SKRIPSI

PENGARUH TATA LETAK *SHEAR WALL* PADA BANGUNAN TINGGI TERHADAP NILAI *DISPLACEMENT* AKIBAT BEBAN LATERAL

Disusun dan Diajukan Oleh :

NASRIL
D051191073

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2024

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Optimized using
Trial Version
www.pdfesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

"Pengaruh Tata Letak Shear wall Pada Bangunan Tinggi Terhadap Nilai Displacement Akibat Beban Lateral"

Disusun dan diajukan oleh

Nasril
D051191073

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 27 Agustus 2024

Menyetujui

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Ir. Imriyanti, ST.,MT	**Dr. Ir. Hartawan, MT.**
NIP. 19730208 200604 2 001	NIP. 19641231 199103 1 034

Mengetahui

Dr. Ir. H. Edward Syarif, ST.,MT.
NIP. 19690612 199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama	: NASRIL
NIM	: D051191073
Program Studi	: Arsitektur
Jenjang	: S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Pengaruh Tata Letak *Shear Wall* pada Bangunan Tinggi Terhadap Nilai *Displacement* Akibat Beban Lateral

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa. Agustus 2024

Yang Menyatakan,

NASRIL

Optimized using
trial version
www.balesio.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " PENGARUH TATA LETAK *SHEAR WALL* PADA BANGUNAN TINGGI TERHADAP NILAI *DISPLACEMENT* AKIBAT BEBAN LATERAL " ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Muhammad Basri dan Ibu Hasnah yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara moral maupun secara material serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Ibu Dr. Ir. Imriyanti, ST., MT.selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Ar. Dr. Ir. Hartawan, MT. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan serta saran selama proses penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Nasruddin, ST., MT. dan ibu Pratiwi Mushar, ST,. MT. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan pegawai Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu proses penyelesaian skripsi ini.
5. Anggota Lab. Struktur Konstruktsi dan Bahan Bangunan yang berjuang Bersama-sama selama berada di Lab. untuk menyelesaikan proses penulisan skripsi

ngkatan DIMENSI 2019 yang telah memberikan dukungan dan motivasi lama kuliah.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

7. Teman-teman BTP B-221, dan Uye – Uye yang memberi semangat dan memberi motivasi pada penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini serta pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi maupun bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua.

Gowa, Agustus 2024

Penulis

Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRAK

NASRIL. *PENGARUH TATA LETAK SHEAR WALL PADA BANGUNAN TINGGI TERHADAP NILAI DISPLACEMENT AKIBAT BEBAN LATERAL* (dibimbing oleh Imriyanti Dan Hartawan)

Secara geologis, Indonesia merupakan wilayah pertemuan tiga lempeng tektonik besar, Karena banyaknya pertemuan lempeng tektonik tersebut wilayah Indonesia termasuk dalam kawasan Cincin Api Pasifik, yang merupakan wilayah paling rawan terjadi gempa di muka Bumi. Gempa bumi tidak dapat diprediksi tempat dan waktu terjadinya, Baik gempa kecil maupun gempa besar pada kenyataannya peristiwa ini dapat membuat kerusakan serta korban jiwa. Semakin tinggi bangunan gedung, semakin rentan pula bangunan tersebut merespon beban lateral, terutama beban gempa, oleh sebab itu dibutuhkan sistem struktur khusus untuk menahan beban lateral pada bangunan gedung bertingkat, salah satunya ialah dengan dinding geser. Pada penelitian ini, beberapa tata letak shear wall dievaluasi untuk menentukan bagaimana variasi penempatannya mempengaruhi respon dinamis bangunan, terutama dalam hal *displacement*. Simulasi gempa yang dilakukan menggunakan metode *time analisis history* dengan bantuan *software* ETABS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tata letak shear wall memiliki pengaruh terhadap displacement bangunan, dari empat model shear wall yang diuji yaitu model A,B,C, dan D, model C terbukti sebagai model tata letak shear wall yang paling efektif dalam mengurangi displacement, dengan nilai rata-rata displacement sebesar 23,585 mm, atau 13,7% lebih baik dari variabel kontrol yang merupakan model tanpa shear wall.

Kata Kunci : Displacement, ETABS, Shear Wall, Time Analisis History, Gempa

Optimized using
trial version
www.balesio.com

ABSTRACT

NASRIL. *The Effect of Shear Wall Layout on High-Rise Building Displacement Due to Lateral Loads* (*supervised by* Imriyanti *and* Hartawan)

Geologically, Indonesia is located at the convergence of three major tectonic plates. Due to this significant plate interaction, Indonesia is part of the Pacific Ring of Fire, which is one of the most earthquake-prone regions on Earth. Earthquakes are unpredictabel in terms of when and where they will occur. Whether small or large, these events can cause damage and loss of life. The taller a building is, the more vulnerable it becomes to lateral forces, particularly those caused by earthquakes. Therefore, special structural systems are needed to resist lateral forces in high-rise buildings, one of which is the shear wall. In this study, various layouts of shear walls are evaluated to determine how their placement affects the dynamic response of a building, particularly in terms of displacement. The earthquake simulation was conducted using the time history analysis method with the help of ETABS software. The results of the study showed that the layout of shear walls significantly affects the building's displacement. Among the four shear wall models tested—models A, B, C, and D—model C was found to be the most effective in reducing displacement, with an average displacement of 23.585 mm, or 13.7% better than the control variable, which was the model without shear walls.

Keywords: Displacement, ETABS, Shear Wall, Time History Analysis, Earthquake

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i

PERNYATAAN KEASLIAN ii

KATA PENGANTAR iii

ABSTRAK v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL xiii

DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Ruang Lingkup Penelitian 3

1.5 Sistematika Penulisan 4

BAB II KAJIAN PUSTAKA 5

2.1 Bangunan Gedung 5

2.2 Apartemen 7

2.3 Sistem Struktur Bangunan 16

2.4 Beban pada Bangunan 19

2.5 Komponen Dasar Struktur 35

2.6 Dinding Geser (*Shear Wall*) 37

2.7 *Displacement* 38

ETABS (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*) 38

Penelitian Terdahulu 40

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.10 Kerangka Berpikir 42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 43

3.1 Jenis Metode Penelitian 43

3.2 Instrumen Penelitian 43

3.3 Lokasi Tinjauan Penelitian 43

3.4 Variabel Penelitian 44

3.5 Metode Pengujian Penelitian Dasar 47

3.6 Metode Pengujian Bangunan Inti 50

3.7 Pembebanan 52

3.8 Alur Penelitian 62

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 63

4.1 Hasil Penelitian Dasar 63

4.2 Hasil Penelitian Bangunan Inti 65

4.3 Hasil Analisis 171

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 174

5.1 Kesimpulan 174

5.2 Saran 175

DAFTAR PUSTAKA 176

LAMPIRAN 178

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Simplex Apartment 14
Gambar 2 Duplex Apartment 15
Gambar 3 Triplex Apartment 15
Gambar 4 Atap Bebas Berpuncak (pitched) 28
Gambar 5 Peta untuk parameter S_s 33
Gambar 6 Peta untuk parameter S_1 33
Gambar 7 Kerangka Berpikir 42
Gambar 8 Variabel kontrol 44
Gambar 9 Pembebanan Penelitian Dasar Model Kontrol 48
Gambar 10 Pembebanan Penelitian Dasar Model A 48
Gambar 11 Pembebanan Penelitian Dasar Model B 48
Gambar 12 Pembebanan Penelitian Dasar Model C 49
Gambar 13 Pembebanan Penelitian Dasar Model D 49
Gambar 14 Alur Penelitian 62
Gambar 15 Perbandingan Displacement Penelitian Dasar 64
Gambar 16 Bangunan Inti 65
Gambar 17 Grafik Displacement Beban Mati 68
Gambar 18 Grafik Displacement Beban Hidup 71
Gambar 19 Grafik Displacement Beban Angin X 74
Gambar 20 Grafik Displacement Beban Angin Y 77
Gambar 21 Grafik Displacement Total Beban Angin 80
Gambar 22 Grafik Displacement Beban Gempa Amami X 83
Gambar 23 Grafik Displacement Beban Gempa Amami Y 86
Gambar 24 Grafik Displacement Total Beban Gempa Amami Island 89
Gambar 25 Grafik Displacement Beban Gempa Bam X 92
Gambar 26 Grafik Displacement Beban Gempa Bam Y 95
Gambar 27 Grafik Displacement Total Beban Gempa Bam Iran 98
Gambar 28 Grafik Displacement Beban Gempa Chile X 101
29 Grafik Displacement Beban Gempa Chile Y 104
30 Grafik Displacement Total Beban Gempa Chile 107
31 Grafik Displacement Kombinasi 1 110

