenai respons dari struktur – struktur gedung terhadap gerakan vertikal, hanya beberapa bagian yang kritis dari struktur gedung.

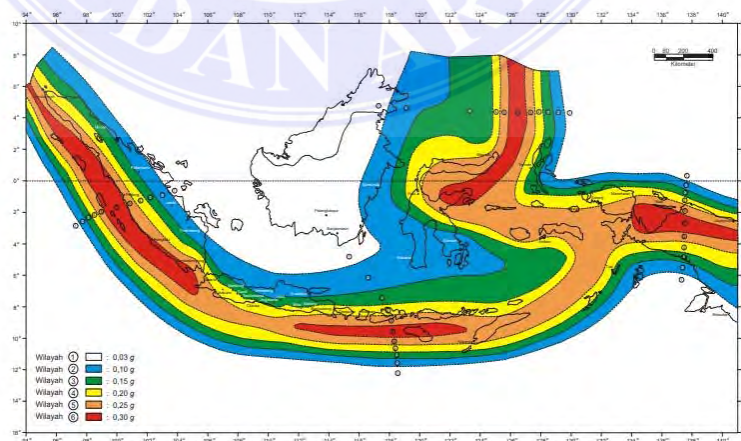
d) Beban Gravitasi Vertikal

Beban – beban hidup pada struktur gedung pada umumnya direduksi pada waktu analisa gempa pada struktur tersebut, sehubungan dengan kecilnya kemungkinan bekerjanya beban hidup penuh dan pengaruh gempa penuh secara bersamaan pada struktur secara keseluruhan diagram koefisien Zona gempa 3. Menurut SNI 2847-2019 mengatur Analisis respons dinamik.

2.8 Wilayah Gempa

Menurut SNI 1726 wilayah Indonesia dibagi dalam 6 wilayah Gempa (WG), wilayah gempa disusun berdasarkan atas 10 % kemungkinan gerak tanah oleh gempa rencana dilampui dalam periode 50 tahun yang identik dengan periode ulang rata-rata 500 tahun. Wilayah gempa dicirikan oleh

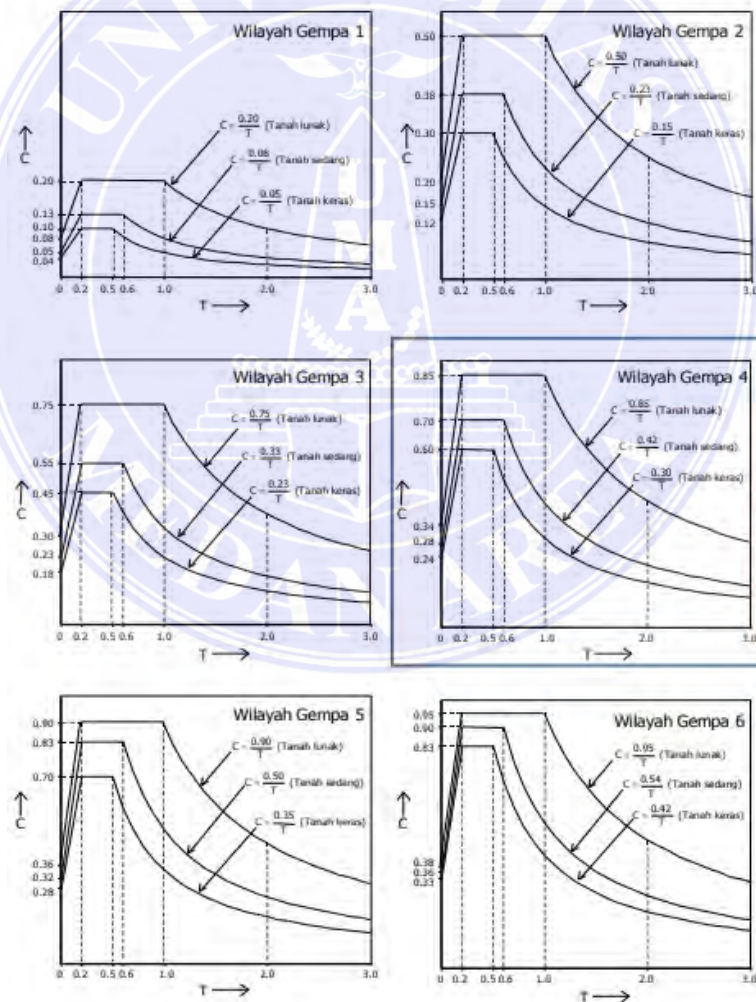
Gempa 1 adalah wilayah kegempaan paling rendah dengan PPEBD = 0.03 g sedangkan wilayah gempa 6 menyanggah wilayah kegempaan tertinggi dengan PPEBD = 0.3g. 44 Dalam kasus ini lokasi gedung yang kami amati adalah kota Malang Jawa – Timur maka termasuk wilayah gempa 4 kegempaan sedang dengan PPEBD = 0.20 g.