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Gambar 32 Grafik Displacement Kombinasi 2 113
Gambar 33 Grafik Displacement Kombinasi 3A 116
Gambar 34 Grafik Displacement Kombinasi 3Bx 119
Gambar 35 Grafik Displacement Kombinasi 3By 122
Gambar 36 Grafik Displacement Kombinasi 4x 125
Gambar 37 Grafik Displacement Kombinasi 4y 128
Gambar 38 Grafik Displacement Kombinasi 5 Amami X 131
Gambar 39 Grafik Displacement Kombinasi 5 Amami Y 134
Gambar 40 Grafik Displacement Kombinasi 5 Bam X 137
Gambar 41 Grafik Displacement Kombinasi 5 Bam Y 140
Gambar 42 Grafik Displacement Kombinasi 5 Chile X 143
Gambar 43 Grafik Displacement Kombinasi 5 Chile Y 146
Gambar 44 Grafik Displacement Kombinasi 6x 149
Gambar 45 Grafik Displacement Kombinasi 6y 152
Gambar 46 Grafik Displacement Kombinasi 7 Amami X 155
Gambar 47 Grafik Displacement Kombinasi 7 Amami Y 158
Gambar 48 Grafik Displacement Kombinasi 7 Bam X 161
Gambar 49 Grafik Displacement Kombinasi 7 Bam Y 164
Gambar 50 Grafik Displacement Kombinasi 7 Chile X 167
Gambar 51 Grafik Displacement Kombinasi 7 Chile Y 170

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Beban hidup minimum SNI 1727:2013 21
Tabel 2 Kategori Risiko Bangunan 22
Tabel 3 Faktor Arah Angin (K_d) 24
Tabel 4 Kategori Eksposur 25
Tabel 5 Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi}) 26
Tabel 6 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas (K_z dan K_h) 26
Tabel 7 Koefisien Tekanan Dinding (C_p) 27
Tabel 8 Koefisien Tekanan Neto (C_{NW} dan C_{NL}) Atap Bebas Berpuncak (pitched) . 28
Tabel 9 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung 30
Tabel 10 Faktor Keutamaan Gempa 32
Tabel 11 koefisien Situs pada perioda T=0,2 detik 34
Tabel 12 koefisien Situs pada perioda T=1 detik 34
Tabel 13 Klasifikasi Situs 35
Tabel 14 Variabel Bebas 45
Tabel 15 Karakteristik Beton dan Baja Tulangan 50
Tabel 16 Mutu Beton dan Baja Tulangan 51
Tabel 17 Faktor Reduksi Inersia 51
Tabel 18 Analisis ground motion Kota Makassar 53
Tabel 19 Data ground motion gempa yang akan digunakan 53
Tabel 20 Rata-rata Kecepatan Angin Makassar 2023 54
Tabel 21 Koefisien Eksposur untuk Bangunan Uji 55
Tabel 22 Tekanan Velositas Tiap Lantai Bangunan Uji 56
Tabel 23 Beban Angin Pada Tiap Lantai Bangunan Uji 58
Tabel 24 Kombinasi Pembebanan 60
Tabel 25 Displacement Penelitian Dasar 63
Tabel 26 Displacement Beban Mati 66
Tabel 27 Dicplacement Beban Hidup 69
Tabel 28 Nilai Displacement Beban Angin X 72
Displacement Beban Angin Y 75
Displacement Total beban angin 78
Displacement Beban Gempa Amami X 81

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Tabel 32 Displacement Beban Gempa Amami Y 84
Tabel 33 Displacement Total Beban Gempa Amami 87
Tabel 34 Displacement Beban Gempa Bam X 90
Tabel 35 Displacement Beban Gempa Bam Y 93
Tabel 36 Displacement Total Beban Gempa Bam Iran 96
Tabel 37 Displacement Beban Gempa Chile X 99
Tabel 38 Displacement Beban Gempa Chile Y 102
Tabel 39 Displacement Total Beban Gempa Chile 105
Tabel 40 Displacement Kombinasi 1 108
Tabel 41 Displacement Kombinasi 2 111
Tabel 42 Displacement Kombinasi 3A 114
Tabel 43 Displacement Kombinasi 3Bx 117
Tabel 44 Displacement Kombinasi 3By 120
Tabel 45 Displacement Kombinasi 4x 123
Tabel 46 Displacement Kombinasi 4y 126
Tabel 47 Displacement Kombinasi 5 Amami X 129
Tabel 48 Displacement Kombinasi 5 Amami Y 132
Tabel 49 Displacement Kombinasi 5 Bam X 135
Tabel 50 Displacement Kombinasi 5 Bam Y 138
Tabel 51 Displacement Kombinasi 5 Chile X 141
Tabel 52 Displacement Kombinasi 5 Chile Y 144
Tabel 53 Displacement Kombinasi 6x 147
Tabel 54 Displacement Kombinasi 6y 150
Tabel 55 Displacement Kombinasi 7 Amami X 153
Tabel 56 Displacement Kombinasi 7 Amami Y 156
Tabel 57 Displacement Kombinasi 7 Bam X 159
Tabel 58 Displacement Kombinasi 7 Bam Y 162
Tabel 59 Displacement Kombinasi 7 Chile X 165
Tabel 60 Displacement Kombinasi 7 Chile Y 168
Tabel 61 Analisis Displacement Beban Angin 171
Analisis Displacement Beban Gempa 171
Nilai Rata-rata Displacement 172

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

R	= beban air hujan pada atap (kN/m^2)
ds	= kedalaman air pada atap (mm)
dh	= tambahan kedalaman air pada atap (mm)
q_h	= tekanan velositas (N/m^2)
K_d	= faktor pengarah angin
K_z	= koefisien eksposur tekanan velositas
K_{zt}	= faktor topografi
V	= kecepatan angin dasar (m/s)
p	= tekanan angin (N/m^2)
GC_p	= koefisien tekanan eksternal
GC_{pi}	= koefisien tekanan internal
ρ	= Massa Jenis
E	= Modulus Elastisitas
U	= *Rasio Poisson*
A	= Koefisien Permuaian Termal
G	= Modulus Geser
P_{desak}	= beban angin pada dinding yang sejajar arah angin (N/m^2)
P_{hisap}	= beban angin pada dinding yang tegak lurus terhadap arah angin, dinding samping, dan atap (N/m^2)
q_h	= tekanan velositas (N/m^2)
	= faktor efek tiupan angin
	= koefisien tekanan eksternal

Optimized using
trial version
www.balesio.com

SNI = Standar Nasional Indonesia

Mpa = Megapascal, yang merupakan satuan pengukuran kekuatan tekan beton.

ETABS = *Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems*

SA = Batuan Keras

SB = Batuan

SC = Tanah Keras, sangat padat dan batuan lunak

SD = Tanah Sedang

SE = Tanah Lempung Halus

I_e = Faktor Keutamaan Gempa

m/s = Satuan kecepatan angin dalam meter/detik

Wx = Beban angin arah X

Wy = Beban angin arah Y

BIM = *Building Information Modeling*

Optimized using
trial version
www.balesio.com

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Material Properties Beton 178
Lampiran 2 Material Properties BjTS 420 179
Lampiran 3 Material Properties Kolom 180
Lampiran 4 Material Properties Balok 180
Lampiran 5 Material Properties Plat lantai 181
Lampiran 6 Material Properties Shear Wall 181
Lampiran 7 Beban Angin 182
Lampiran 8 Fungsi Time Historic Gempa Amami Island arah X 182
Lampiran 9 Fungsi Time Historic Gempa Amami Island Arah Y 183
Lampiran 10 Fungsi Time Historic Gempa Bam Iran arah X 183
Lampiran 11 Fungsi Time Historic Gempa Bam Iran Arah Y 184
Lampiran 12 Fungsi Time Historic Gempa Chile Arah X 184
Lampiran 13 Fungsi Time Historic Gempa Chile Arah Y 185

Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan salah satu fenomena alam yang ada di bumi. Cukup sering terjadi, bahkan hampir setiap tahun terjadi gempa dengan skala yang berbeda. Sebagian besar gempa bumi disebabkan oleh pelepasan energi dari tekanan yang disebabkan oleh pergerakan lempeng. Semakin lama tekanan menumpuk, akhirnya mencapai titik di mana tekanan tersebut tidak bisa lagi ditahan oleh pinggiran lempengan, dan saat itulah seketika gempa bumi bisa terjadi. Beberapa gempa Bumi lain juga dapat terjadi karena pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa Bumi seperti itu dapat menjadi gejala akan terjadinya letusan gunung berapi.

Secara geologis, Indonesia merupakan wilayah pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo- Australia, lempeng Eurasia, serta lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bertumbukan dengan lempeng Eurasia di tepi laut Sumatra, Jawa, serta Nusa Tenggara. Lempeng Pasifik bertumbukan dengan lempeng Eurasia di utara Papua serta Maluku. Selain tiga lempeng besar tersebut di bagian utara Indonesia terdapat juga lempeng tektonik kecil yaitu, lempeng Filipina (Wulandari, 2017) Karena banyaknya pertemuan lempeng tektonik tersebut wilayah Indonesia termasuk dalam kawasan Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire)*, yang merupakan wilayah paling rawan terjadi gempa di muka Bumi (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017), berdasarkan *United States Geological Survey* (USGS) 9 dari 10 gempa terbesar yang terekam dalam sejarah terjadi di Kawasan Cincin api pasifik ini , termasuk gempa bumi Valdivia di Chile yang merupakan gempa terbesar yang pernah tercatat dalam sejarah dengan kekuatan 9,5 SR.

Gempa bumi tidak dapat diprediksi tempat dan waktu terjadinya ɔalagi untuk mencegahnya, seperti yang dijelaskan paragraf sebelumnya ɪdonesia mempunyai kondisi tektonik yang memungkinkan terjadinya ɛmpa bumi. Hal ini terjadi karena Indonesia merupakan pertemuan dari

Optimized using
trial version
www.balesio.com

empat plat tektonik dunia yaitu plat Filipina, plat Pasifik, plat Australia dan plat Eurasia (Widodo, 2001). Baik gempa kecil maupun gempa besar pada kenyataannya peristiwa ini dapat membuat kerusakan serta korban jiwa. Hal yang bisa dilakukan dalam menghadapi gempa bumi adalah bagaimana kita meminimalisir efek pasca gempa bumi ini, hal yang berbahaya dari gempa ini bukan hanya getaran yang dirasakan saat gempa terjadi tetapi keruntuhan bangunan-bangunan akibat getaran gempa, apalagi di era pembangunan sekarang telah banyak dibangun Gedung-gedung tinggi untuk memenuhi kebutuhan manusia seiring lahan pembangunan yang semakin sedikit. Semakin penting suatu bangunan maka semakin lama bangunan itu wajib bertahan, sehingga semakin besar gaya gempa yang wajib diperhitungkan terhadap bangunan tersebut. Agar bangunan senantiasa bertahan pada gempa yang lebih besar, maka bangunan wajib memiliki daktilitas yang baik.

Berpijak terhadap uraian tersebut maka perencanaan gedung yang memperhitungkan akibat gempa bumi akan sangat diperlukan guna mengurangi akibat kerugian material maupun keselamatan jiwa para penggunanya. Semakin tinggi bangunan gedung, semakin rentan pula bangunan tersebut merespon beban lateral, terutama beban gempa. Oleh sebab itu dibutuhkan sistem struktur khusus untuk menahan beban lateral pada bangunan gedung bertingkat, salah satunya ialah dengan dinding geser (*shear wall*).

Dinding geser ini sangat berpengaruh dalam menahan beban lateral yang diterima suatu Gedung yang salah satunya adalah beban gempa, karena sebagian besar beban gempa pada bangunan bertingkat akan terserap oleh dinding geser. Posisi penempatan dan bentuk dinding geser juga sangat mempengaruhi terhadap sikap Gedung bertingkat dalam merespon beban gempa. Ketika dinding geser ditempatkan pada lokasi- lokasi tertentu dengan bentuk tertentu yang sesuai dan strategis, dinding tersebut dapat gunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal ıng diperlukan, oleh karenanya sangat penting untuk menentukan letak ın bentuk dinding geser yang efisien, efektif, dan ideal. Pada penelitian ini

Optimized using
trial version
www.balesio.com

akan mencari dan menganalisa pengaruh letak dan bentuk dinding geser terhadap besar *displacement* Gedung apartemen 40 lantai akibat beban lateral. Dengan menemukan letak dan bentuk dinding geser yang tepat maka penggunaanya dapat dipakai secara maksimal ditinjau dari aspek ekonomis, dan juga keamanan pada saat terjadi gempa, bahkan efisiensi dan fleksibilitas ruang apartemen yang bisa tercipta dari variasi bentuk penampang dinding geser tersbut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penilitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh tata letak dinding geser terhadap besar *displacement* Gedung apartemen akibat beban lateral?
2. Bagaimana pola tata letak dinding geser yang efektif dalam menerima beban lateral pada Gedung apartemen?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, berikut tujuan penelitian ini adalah

1. Menunjukkan pengaruh tata letak dinding geser terhadap besar *displacement* Gedung apartemen akibat beban lateral.
2. Menentukan pola tata letak dinding geser yang efektif dalam menerima beban lateral pada Gedung apartemen.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

1. Struktur bangunan yang digunakan adalah struktur beton bertulang.
2. Sistem struktur yang direncanakan yaitu: *Dual System*
3. Model Gedung yang akan ditinjau adalah Gedung apartemen dengan model denah persegi 40 lantai.
4. Dalam penelitian ini, akan dibahas bagaimana perbedaan penerimaan beban lateral pada bangunan dengan beberapa tata letak *shear wall.*
5. Peraturan Gempa yang ditinjau adalah peraturan SNI 03 1726 2012, Struktur Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung

Optimized using
trial version
www.balesio.com

6. Peraturan Pembebanan yang digunakan adalah peraturan SNI 03 1727 2013, beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain.
7. Peraturan Beton yang digunakan adalah peraturan SNI 03 2847 2019, Tata cara perhitungan beton untuk bangunan gedung.
8. Hanya menghitung struktur utama
9. Tidak menghitung pondasi.
10. Tidak menghitung sambungan
11. Analisis struktur ditinjau dalam 3 dimensi menggunakan bantuan software ETABS

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I : Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, Batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka, berisi uraian mengenai bangunan gedung, apartemen, jenis pembebanan, elemen struktur dan penjelasan mengenai *shearwall.*

BAB III : Metodologi Penelitian, berisi uraian mengenai jenis penelitian, instrumen penelitian, variabel penelitian, objek penelitian, tahapan pemodelan struktur, pembebanan struktur, tahap analisis dan alur penelitian.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan, Pada bab ini berisi hasil dari penelitian, baik penelitian inti maupun penelitian dasar.

BAB V : Penutup, Pada bab ini ditarik Kesimpulan dan memberikan saran untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Gedung

Pengertian bangunan gedung menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagaian atau seluruhnya berada diatas dan/atau didalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus.

2.1.1 Klasifikasi Bangunan Gedung

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 diklasifikasikan sesuai dengan jenis peruntukan atau penggunaan bangunan gedung, klasifikasi bangunan adalah sebagai berikut :

a. Kelas 1, Bangunan gedung hunian biasa.

   Satu atau lebih bangunan gedung yang merupakan:

   1) Kelas 1a, bangunan gedung hunian tunggal yang berupa:
      a) Satu rumah tinggal; atau
      b) Satu atau lebih bangunan gedung gandeng, yang masingmasing bangunan gedungnya dipisahkan dengan suatu dinding tahan api, termasuk rumah deret, rumah taman, unit town house, villa; atau
   2) Kelas 1b, rumah asrama/kost, rumah tamu, hotel atau sejenisnya dengan luas total lantai kurang dari 300 m 2 dan tidak ditinggali lebih dari 12 orang secara tetap, dan tidak terletak di atas atau di bawah bangunan gedung hunian lain atau banguan kelas lain selain tempat garasi pribadi.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

b. Kelas 2 : Bangunan gedung hunian, terdiri atas 2 atau lebih unit hunian yang masing-masing merupakan tempat tinggal terpisah.
c. Kelas 3 : Bangunan gedung hunian di luar bangunan gedung kelas 1 atau kelas 2, yang umum digunakan sebagai tempat tinggal lama atau sementara oleh sejumlah orang yang tidak berhubungan, termasuk:
    1) Rumah asrama, rumah tamu (guest house), losmen; atau
    2) Bagian untuk tempat tinggal dari suatu hotel atau motel; atau
    3) Bagian untuk tempat tinggal dari suatu sekolah; atau
    4) Panti untuk lanjut usia, cacat atau anak -anak; atau
    5) Bagian untuk tempat tinggal dari suatu bangunan gedung perawatan kesehatan yang menampung karyawan-karyawannya.
d. Kelas 4 : Bangunan gedung hunian campuran.

    Tempat tinggal yang berada di dalam suatu bangunan gedung kelas 5, 6, 7, 8 atau 9 dan merupakan tempat tinggal yang ada dalam bangunan gedung tersebut.
e. Kelas 5 : Bangunan gedung kantor.

    Bangunan gedung yang dipergunakan untuk tujuan-tujuan usaha profesional, pengurusan administrasi, atau usaha komersial, di luar bangunan gedung kelas 6, 7, 8 atau 9.
f. Kelas 6 : Bangunan gedung perdagangan.

    Bangunan gedung toko atau bangunan gedung lain yang dipergunakan untuk tempat penjualan barang-barang secara eceran atau pelayanan kebutuhan langsung kepada masyarakat, termasuk:
    1) Ruang makan, kafe, restoran; atau
    2) Ruang makan malam, bar, toko atau kios sebagai bagian dari suatu hotel atau motel; atau
    3) Tempat potong rambut/salon, tempat cuci umum; atau
    4) Pasar, ruang penjualan, ruang pamer, atau bengkel.
g. Kelas 7 : Bangunan gedung penyimpanan / Gudang.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Bangunan gedung yang dipergunakan untuk penyimpanan, termasuk:

1) Tempat parkir umum; atau
2) Gudang, atau tempat pamer barang-barang produksi untuk dijual atau cuci gudang.

h. Kelas 8 : Bangunan gedung Laboratorium/Industri/Pabrik.