Gambar 11. Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun (Desain Spektra Indonesia, 2021)

2.9 Faktor Respons Gempa

Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi, besarnya nilai faktor respons gempa diambil dari grafik yang bergantung pada besarnya waktu getar alami. Dari gambar 2. 13 faktor respon gempa, hal yang pertama dilakukan adalah menentukan wilayah gempa sesuai peta wilayah gempa. Kemudian menentukan jenis tanah keras dan memasukkan nilai T (waktu getar alami) dan persamaan C (koefisien geser) sesuai respon spektrum ke program untuk menganalisis gempa dinamis.

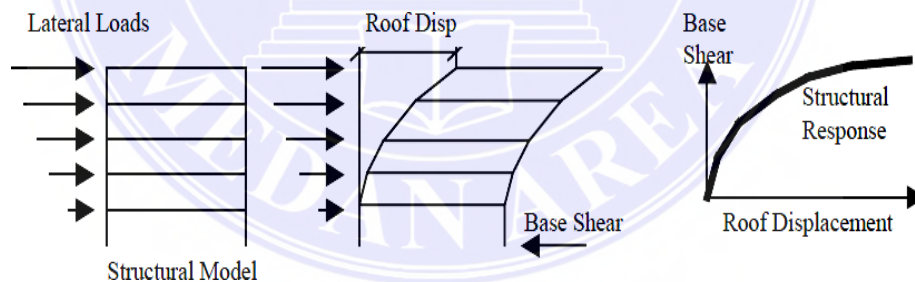


Gambar 12. Respons Spektrum Gempa Rencana (SNI 03-1726-2002 hal 21)

2.10 Metode *Pushover*

Analisa statik nonlinear adalah teknik analisis yang digunakan untuk menentukan perilaku keruntuhan suatu bangunan saat terjadi gempa bumi, disebut juga dengan analisis *pushover* atau analisis beban geser statis. Analisis dilakukan dengan menerapkan pola beban lateral statis pada struktur yang kemudian dinaikan secara bertahap dengan faktor pengali hingga target perpindahan lateral dari titik acuan tercapai. Biasanya titik pusat ini merupakan titik pusat pada atap, lebih tepatnya pusat massa atap

Tujuan dari analisis *pushover* adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang akan terjadi serta mendapatkan informasi mengenai bagian mana yang kritis. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa analisis *pushover* dapat memberikan hasil yang cukup (dibandingkan dengan hasil analisis dinamik nonlinier) untuk bangunan normal dan tidak tinggi.



Gambar 13. Analisa pushover (SNI 03-1726-2002 hal 21)

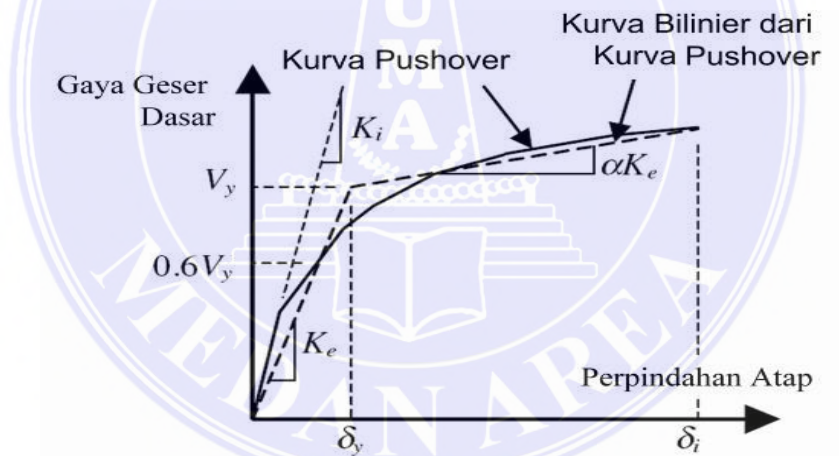
2.10.1 Tahapan Utama dalam Analisis Pushover