Bangunan gedung laboratorium dan bangunan gedung yang dipergunakan untuk tempat pemrosesan suatu produk, perakitan, perubahan, perbaikan, pengepakan, finishing, atau pembersihan barang - barang produksi dalam rangka perdagangan atau penjualan.

i. Kelas 9 : Bangunan gedung Umum.

Bangunan gedung yang dipergunakan untuk melayani kebutuhan masyarakat umum, yaitu:

1) Kelas 9a : bangunan gedung perawatan kesehatan, termasuk bagian - bagian dari bangunan gedung tersebut yang berupa laboratorium.
2) Kelas 9b : bangunan gedung pertemuan, termasuk bengkel kerja, laboratorium atau sejenisnya di sekolah dasar atau sekolah lanjutan, hall, bangunan gedung peribadatan, bangunan gedung budaya atau sejenis, tetapi tidak termasuk setiap bagian dari bangunan gedung yang merupakan kelas lain.

j. Kelas 10 : Bangunan gedung atau struktur yang bukan hunian.

1) Kelas 10a : bangunan gedung bukan hunian yang merupakan garasi pribadi, carport, atau sejenisnya
2) Kelas 10b : struktur yang berupa pagar, tonggak, antena, dinding penyangga atau dinding yang berdiri bebas, kolam renang, atau sejenisnya.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

partemen

2.1 Pengertian Apartemen

erikut beberapa versi pengertian apartemen :

a. Menurut KBBI, apartemen adalah tempat tinggal (terdiri atas kamar duduk, kamar tidur, kamar mandi, dapur, dan sebagainya) yang berada pada satu lantai bangunan bertingkat yang besar dan mewah, dilengkapi dengan berbagai fasilitas (kolam renang, pusat kebugaran, toko, dan sebagainya);
b. Gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan, terbagi atas bagian-bagianyang distrukturkan secara fungsional dalam arah vertikal dan horizontal dan merupakan satuansatuan yang dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah, yang dilengkapi dengan bagian bersama, tanah bersama dan benda bersama (pasal 1 UURS no.16 tahun 1985).
c. Apartemen adalah bangunan yang memuat beberapa grup hunian, yang berupa rumah flat atau rumah petak bertingkat yang diwujudkan untuk mengatasi masalah perumahan akibat kepadatan tingkat hunian dan keterbatasan lahan dengan harga yang terjangkau di perkotaan. (Endy Marlina, 2008)
d. Menurut (De Chiara, 1986) apartemen merupakan unit hunian yang berisi beberapa ruangan seperti kamar tidur, kamar mandi, ruang tamu, dapur, ruang santai, yang terbagi dalam beberapa unit hunian tempat tinggal.

2.2.2 Klasifikasi Apartemen

a. Apartemen Berdasarkan Sistem Kepemilikan

Klasifikasi apartemen berdasarkan pada system kepemilikan (Chiara,1986) yaitu:

1) Apartemen sewa merupakan apartemen yang dimiliki oleh perorangan atau suatu badan usaha bersama yang membangun dan membiayai operasi serta perawatan bangunan, kemudian penghuni membayar uang sewa dengan harga dan jangka waktu tertentu.
2) Apartemen yang dimiliki oleh perorangan atau suatu badan usaha bersama dengan unit-unit apartemen yang dijual

Optimized using
trial version
www.balesio.com

kepada masyarakat dengan harga dan jangka waktu tertentu. Kepemilikannya lagi dapat dibedakan lagi sebagai berikut :

1. Apartemen milik bersama (cooperative)

   Apartemen yang dimiliki bersama oleh penghuni yang ada. Tanggung jawab pengembangan gedung menjadi tanggung jawab semua penghuni yang ditangani oleh koperasi. Penghuni memiliki saham sesuai dengan unit yang ditempatinya. Bila penghuni pindah, ia dapat menjual sahamnya kepada koperasi atau calon penghuni baru dengan persetujuan koperasi. Biaya operasional dan pemeliharaan ditanggung oleh koperasi.

2. Apartemen milik perseorangan (condominium)

   Apartemen yang unit-unit huniannya dapat dibeli dan dimiliki oleh penghuni. Penghuni wajib membayar pelayanan apartemen yang mereka gunakan kepada pihak pengelola.

b. Apartemen Berdasarkan Ketinggian Bangunan

Ada beberapa macam apartemen berdasarkan ketinggian bangunan (Paul Samuel, 1967 : 44-47) :

1) Apartemen *Low-rise*

Apartemen ini biasanya memiliki ketinggian antara 2-4 lantai. Jenis Apartemen ini dapat terbagi lagi menjadi beberapa tipe, yaitu sebagai berikut:

a) *Garden Apartement*, memiliki ciri-ciri:

- Ketinggian bangunan antara 2-3 lantai
- Tiap unit hunian memiliki teras dan balkon tersendiri
- Umumnya terdapat pada daerah pinggiran kota dengan kepadatan penduduk rendah (maksimal 30 keluarga per hektar)
- Memiliki banyak ruang terbuka hijau dan tempat parkir yang dekat dengan bangunan

Optimized using
trial version
www.balesio.com

- Antara massa bangunan satu dengan bangunan lain terdapat ruang terbuka pemisah yang cukup luas

b) *Row House, townhouse,* atau *maisonette,* memiliki ciri-ciri
   - Ketinggian bangunan antara 1-2 lantai
   - Antara massa bangunan satu dengan bangunan lainnya saling berdempetan atau bahkan saling berbagi dinding pembatas yang sama
   - Ruang terbuka yang ada hanya berupa halaman depan dan halaman belakang yang sempit pada setiap massa bangunan
   - Umumnya dibangun pada daerah dengan kepadatan sedang (antara 35-50 unit per hektar)

2) Apartemen *Mid-rise*

   Ciri-ciri utama apartemen tipe *Mid-rise* ini yaitu memiliki ketinggian antara 4-8 lantai.

3) Apartemen *High-rise*

   Apartemen tipe ini *High-rise* ini memiliki ketinggian di atas 8 (delapan) lantai. Umumnya apartemen ini merupakan apartemen untuk golongan menengah ke atas karena biasanya dibangun di daerah yang memiliki keterbatasan lahan dan harga lahan yang mahal, serta biaya konstruksi bangunannya pun juga cukup mahal. Lokasi apartemen ini seringkali ditemukan di daerah perkotaan dan cukup dekat dengan pusat bisnis. Pada dasarnya para pembeli/penyewa apartemen ini bertujuan mendapatkan pemandangan lingkungan sekitar tanpa terhalang bangunan lain.

c. Apartemen Berdasarkan Tipe Pengelolaannya

   Berdasarkan tipe pengelolaannya, terdapat tiga jenis apartemen (Akmal, 2007), yaitu:

1) *Serviced* Apartemen

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Apartemen yang dikelola secara menyeluruh oleh manajemen tertentu, biasanya menyerupai cara pengelolaan sebuah hotel, yaitu penghuni mendapatkan pelayanan ala hotel bintang lima, misalnya unit berperabotan lengkap, *housekeeping*, layanan kamar, *laundry*, *business centre*.

2) Apartemen Perseorangan *(Condominium)*

Apartemen ini biasanya apartemen yang mewah. Apartemen tersebut dapat dimiliki menjadi milik perseorangan. Biaya perawatan dan pelayanan dibayarkan kepada pengelola apartemen.

3) Apartemen Milik Bersama *(Cooperative)*

Tipe apartemen ini biasanya dimiliki oleh semua penghuni yang ada di dalam apartemen tersebut. Sehingga mulai dari perawatan, tanggung jawab dan pelayanan semua menjadi tanggung jawab dari penghuni yang tinggal di dalam apartemen tersebut.

d. Apartemen Berdasarkan Sirkulasi Horisontal

Sirkulasi horisontal pada apartemen yaitu berupa koridor. Berdasarkan sirkulasi horisontalnya, apartemen dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1) *Single-loaded corridor apartment*

a) *Open corridor apartment*

Koridor tipe ini bersifat terbuka dengan pembatas terhadap ruang luar berupa dinding atau railing yang ketinggiannya tidak lebih dari 1-1,5 meter.

b) *Closed corridor apartment*

Koridor bersifat tertutup oleh dinding, kadang memiliki bukaan berupa jendela ataupun jalusi, atau bahkan tidak memiliki bukaan sama sekali.

2) *Double-loaded corridor apartment*

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Koridor tipe ini dikelilingi oleh unit-unit hunian sehinhha seringkali terletak di tengah-tengah bangunan (*central corridor*)

e. Apartemen Berdasarkan Sirkulasi Vertikal

Berdasarkan sirkulasi vertikal, apartemen ini dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu (Lynch, 1984 : 280-281) :

1) *Walk-up Apartment*

Apartemen tipe ini memiliki sistem vertikal utama berupa tangga. Ketinggian bangunan apartemen ini maksimal hanya empat lantai. Apartemen ini dirancang dengan koridor seminimal mungkin. Kebanyakan unit hunian terletak dekat dengan tangga sirkulasi. Apartemen jenis ini dapat dibagi lagi menjadi dua berdasarkan letak tangga sirkulasinya, yaitu:

a) *Core-type walk up apartment*

Tangga sirkulasi (stair core) pada apartemen tipe ini dikelilingi oleh unit-unit hunian. Berdasarkan jumlah unit hunian yang mengelilinginya, apartemen ini dapat terbagi lagi menjadi tiga tipe, yaitu:

- *Duplex*

  tangga sirkulasi pada apartemen ini dikelilingi dua unit hunian
- *Triplex*

  tangga sirkulasi pada apartemen ini dikelilingi tiga unit hunian
- *Quadruplex*

  tangga sirkulasi pada apartemen ini dikelilingi empat unit hunian

b) *Corridor-type walk up apartment*

Tangga sirkulasi (*stair core*) pada apartemen tipe ini terletak di ujung koridor. Dengan menggunakan sirkulasi

Optimized using
trial version
www.balesio.com

tipe ini maka dapat memperbanyak jumlah unit pada satu lantai.

2) *Elevator Apartment*

Apartemen tipe ini memiliki sistem vertikal utama berupa *lift* dan memiliki sirkulasi vertikal sekunder barupa tangga, yang biasanya juga merupakan tangga darurat. Pada umumnya apartemen ini dilengkapi dengan *lobby* atau ruang tunggu *lift*. Ketinggian bangunan apartemen ini biasanya lebih dari enam lantai. Ada dua macam sistem *lift* yang dapat digunakan pada apartemen tipe ini, yaitu:

a) Lift yang digunakan dapat berhenti di setiap lantai bangunan

b) Lift yang digunakan hanya dapat berhenti di lantai-lantai tertentu pada bangunan (*Skip-floor elevator system*). Pada umumnya sistem ini digunakan pada apartemen dengan sistem penyusunan lantai tipe *Duplex*. Sistem ini memiliki kelebihan, antara lain, dapat mengurangi koridor publik dan memperluas ukuran unit pada hunian yang tidak disediakan sirkulasi lift. Ada pula kelemahannya, yaitu perlu disediakan tangga tambahan pada setiap unit hunian.

f. Apartemen Berdasarkan Sistem Penyusunan Lantai

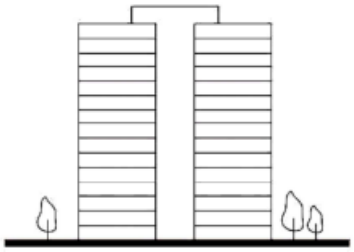
Berdasarkan sistem penyusunan lantai, apartemen tipe ini dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu (Chiara, Time Saver Standards for Building Types, 2008) :

1) *Simplex Apartment*

Pada apartemen tipe ini, satu unit hunian terdiri dari satu lantai saja. Kelebihan tipe apartemen *Simplex* ini yaitu jumlah unit yang dapat terbangun dapat dimaksimalkan pada satu bangunan apartemen, sehingga apartemen tipe ini banyak dijumpai di daerah perkotaan yang memiliki kepadatan tinggi dengan permintaan hunian yang tinggi pula.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Tipe apartemen *Simplex* ini juga memiliki kelemahan, yaitu banyak ruang yang terbuang untuk sirkulasi koridor.



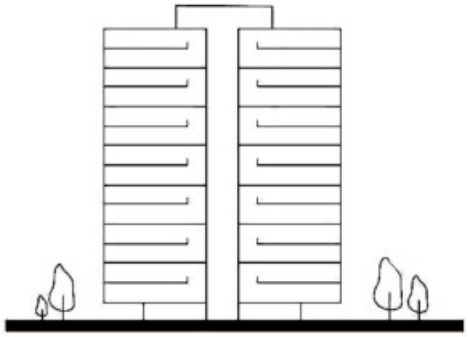
Gambar 1 Simplex *Apartment*

Sumber : Joseph De Chiara, Julius Panero, Martin Zelnik. Time Saver Standards for Housing and Residential Development 2nd Edition,p.73.1995

2) *Duplex Apartment*

Pada apartemen tipe *Duplex,* setiap unit hunian terdiri dari dua lantai, sehingga ruang-ruang dalam unit hunian akan terbagi pada dua lantai. Pada lantai satu pada umumnya terdiri dari ruang public atau ruang aktivitas Bersama seperti ruang tamu, ruang keluarga, ruang makan, dan dapur. Sedangkan di lantai kedua umumnya merupakan ruang-ruang privat atau ruang aktivitas pribadi seperti ruang tidur, ruang kerja, ruang belajar, dan kamar mandi. Tipe apartemen Duplex ini biasanya dirancang untuk kalangan menengah ke atas. Kelebihan apartemen tipe ini yaitu dapat menghemat ruang sirkulasi (*corridor)* apabila sistem lift yang digunakan tidak berhenti pada setiap lantai, dan juga dapat memberikan kesan ruang yang luas bagi penghuni, serta menambah tingkat keamanan dan kenyamanan pada ruang-ruang privat. Kelemahan tipe apartemen ini, yaitu pada sistem sirkulasi vertical, tiap unit hunian harus disediakan tangga yang dirasa tidak memberi kenyamanan bagi penghuni lanjut usia dan balita.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

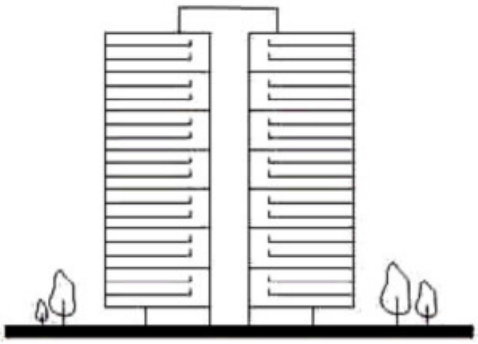


Gambar 2 Duplex *Apartment*

Sumber : Joseph De Chiara, Julius Panero, Martin Zelnik. Time Saver Standards for Housing and Residential Development 2nd Edition,p.73.1995

3) *Triplex Apartment*

Tipe apartemen *Triplex* ini hamper sama dengan apartemen tipe *Duplex*. Perbedaannya hanya pada jumlah lantai yang ada dalam satu unit hunian. Pada apartemen tipe *Triplex* ini satu unit hunian terdiri dari tiga lantai. Pembagian ruang pada tiap lantainya pun hamper sama dengan pembagian ruang pada apartemen tipe *Duplex*, hanya saja terdapat tambahan ruang servis seperti Gudang, *foyer*, ruang pembantu, ruang cuci, dan ruang servis lainnya yang biasanya diletakkan pada lantai pertama dalam unit hunian. Tipe apartemen ini pada umumnya dirancang untuk penghuni golongan atas dan berkarakteristik sangat mewah.



Gambar 3 Triplex *Apartment*

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Sumber : Joseph De Chiara, Julius Panero, Martin Zelnik. Time Saver Standards for Housing and Residential Development 2nd Edition,p.73.1995

2.3 Sistem Struktur Bangunan

Posisi Indonesia terletak di daerah pertemuan lempeng tektonik yang aktif dan bergerak diantara tiga lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng CircumPacific. Dalam kasus Indonesia, lempeng-lempeng ini akan bergerak saling bertumbukan dan bergesekan yang mengakibatkan energi potensial seiring dengan regangan dan geseran tersebut. Fenomena gejala ini akan menghasilkan suatu getaran atau gerakan dalam tanah yang biasa disebut sebagai gempa (Zuhri, 2011).

Hal ini berakibat pada falsafah disain yang digunakan di Indonesia, akibat gempa kecil atau sedang, struktur bangunan dijamin tidak rusak, sedangkan gempa kuat yang jarang terjadi, struktur harus dijamin tidak roboh, walau diijinkan mengalami kerusakan yang direncanakan. Perlu dilakukan pendekatan struktur konstruksi yang mengantisipasi kinerja atau kerusakan struktur bangunan sesuai tingkat intensitas gempa yang dikenal sebagai konsep “disain berbasis kinerja” (Performance Based Seismic Design).

2.3.1 Fungsi Struktur dalam Arsitektur

Hubungan struktur konstruksi dengan arsitektur dibedakan menjadi 2 (dua) yakni (Zuhri, 2011) :

a. Sebagai elemen untuk mewujudkan rancangan dan hanya berfungsi sebagai elemen untuk meneruskan beban;
b. Sebagai struktur yang ter-integrasi dengan fungsi dan bentuk.

Sebagai elemen rancangan, elemen struktur berfungsi mempertegas dan emperkuat keberadaan ruang, dimana aktifitas berlangsung, sedang emen struktur sebagai elemen untuk meneruskan beban adalah untuk

Optimized using
trial version
www.balesio.com

mempertegas kekuatan dan kekokohan bangunan untuk mendukung eksistensi bangunan.