Tahapan Utama pada analisa *pushover* adalah:

1. Menentukan titik kontrol untuk memonitor besarnya perpindahan struktur. Rekaman besarnya perpindahan titik kontrol dan gaya geser dasar digunakan untuk menyusun kurva *pushover*
2. Membuat kurva *pushover* berdasarkan berbagai macam pola distribusi gaya lateral terutama yang ekuivalen dengan distribusi dari gaya inerti, sehingga diharapkan deformasi yang terjadi hampir sama atau mendekati deformasi yang terjadi akibat gempa. Oleh karena sifat gempa adalah tidak pasti, maka perlu dibuat beberapa pola pembebanan lateral yang berbeda untuk mendapatkan kondisi yang paling menentukan.
3. Estimasi besarnya perpindahan lateral saat gempa rencana (target perpindahan). Titik kontrol didorong sampai taraf perpindahan tersebut, yang mencerminkan perpindahan maksimum yang diakibatkan oleh intensitas gempa rencana yang ditentukan.
4. Mengevaluasi level kinerja struktur ketika titik kontrol tepat berada pada target perpindahan: merupakan hal utama dari perencanaan berbasis kinerja. Komponen struktur dan aksi perilakunya dapat dianggap memuaskan jika memenuhi kriteria yang dari awal sudah ditetapkan, baik terhadap persyaratan deformasi maupun kekuatan. Karena yang dievaluasi adalah komponen maka jumlahnya relatif sangat banyak, oleh karena itu proses ini sepenuhnya harus dikerjakan oleh komputer (fasilitas *pushover* dan evaluasi kinerja yang terdapat secara built-in pada program ETABS v.20, mengacu pada FEMA-356 dan ATC-40)

2.10.2 Waktu getar alami efektif

Analisa *eigen-value* pada umumnya digunakan untuk mengetahui waktu getar alami bangunan, dimana informasi tersebut sangat penting untuk mendapatkan estimasi besarnya gaya gempa yang akan diterima oleh bangunan tersebut. Analisa *eigen-value* dilaksanakan menggunakan data-data yang masih dalam kondisi elastis linear, padahal pada saat gempa kondisi bangunan mengalami keadaan yang berbeda, yaitu berperilaku inelastis. Oleh karena itu waktu getar alami bangunan pada saat gempa maksimum berbeda dengan hasil analisa *eigen-value*. Waktu getar alami yang memperhitungkan kondisi inelastis atau waktu getar efektif, T_e , dapat diperoleh dengan bantuan kurva hasil analisa *pushover*.



Gambar 14. Parameter Waktu Getar Fundamental Efektif dari Kurva Pushover (SNI 03-1726-2002 hal 21)

Untuk itu, kurva pushover diubah menjadi kurva bilinear untuk mengestimasi kekakuan lateral efektif bangunan, K_e , dan kuat leleh bangunan, V_y . Kekakuan lateral efektif dapat diambil dari kekakuan secant yang dihitung dari gaya geser dasar sebesar 60% dari kuat leleh. Karena kuat leleh diperoleh dari dari

titik potong kekakuan lateral efektif pada kondisi elastis (K_e) dan kondisi inelastic (αK_e), maka prosesnya dilakukan secara trial-error.

2.11 Target Perpindahan

Gaya dan deformasi setiap komponen/elemen dihitung terhadap “perpindahan tertentu” di titik kontrol yang disebut sebagai “target perpindahan” dengan notasi δ_t dan dianggap sebagai perpindahan maksimum yang terjadi saat bangunan mengalami gempa rencana. Untuk mendapatkan perilaku struktur pasca keruntuhan maka perlu dibuat analisa *pushover* untuk membuat kurva hubungan gaya geser dasar dan perpindahan lateral titik kontrol sampai minimal 150% dari target perpindahan, δ_t . Permintaan membuat kurva *pushover* sampai minimal 150% target perpindahan adalah agar dapat dilihat perilaku bangunan yang melebihi kondisi rencananya dan harus dipahami bahwa target perpindahan hanya merupakan rata-rata nilai dari beban gempa rencana.