Dalam proses perancangan ada beberapa tahapan yang perlu diperhatikan untuk membentuk arsitektur, yakni (Zuhri, 2011) :

a. Perlu wawasan dan pemahaman terhadap keterkaitan yang erat antara struktur dan arsitektur;
b. Juga pemahaman terhadap prilaku struktur, stabilitasnya dan metode konstruksi yang dilakukan;
c. Melakukan pemodelan pada struktur untuk melihat kemungkinankemungkinan prilaku struktur sesuai metode-metode struktur yang dipakai;
d. Pengenalan terhadap material, struktur dan metode konstruksi yang benar untuk mendapatkan properti material secara baik;
e. Melakukan pemahaman secara holistik (terpadu) terhadap sistim struktur, konstruksi dan material/bahan dengan prinsip-prinsip perancangan, konsep struktur, pengetahuan iklim, sosial budaya dan lainnya yang menunjang ide desain.

2.3.2 Prinsip Dasar Struktur

Ekspresi bentuk arsitektur dengan pendekatan aspek struktur akan memberikan cerminan kekuatan, keseimbangan dan kestabilan struktur (Zuhri, 2011).

a. Kekuatan

   Kekuatan merupakan kemampuan elemen dan komponen struktur bangunan yang bekerja secara vertikal ataupun horizontal bangunan dalam menahan beban-beban yang timbul.

   1) Komponen struktur vertikal berupa kolom yang fungsinya untuk menahan gaya-gaya vertikal yang dialirkan dan disebarkan menuju sub-struktur dan pada pondasi bangunan.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2) Komponen struktur horizontal berupa struktur lantai dan balok (balok utama dan balok anak) sebagai penahan beban mati dan beban hidup yang diteruskan ke kolom.

Struktur yang dibentuk oleh elemen-elemen kaku struktur untuk memikul beban yang bekerja. Dimana untuk membentuk struktur adalah dengan meletakkan elemen-elemen garis (atau gabungan elemen garis) atau sebagai bentuk elemen permukaan atau gabungan keduanya untuk saling berhubungan dengan maksud untuk mendukung beban.

b. Kestabilan

Kestabilan bangunan merupakan kemampuan bangunan dalam mengatasi gaya-gaya lateral dari luar, seperti angin, gempa ataupun gaya gravitasi bumi. Hal ini dapat tercapai dari ekspresi massa ataupun pembentuk struktur bangunan yang memberikan prilaku struktur yang stabil. Kestabilan lateral sembarang struktur yang mengalami sembarang kondisi pembebanan harus dicapai dengan menggunakan pemikul beban lateral dengan memakai pengekangan lateral di sekeliling denah.

c. Keseimbangan

Keseimbangan merupakan prilaku massa bangunan dalam mengatasi gaya gravitasi bumi dan angin. Dimana prilaku struktur dicapai dengan memberikan bidang-bidang vertikal masif (shear wall atau bearing wall) yang berfungsi untuk meneruskan beban dan membentuk sudut dengan permukaan tanah.

Gerakan atau defleksi yang diakibatkan oleh efek dinamis angin, khususnya bangunan bertingkat, akan mengalami perubahan bentuk akibat perilaku dinamis angin. Membesar dan mengecilnya gaya-gaya ini menyebabkan gedung berosilasi terhadap defleksi ratarata sesuai arah gaya angin yang besar dan frekwensinya tergantung karakteristik gaya angin dan kekakuan serta distribusi massa gedung itu sendiri.

Prosedur paling aman untuk memodelkan struktur ini adalah dengan susunan pegas (penahan vibrasi) untuk mereduksi respon struktur

Optimized using
trial version
www.balesio.com

aktual. Mekanisme peredam ini dipasang pada titik-titik hubung antara balok dan kolom untuk menyerap energi dan meredam gerakan.

2.4 Beban pada Bangunan

Secara umum bangunan tinggi selain dapat mengantisipasi kondisi lingkungan seperti perbedaan suhu, tekanan udara, dan kelembapan pada bagian kulit, bangunan tinggi juga harus dapat menghadapi gaya vertikal/gravitasi dan horizontal berupa angin (diatas tanah) dan gempa (dibawah tanah). Beban yang terjadi pada bangunan harus diserap dan diteruskan dengan aman ke tanah dengan usaha seminimal mungkin. Untuk itu, susunan struktur bangunan tinggi haruslah difungsikan sebagai satu kesatuan dari elemen - elemen struktur yang di gabung.

Dalam perencanaannya, rekayasa pembebanan struktur sangat diperlukan agar pada saat sturktur menerima pembebanan, stuktur tersebut mampu memberikan stabilitas yang baik. Rekayasa pembebanan ini ditujukan untuk menguji respon stuktur dalam menghadapi gaya gaya yang bekerja pada kondisi yang sesungguhnya. Stuktur dikategorikan gagal bilamana dalam proses tahapan rekayasa pembebanan, struktur tersebut berada dibawah kondisi standar yang telah ditetapkan dan respon yang diberikan tidak bekerja sesuai dengan harapan.

Untuk tujuan itu, para peneliti dari berbagai penjuru dunia melakukan berbagai macam riset sehingga pembebanan yang digunakan dalam rekaya dapat memperlihat dan memperje;as beban – beban yang terjadi pada kondisi yang sesungguhnya. Hasil riset ini menghasilkan berbagai macam tipe pedoman dalam bentuk kode, jurnal, standar, dan sebaginya.

Untuk itu dalam merencanakan sebuah konstuksi bangunan gedung maupun non gedung, diperlukan kode maupun standar yang telah ditetapkan ususnya di Negara Indonesia. Kode maupun standar itu diterbitkan oleh andar Standarisasi Nasional dengan nama Standar Nasional Indonesia atau ng kerap disingkat SNI. Standar terserbut diantarnya :

Optimized using
trial version
www.balesio.com

a. SNI 1726 : 2019 : Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
b. SNI 1727 : 2013 : Beban Minimum Untuk Perencanaan Gedung Dan Bangunan Lain

2.4.1 Beban Mati

Menurut pasal 3.1.1 SNI 1727:2013 definisi dari beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang. Konstruksi bangunan yang dimaksud adalah berat volume struktur utama termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lainnya serta termasuk berat keran.

2.4.2 Beban Hidup

Menurut Pasal 4.1 SNI 1727:2013 definisi dari beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung tersebut atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, contohnya seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Penggunaan beban hidup diatur dalam pasal 4.3.1 bahwa beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus merupakan beban maksimum yang dapat terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, akan tetapi nilainya tidak boleh kurang dari beban merata minimum yang ditetapkan dalam peraturan.

Beban merata minimum seperti yang ditetapkan dalam SNI 1727:2013 dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Tabel 1 Beban hidup minimum SNI 1727:2013

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m^2)	Terpusat lb (kN)
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses • Ruang kantor • Ruang komputer	 50 (2,4) 100 (4,79)	 2000 (8,9) 2000 (8,9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)	
Ruang pertemuan • Kursi tetap (terikat di lantai) • Lobi • Kursi dapat dipindahkan • Panggung pertemuan • Lantai podium	 100 (4,79) 100 (4,79) 100 (4,79) 100 (4,79) 150 (7,18)	
Balkon dan dek	1,5 kali beban Hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m^2)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300 (1,33)
Koridor • Lantai pertama • Lantai lain	100 (4,79) sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)	

Sumber : Tabel 4-1 SNI 1727 : 2013

2.4.3 Beban Hujan

Beban hujan merupakan beban struktur bangunan yang berasal dari ir hujan. Beban ini bekerja pada bagian atap struktur bangunan.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Berdasarkan SNI 1727:2013, setiap atap harus dirancang mampu menahan beban air hujan sesuai dengan persamaan berikut.

$$R = 0{,}0098 \,.\, (ds + dh) \qquad (2.1)$$

Keterangan:

R = beban air hujan pada atap (kN/m^2)

ds = kedalaman air pada atap (mm)

dh = tambahan kedalaman air pada atap (mm)

2.4.4 Beban Angin

Beban angin merupakan beban yang bekerja pada struktur suatu bangunan akibat tekanan dari gerakan angin. Beban ini dipengaruhi oleh lokasi dan ketinggian struktur. Berdasarkan Pasal 30.4 SNI 1727:2013 untuk bangunan kategori tingkat rendah dan bangunan dengan $h \leq 18{,}3$ m. Adapun prosedur untuk menentukan beban angin bangunan gedung bertingkat rendah tertutup sesuai dengan Tabel 30.4- 1 SNI 1727:2013 adalah sebagai berikut.

a. Menentukan Kategori Resiko

   Nilai kategori resiko suatu bangunan diperoleh berdasarkan pemanfaatan fungsi bangunan sesuai dengan Tabel

Tabel 2 Kategori Risiko Bangunan

Penggunaan atau Pemanfaatan Fungsi Bangunan Gedung dan Struktur	**Kategori Risiko**
Bangunan gedung dan struktur lain yang merupakan risiko rendah untuk kehidupan manusia dalam kejadian kegagalan	I
Semua bangunan gedung dan struktur lain kecuali mereka terdaftar dalam kategori Risiko I, III, dan IV, tapi tidak dibatasi untuk: Perumahan Rumah toko dan rumah kantor Pasar - Gedung perkantoran	II

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Penggunaan atau Pemanfaatan Fungsi Bangunan Gedung dan Struktur	Kategori Risiko
• Gedung apartemen/rumah susun • Pusat perbelanjaan • Bangunan industri • Fasilitas manufaktur • Pabrik	
Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan risiko besar bagi kehidupan manusia. Bangunan gedung dan struktur lain, tidak termasuk dalam Kategori Risiko IV, dengan potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi substansial dan atau gangguan massa dari hari-ke-hari kehidupan sipil pada saat terjadi kegagalan. Bangunan gedung dan struktur lain tidak termasuk dalam Risiko Kategori IV (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang manufaktur, proses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat seperti bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan peledak) yang mengandung zat beracun atau mudah meledak di mana kuantitas material melebihi jumlah ambang batas yang ditetapkan oleh pihak yang berrwenang dan cukup untuk menimbulkan suatu ancaman kepada publik jika dirilis.	III
Bangunan gedung dan struktur lain yang dianggap sebagai fasilitas penting. Bangunan gedung dan struktur lain, kegagalan yang dapat menimbulkan bahaya besar bagi masyarakat. Bangunan gedung dan struktur lain (termasuk, namun tidak terbatas pada, fasilitas yang memproduksi, memproses, menangani, menyimpan, menggunakan, atau membuang zat-zat berbahaya seperti bahan bakar, bahan kimia berbahaya, atau limbah berbahaya) yang berisi jumlah yang cukup dari zat yang sangat di mana kuantitas melebihi jumlah ambang batas yang an oleh pihak yang berwenang dan cukup menimbulkan ı bagi masyarakat jika dirilis. Bangunan gedung dan	IV

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Penggunaan atau Pemanfaatan Fungsi Bangunan Gedung dan Struktur	Kategori Risiko
struktur lain yang diperlukan untuk mempertahankan fungsi dari kategori Risiko IV struktur lainnya.	

Sumber : Tabel 4-1 SNI 1727 : 2013

b. Menentukan Kecepatan Angin Dasar (V)

Berdasarkan PPPURG 1987 Pasal 4.2, kecepatan angin dasar (V) harus diambil minimum sebesar 25 m/s

c. Menentukan Parameter Beban Angin

Parameter beban angin terdiri dari faktor-faktor sebagai berikut.

1) Faktor pengarah angin (Kd) ditentukan berdasarkan Tabel

Tabel 3 Faktor Arah Angin (K_d)

Tipe Struktur	Faktor Arah Angin Kd*
Bangunan Gedung • Sistem Penahan Beban Angin Utama • Komponen dan Klading Bangunan Gedung	 0.85 0.85
Atap Lengkung	0.85
Cerobong asap, Tangki, dan Struktur yang sama • Segi empat • Segi enam • Bundar	 0,90 0,95 0,95
Dinding pejal berdiri bebas dan papan reklame pejal berdiri bebas dan papan reklame terikat	0,85
Papan reklame terbuka dan kerangka kisi	0,85
Rangka batang menara	

Optimized using
trial version
www.balesio.com

• Segi tiga, segi empat, persegi Panjang	0,85
• Penampang lainnya	0,95

Sumber: SNI 1727:2013 Tabel 26.6-1

2) Kategori eksposur (kekasaran permukaan) ditentukan berdasarkan Pasal 26.7 SNI 1727:2013 seperti pada Tabel

Tabel 4 Kategori Eksposur

Kategori Eksposur	Kriteria
B	Daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan, atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat yang banyak memiliki ukuran dari tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar.
C	Daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan, atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat yang banyak memiliki ukuran dari tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar.
D	Area datar, area tidak terhalang dan permukaan air. Kategori ini berisi lumpur halus, padang garam, dan es tak terputus.

Sumber: SNI 1727:2013 Pasal 26.7

3) Faktor topografi (K_{zt})

Faktor topografi (K_{zt}) adalah sebesar 1,0 yang ditentukan berdasarkan kondisi situs dan lokasi gedung berdasarkan Pasal 26.8.2 pada SNI 1727:2013.

4) Klasifikasi Ketertutupan

Berdasarkan Pasal 26.10 SNI 1727:2013 klasifikasi ketertutupan bangunan gedung dapat dibedakan menjadi terbuka, tertutup sebagian, dan tertutup.

5) Nilai Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Nilai koefisien tekanan internal (GC_{pi}) berdasarkan ketertutupan bangunan dapat ditentukan berdasarkan pada Tabel

Tabel 5 Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})

Klasifikasi Ketertutupan	(GC_{pi})
Bangunan gedung terbuka	0,00
Bangunan gedung tertutup sebagian	+ 0,55 - 0,55
Bangunan gedung tertutup	+ 0,18 - 0,18

Sumber: SNI 1727:2013 Tabel 26.11-1

d. Menentukan Koefisien Eksposur Tekanan Velositas (K_z atau K_h)

Nilai koefisien eksposur tekanan velositas (K_z atau K_h) ditentukan sesuai dengan Tabel

Tabel 6 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas (K_z dan K_h)

Ketinggian diatas Level Tanah, Z (m)	Eksposur		
	B	C	D
0 - 4,6	0,70	0,85	1,03
6,1	0,70	0,90	1,08
7,6	0,70	0,94	1,12
9,1	0,70	0,98	1,16
12,2	0,76	1,04	1,22
15,2	0,81	1,09	1,27
18	0,85	1,13	1,31

Sumber: SNI 1727:2013 Tabel 30.3-1

e. Menentukan Tekanan Velositas (q_h)

Tekanan velositas (q_h) sesuai dengan Persamaan 30.3-1 pada SNI 727:2013 ditentukan dengan persamaan berikut.

$$q_h = 0{,}613 \, . \, K_z . \, K_{zt} \, . \, K_d . \, V^2 \qquad (2.2)$$

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Keterangan:

q_h = tekanan velositas (N/m^2)

K_d = faktor pengarah angin

K_z = koefisien eksposur tekanan velositas

K_{zt} = faktor topografi

V = kecepatan angin dasar (m/s)

f. Menentukan Koefisien Tekanan Eksternal (GC_p)

Faktor efek tiupan angin (G) berdasarkan Pasal 26.9.1 SNI 1727:2013 adalah sebesar 0,85. Nilai koefisien tekanan eksternal (C_p) dapat dilihat berdasarkan Tabel

Tabel 7 Koefisien Tekanan Dinding (C_p)

Permukaan	**L/B**	**C_p**	**Digunakan dengan**
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8	q_z
Dinding di sisi angin pergi	0-1	-0,5	q_h
	2	-0,3	
	≥ 4	-0,2	
Dinding tepi	Seluruh nilai	-0,7	q_h

Sumber: SNI 1727:2013 Halaman 68

Nilai koefisien tekanan eksternal (GC_p) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$GC_p = (G) \,.\, (C_p) \qquad (2.3)$$

. Menghitung Tekanan Angin (p)

Tekanan angin (p) sesuai dengan Persamaan 30.4-1 pada SNI 727:2013 ditentukan dengan persamaan berikut

Optimized using
trial version
www.balesio.com

$$p = q_h(GC_p)-(GC_{pi}) \qquad (2.4)$$

Keterangan:

p = tekanan angin (N/m^2)

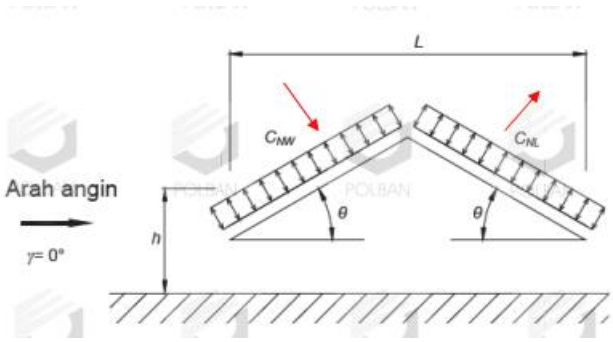
q_h = tekanan velositas(N/m^2)

GC_p = koefisien tekanan eksternal

GC_{pi} = koefisien tekanan internal

h. Menentukan Distribusi Beban Angin

Tekanan angin (p) yang telah didapat dikalikan dengan koefisien tekanan neto (C_{NW} dan C_{NL}) untuk mendapatkan nilai beban angin. Bangunan yang dianalisis, memiliki bentuk atap bebas berpuncak (*pitched*) sesuai dengan Gambar



Gambar 4 Atap Bebas Berpuncak (pitched)

Sumber: SNI 1727:2013 Gambar 27.4-5

Nilai koefisien tekanan neto (C_{NW} dan C_{NL}) untuk jenis atap tersebut dapat didapat dari Tabel