Analisa pushover dilakukan dengan memberikan beban lateral pada pola tertentu sebagai simulasi beban gempa, dan harus diberikan bersama-sama dengan pengaruh kombinasi beban mati dan tidak kurang dari 25% dari beban hidup yang disyaratkan. Beban lateral harus diberikan pada pusat massa untuk setiap tingkat. FEMA 356 mensyaratkan minimal harus diberikan dua pola beban yang berbeda sebagai simulasi beban gempa yang bersifat random, sehingga dapat memberikan gambaran pola mana yang pengaruhnya paling jelek. Selanjutnya beban tersebut diberikan secara bertahap dalam satu arah (monotonik).

Kriteria evaluasi level kinerja kondisi bangunan didasarkan pada gaya dan deformasi yang terjadi ketika perpindahan titik kontrol sama dengan target

perpindahan δ_t . Jadi parameter target perpindahan sangat penting peranannya bagi perencanaan berbasis kinerja.

a) Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 356)

Metode ini dimulai dengan menetapkan waktu getar efektif, T_e , yang memperhitungkan kondisi inelastis bangunan. Waktu getar alami efektif mencerminkan kekakuan linear dari sistem SDOF ekuivalen. Jika diplot-kan pada spektrum respons elastis akan menunjukkan percepatan gerakan tanah pada saat gempa yaitu akselerasi puncak, S_a , versus waktu getar, T . Redaman yang digunakan selalu 5% yang mewakili level yang diharapkan terjadi pada struktur yang mempunyai respons pada daerah elastis. Puncak perpindahan *spectra* elastis, S_d , berhubungan langsung dengan akselerasi spektra, S_a , dengan hubungan berikut:

$$S_d = \frac{S_a}{4} \dots \dots \dots (13)$$

Selanjutnya target perpindahan pada titik kontrol δ_T , ditentukan dari rumus berikut :

$$\delta_T = \dots \dots \dots (14)$$

(₂)
Dimana:

T_e = waktu getar alami efektif yang memperhitungkan kondisi inelastis

C_0 = koefisien faktor bentuk, untuk merubah perpindahan spektral menjadi perpindahan atap, umumnya memakai faktor partisipasi ragam yang pertama (*first mode participation factor*) atau berdasarkan Tabel dari FEMA 356.

$C1$ = faktor modifikasi yang menghubungkan antara perpindahan inelastik maksimum dengan perpindahan yang dihitung dari respon elastik linier.

$$= 1.0 \text{ untuk } T_e \geq T_S$$

$$= [1.0 + (R - 1)T_S/T_e] / R \text{ untuk } T_e < T_S(4)$$

T_S = waktu getar karakteristik yang diperoleh dari kurva *respons spektrum* pada titik dimana terdapat transisi bagian akselerasi konstan ke bagian kecepatan konstan.

R = rasio “kuat elastik perlu” terhadap “koefisien kuat leleh terhitung”.

$$R = \frac{S_a}{S_{a1}}$$

$$= \frac{S_a}{S_{a1} / R}$$

S_a = akselerasi *respons spektrum* yang berkesesuaian dengan waktu getar alami efektif pada arah yang ditinjau.

V_y = gaya geser dasar pada saat leleh, dari idealisasi kurva *pushover* menjadi bilinear.

W = total beban mati dan beban hidup yang dapat direduksi.

C_m = faktor massa efektif yang diambil dari Tabel 3-1 dari FEMA 356.

$C2$ = koefisien untuk memperhitungkan efek “pinching” dari hubungan beban- deformasi akibat degradasi kekakuan dan kekuatan, berdasarkan Tabel 3-3

dari FEMA 356.

$C3$ = koefisien untuk memperhitungkan pembesaran lateral akibat adanya efek P-delta. Koefisien diperoleh secara empiris dari studi statistik analisa riwayat waktu non-linier dari SDOF dan diambil

berdasarkan pertimbangan *engineering judgement*, dimana perilaku hubungan gaya geser dasar – lendutan pada kondisi pasca leleh kekakuannya positif (kurva meningkat) maka $C_3 = 1$, sedangkan jika perilaku pasca lelehnya negatif (kurva menurun) maka

$$C_3 = 1.0 \frac{(\alpha_1)^{3/2}}{\dots\dots\dots} \quad (15)$$

α = rasio kekakuan pasca leleh terhadap kekakuan elastik efektif, dimana hubungan gaya lendutan diidealisasikan sebagai kurvabilinier (lihat waktu getar efektif).

G = percepatan gravitasi 9.81 m/det^2 .

b) Metode Spektrum Kapasitas (ATC 40)

Dalam Metode Spektrum Kapasitas, proses dimulai dengan menghasilkan kurva hubungan gaya perpindahan yang memperhitungkan kondisi inelastis struktur yang hasilnya diplot-kan dalam format ADRS (*acceleration displacement response spectrum*). Kurva kapasitas dengan modifikasi tertentu diubah menjadi spektrum kapasitas (*capacity spectrum*), sedangkan *respons spektrum* diubah dalam format *acceleration displacement response spectrum*, ADRS. Format ADRS adalah gabungan antara *acceleration dan displacement respons spektra* dimana absis merupakan *acceleration* (S_a) dan ordinat merupakan *displacement* (S_d) sedangkan periode, T , adalah garis miring dari pusat sumbu. Format tersebut adalah konversi sederhana dari kurva hubungan gaya geser dasar dengan perpindahan lateral titik kontrol dengan menggunakan properti dinamis sistem dan hasilnya disebut sebagai kurva kapasitas struktur.

Gerakan tanah gempa juga dikonversi ke format ADRS. Hal itu menyebabkan kurva kapasitas dapat di-plot-kan pada sumbu yang sama sebagai gaya gempa perlu. Pada format tersebut waktu getar ditunjukkan sebagai garis radial dari titik pusat sumbu.

Waktu getar ekuivalen, T_e , dianggap sebagai secant waktu getar tepat dimana gerakan tanah gempa perlu yang direduksi karena adanya efek redaman ekuivalen bertemu pada kurva kapasitas. Karena waktu getar ekuivalen dan redaman merupakan fungsi dari perpindahan maka penyelesaian untuk mendapatkan perpindahan inelastik maksimum (titik kinerja) adalah bersifat iteratif. ATC-40 menetapkan batas redaman ekuivalen untuk mengantisipasi adanya penurunan kekuatan dan kekakuan yang bersifat gradual. *Respons spektrum* dalam bentuk ADRS ini kemudian dimodifikasi dengan memasukkan pengaruh *effective damping* yang terjadi akibat terbentuknya sendi plastis. Spektrum ini dinamakan *demand spectrum*.

Metode spektrum kapasitas menyajikan secara grafis tiga buah grafik yaitu spektrum kapasitas (*capacity spectrum*), *respons spektrum* dan spektrum demand dalam format ADRS. Untuk mengetahui perilaku dari struktur yang ditinjau terhadap intensitas gempa yang diberikan, kurva kapasitas kemudian dibandingkan dengan tuntutan (*demand*) kinerja yang berupa *respons spektrum* berbagai intensitas (periode ulang) gempa. Target perpindahan diperoleh melalui titik perpotongan antara spektrum kapasitas dan dan spektrum demand. Metode ini secara khusus telah *built-*

in dalam program ETABS. proses konversi kurva *pushover* dan kurva respon spektrum yang direduksi dikerjakan otomatis dalam program.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, data pendukung yang diperoleh oleh penulis dilapangan antara lain: gambar arsitektur dan refrensi Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia pada situs puskim.pu.go.id dengan metode SNI (Standar Nasional Indonesia) 1726:2019.

Adapaun data-data teknis yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah:

- a) Lokasi Studi Kasus: Jl. Putri Hijau No.2A Kota Medan, Sumatera Utara
- b) Jenis Bangunan: Gedung/Struktur Beton bertulang
- c) Material bangunan : Beton Bertulang
- d) Fungsi Bangunan: Perkantoran
- e) Jumlah Lantai: 10 Lantai
- f) Tinggi Bangunan: 55,725 m
- g) Tinggi Lantai Tipikal: 4.2 m

3.2 Deskripsi Penelitian

Penulisan Skripsi ini membutuhkan teknik pengumpulan dan pengolahan data sebagai berikut agar proses penulisan laporan ini menjadi efektif dan efisien

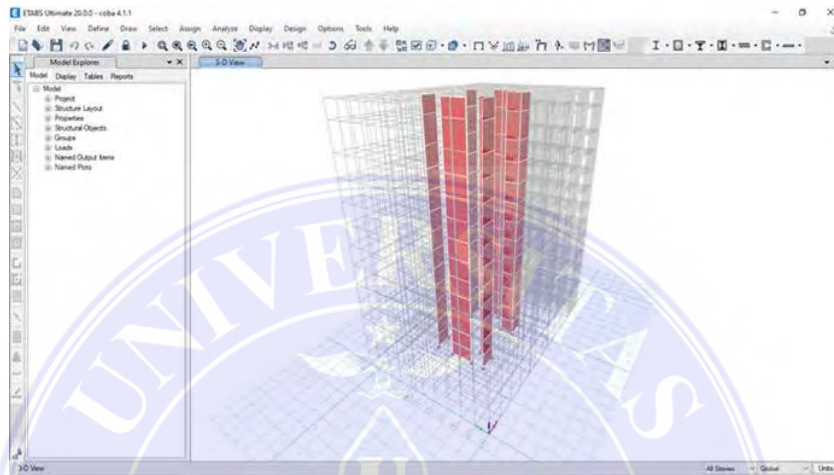
3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan antara lain:

1. Data sekunder, yakni metode pengumpulan data baik dari proyek (konsultan perencana/kontraktor) maupun dari jurnal serta buku yang

dapat menjadi rujukan guna mendukung kebutuhan akan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

2. Data primer, yakni metode pengumpulan data yang bersumber langsung dari lapangan serta didapat oleh peneliti secara eksklusif.



Gambar 15. Permodelan *Shear Wall* 3D (Dokumen penulis menggunakan *software* ERABS v.20)

Sebelum pemodelan, sebaiknya dilakukan pengumpulan data terlebih dahulu, agar data yang didapatkan lebih akurat. Penulis melakukan pengumpulan data secara primer, dimana penulis langsung kelapangan. Adapun pengumpulan data dan informasi bangunan gedung Menara Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan yang diperoleh penulis antara lain:

- a. Gambar denah proyek gedung Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan
- b. Gambar dimensi balok dan kolom proyek gedung Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan
- c. Kuat tekan beton (f_c') yang digunakan pada proyek gedung Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan.

- d. Kuat leleh tulangan (f_y) yang digunakan pada proyek gedung Bank Rakyat Indonesia (BRI) Medan.

Data gambar yang didapatkan, digunakan untuk pemodelan struktur gedung dan kemudian dianalisis menggunakan *software* ETABS V.20

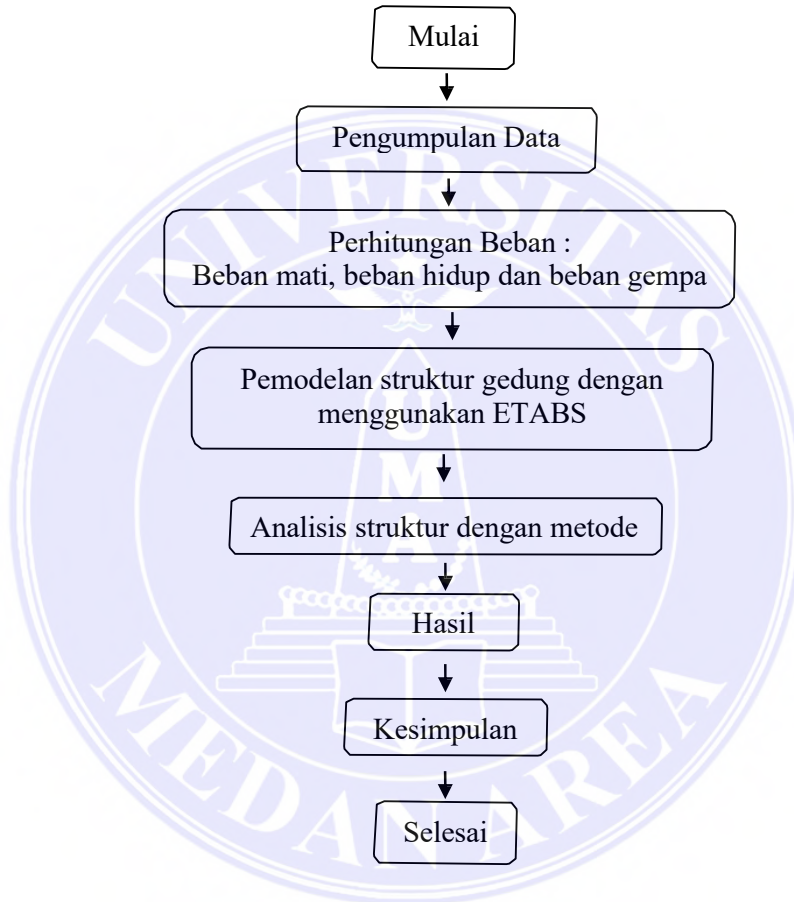
3.3 Analisis Data

Adapun tahapan analisis yang akan dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah:

1. Mengumpulkan data-data struktur
2. Pemodelan struktur gedung menggunakan program ETABS V.20
3. Perhitungan pembebanan struktur, yaitu:
 - Beban Hidup
 - Beban Mati
 - Beban Gempa
4. Analisis struktur dengan analisis Metode *pushover*
5. Menyimpulkan Hasil analisis

3.4 Kerangka Berpikir

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah: deskriptif kuantitatif, karena hasil penelitian yang digunakan berupa angka yang merupakan hasil analisis struktur gedung dengan menggunakan program ETBAS V.20.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil pembahasan pada bab 4 sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kekuatan dinding geser berpengaruh terhadap hasil kurva kapasitas struktur. Dari keseluruhan gedung yang dianalisis, struktur yang menggunakan dinding geser memiliki kurva yang paling tegak dibandingkan struktur gedung yang tidak menggunakan dinding geser. Sehingga penggunaan dinding geser sangat berguna untuk menyerap gaya lateral yang bekerja dan memberi kekakuan pada struktur gedung.
2. Simpangan atap pada gedung dengan dinding geser lebih kecil dibandingkan gedung tanpa dinding geser, Sehingga penempatan dinding geser pada pusat massa gedung mampu meningkatkan kekakuan struktur yang mana lebih besar dibandingkan penempatan dinding geser jauh dari pusat massa gedung untuk menahan gaya lateral yang terjadi.
3. Penggunaan dinding geser yang lebih optimum bila ditinjau dari kurva kapasitas dan simpangan atap saat kondisi titik kinerja tercapai adalah pada pusat gedung meningkatkan kapasitas Penempat Penempatan dinding geser pada pusat gedung struktur yang lebih besar dibandingkan dengan dinding geser jauh dari pusat gedung atau tanpa menggunakan struktur dinding geser. Semakin tinggi kekakuan yang dimiliki oleh struktur gedung maka simpangan yang terjadi akan semakin kecil.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka penulis mempunyai saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan analisis dinamik non-linier atau *time history analysis*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk denah gedung atau penempatan dinding geser yang tidak simetris.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode lain untuk mencari simpangan saat titik kinerja (*performance point*) tercapai misalnya metode koefisien perpindahan FEMA 356 atau metode koefisien perpindahan modifikasi FEMA 440 dll.
4. Penelitian lebih lanjut bisa menggunakan bantuan program selain ETABS dll,

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*”. SNI 2847-2019
- Badan Standarisasi Nasional “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*”. SNI 1726-2019
- Departemen Pekerjaan Umum. “*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*”
- Badan Standarisasi Nasional “*Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan*”
- Paulay, T., and Priestley M.J.N, “*Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*” John Wiley & Sons, INC. 1991
- Afandi, N.R. 2018. Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Menggunakan Program Sap 2000 (Studi Kasus : Gedung Rumah Sakit Di Surakarta). *Tugas Akhir*. (Dipublikasikan). Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Andalas, G. 2019. *Analisis Layout Shearwall Terhadap Perilaku Struktur Gedung*. JRSDD, Edisi September 2016, Vol. 1, No. 1. Universitas Lampung. Lampung.
- Applied Technology Council (ATC-40). 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1. Seismic Safety Commission. Redwood City, California, U.S.A.*
- Aribisma, F dkk. 2019. *Evaluasi Gedung MNC Tower Menggunakan SNI 03-1726 2019 dengan Metode Pushover Analysis*. Jurnal Teknik ITS Vol. 4, No. 1, ISSN: 2337-3539. Surabaya.

- Arifin, Z. 2018. Analisis Struktur Gedung POP Hotel Terhadap Beban Gempa SNI 03-1726-2012. *Tugas Akhir*.(Tidak Diterbitkan). Universitas Lampung. Lampung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. SKBI-1.3.53.1987. Jakarta.
- Dewobroto Wiryanto. 2020. Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan ETABS Edisi Baru. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Dewobroto, W. 2021. Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. *Civil Engineering National Conference : Sustainability Construction & Structural Engineering Based on Professionalism – Unika Soegijapranata*, Semarang.
- Nasution, M. (2020). Smart-Design Instalasi Digester Biogas Skala Komunal Pesantren High Temperature. *AGREGAT*, 5(2).
- Nasution, M. (2022). Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus (Pasir) Antara Sungai Tanjung Balai Dan Sungai Kisaran. *Jurnal Bidang Aplikasi Teknik Sipil dan Sains (BATAS)*, 1(2), 57-64.
- Satria, H., Mungkin, M., & Nasution, M. (2021). Perancangan Teknologi Wastafel Cuci Tangan Otomatis Berbasis Proximity Infrared Switch Sensor Dalam Mendukung Pembelajaran Blended Learning Pada Kondisi Covid-19.

- Wulandari, T. E., Dayana, I., & Satria, H. (2023). The Initial Process of Dam Construction is Seen from a Topographical Perspective (Benchmark Coordinates and Control Point Coordinates): Case study of DI Bajayu Kab Serdang Bedagai. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 11(2), 34-37.
- Wulandari, T. E. (2021). Prediksi Penurunan Konsolidasi Menggunakan Preloading dan Prefabricated Vertical Drain dengan Software Metode Elemen Hingga. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 5(2), 99-108.
- Wulandari, T. E. (2018). Perencanaan Kantong Lumpur pada Proyek Pembangunan Bendung Sei Padang DI Bajayu Kota Tebing Tinggi Sumatera Utara.
- Hasibuan, S., & Kurniati, D. (2020). Redesain Awana Condotel Menggunakan Metode Flat slab Berdasarkan SNI 2847-2013. *TEKNIK*, 41(1), 92-99.
- Hasibuan, S. (2020). Analisis Kinerja Seismik Rumah Pasangan Batu Bata. *PROSIDING SNITT POLTEKBA*, 4, 151-156.
- Dewi, S., Septarini, B., Prihandono, F. X., Herawati, F. A., & Hasibuan, S. (2021). REVITALISASI MUSEUM DOKTER YAP. *Jurnal Arsitektur KOMPOSISI*, 15(1), 27-34.
- Hasibuan, S. A. R. S., Kurniati, D., & Sari, M. P. (2021). Desain dan Analisis Flat Slab dengan Software Matlab. *Teknika*, 16(2), 88-96.
- Dayana, I., & Sari, M. P. (2023). Workshop Penulisan Buku Ajar Bagi Dosen Akademi Maritim Belawan Medan. *Center of Knowledge: Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 8-13.

Sari, M. P. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Polimer dari Lateks, Pasir dan Aspal dengan Polipropilena (PP) sebagai Perekat dengan Menggunakan Metode Hot Press (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

Sari, N. P. (2021). Analisis Kehilangan Gaya Prategang Girder Pada Jembatan Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).

Hermansyah, H. Penggunaan Link Slab untuk Perbaikan Jembatan Komposit. *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung*, 12(1), 1247-1257.

Hermansyah, H. (2019). KAJIAN KERUSAKAN PADA KONSTRUKSI BANGUNAN BASEMENT COOLING WATER PUMP (CWP) PLTU PEMBANGKITAN SUMATERA UTARA BAGIAN UTARA SEKTOR PEMBANGKITAN BELAWAN. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL*, 9(1), 13-21.