Tabel 8 Koefisien Tekanan Neto (C_{NW} dan C_{NL}) Atap Bebas Berpuncak (*pitched*)

Sudut Atap (θ)	Kasus Beban	Arah Angin, γ = 0°, 180°	
		Aliran Angin Tidak Terhalang	Aliran Angin Terhalang

Optimized using
trial version
www.balesio.com

		C_{NW}	C_{NL}	C_{NW}	C_{NL}
7,5°	A	1,1	-0,3	-1,6	-1
	B	0,2	-1,2	-0,9	-1,7
15°	A	1,1	-0,4	-1,2	-1
	B	0,1	-1,1	-0,6	-1,6
22,5°	A	1,1	0,1	-1,2	-1,2
	B	-0,1	-0,8	-0,8	-1,7
30°	A	1,3	0,3	-0,7	-0,7
	B	-0,1	-0,9	-0,2	-1,1
37,5°	A	1,3	0,6	-0,6	-0,6
	B	-0,2	-0,6	-0,3	-0,9
45°	A	1,1	0,9	-0,5	-0,5
	B	-0,3	-0,5	-0,3	-0,7

Sumber: SNI 1727:2013 Halaman 73

2.4.5 Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang diakibatkan oleh pengaruh gerakan tanah akibat gempa tersebut yang bekerja secara horizontal. Beban gempa dapat diperkirakan dari letak geografis suatu bangunan. Tata cara perencanaan ketahanan suatu struktur terhadap beban gempa ditetapkan dalam SNI 1726:2012.

Perencanaan beban gempa yang terbaru diatur dalam peraturan SNI 1726 tahun 2012. Perencanaan beban gempa harus melalui berbagai langkah yang sudah ditentukan dalam peraturan. Penjabaran langkah – langkah perencenanaan beban gempa dijelaskan sebagaimana berikut ini.

a. Kategori resiko bangunan

Kategori resiko bangunan ditentukan berdasarkan fungsi suatu bangunan. Kategori resiko bangunan memilah beberapa fungsi bangunan berdasarkan kemungkinan besarnya resiko korban jiwa yang ada pada bangunan.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Pengelompokan Kategori resiko bangunan berdasarkan fungsi bangunan dapat dilihat pada Tabel

Tabel 9 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: • Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan • Fasilitas sementara • Gudang penyimpanan • Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: • Perumahan • Rumah toko dan rumah kantor • Pasar • Gedung perkantoran • Gedung apartemen/ rumah susun • Pusat perbelanjaan/ mall • Bangunan industri	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: • Bioskop • Gedung pertemuan • Stadion • Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat	III

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
• Fasilitas penitipan anak • Penjara • Bangunan untuk orang jompo Gedung dan non gedung, 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: • Pusat pembangkit listrik biasa • Fasilitas penanganan air • Fasilitas penanganan limbah • Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung 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.	
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: • Bangunan-bangunan monumental • Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan • Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat	IV

Optimized using
trial version
www.balesio.com

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
• Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya • Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat • Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat • Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	

Sumber : Tabel 1 SNI 1726 : 2012

b. Faktor keutamaan gempa

Faktor keutamaan gempa adalah faktor pengali yang digunakan dalam beberapa persamaan dalam perencanaan beban gempa. Faktor ini didasarkan pada kategori risiko bangunan. Faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada Tabel

Tabel 10 Faktor Keutamaan Gempa

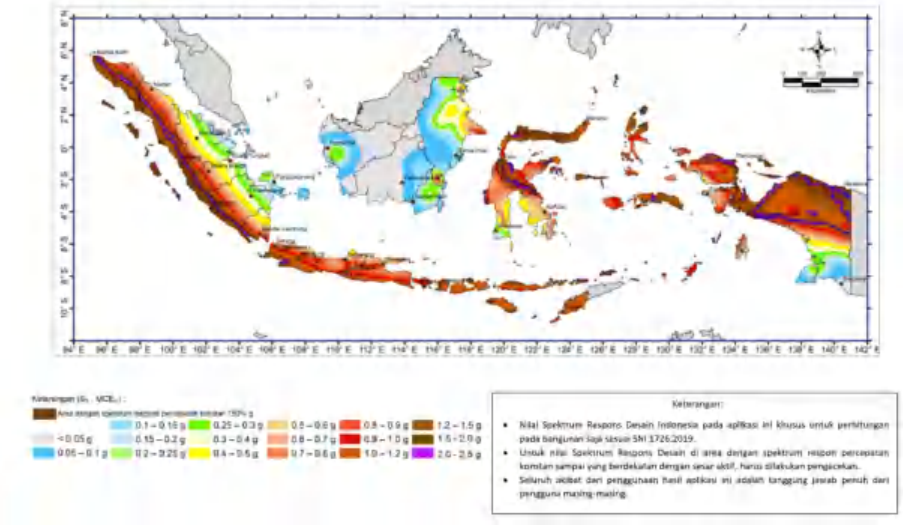
Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,00
III	1,25
IV	1,50

ımber : Tabel 2 SNI 1726 : 2012

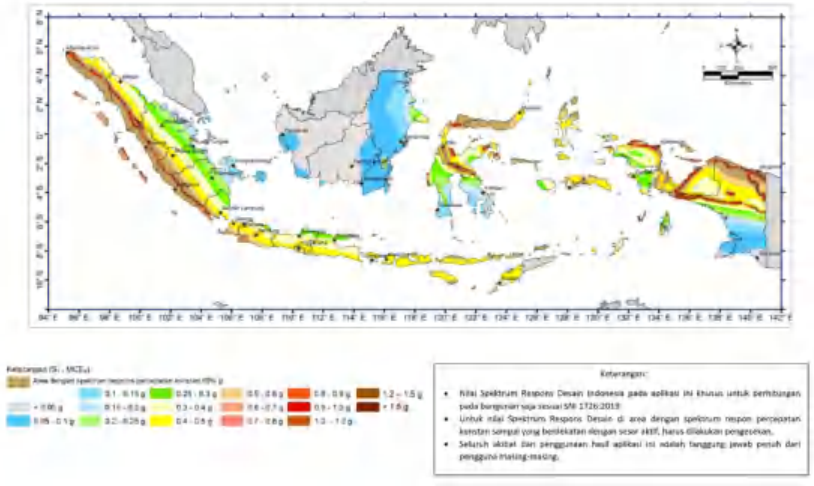
Optimized using
trial version
www.balesio.com

c. Parameter percepatan gempa

Parameter percepatan gempa yang digunakan adalah percepatan batuan dasar pada perioda pendek (S_s) pada 0.2 detik dan percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik (S_1) dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (gempa 2500 tahun).



Gambar 5 Peta untuk parameter S_s



Gambar 6 Peta untuk parameter S_1

d. Koefisien situs

Koefisien – koefisien dan parameter – parameter respons spektral ercepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget

Optimized using
trial version
www.balesio.com

(MCER), nilai koefisien situs (Fa) untuk perioda pendek dan koefisien situs (Fv) untuk periode 1 detik dapat dilihat berdasarkan tabel 11 dan 12.

Tabel 11 koefisien Situs pada perioda T=0,2 detik

Kelas situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa MCE_R terpetakan pada Periode Pendek, T =0,2 detik, S_S			
	$S_S \leq 0,25$	$S_S = 0,5$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1
SE	2,5	1,7	1,2	0,9

Sumber : SNI 1726 : 2012

Tabel 12 koefisien Situs pada perioda T=1 detik

Kelas situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa MCER terpetakan pada Periode Pendek, T =0,2 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	3,8	2,4	2,4

Sumber : SNI 1726 : 2012

e. Klasifikasi situs

Sutau situs harus dikelompokkan atau diklasifikasikan unuk erumusan kriteria desain seismic suatu Gedung atau bangunan di atas ermukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa

Optimized using
trial version
www.balesio.com

puncak dari batuan paling bawah atau dasar ke permukaan tanah. Penetapan pengklasifikasian ini harus melalui penyelidikan tanah di lapangan dan di dalam laboratorium, yang dilakukan oleh pihak yang memang ahli dari ilmu geoteknik, dengan minimal mengukur secara independent dua dari tiga parameter tanah.

Tipe kelas situs yang sesuai dengan Tabel 3 SNI 1726 : 2012 dapat dilihat pada Tabel

Tabel 13 Klasifikasi Situs

Kelas situs	V (m/detik)	N	S_u
SA (Batuan Keras)	>1500	N/A	N/A
SB (Batuan)	750 – 1500	N/A	N/A
SC (Tanah Keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 – 750	> 50	> 100
SD (Tanah Sedang)	175 – 350	15 – 50	50 – 100

Sumber : Tabel 3 SNI 1726 : 2012

2.5 Komponen Dasar Struktur

Berdasarkan tinjauan disain struktural, gedung semakin tinggi, respon struktur terhadap beban lateral (akibat gempa atau angin) menjadi semakin penting. Untuk memperoleh kestabilan, struktur rangka umumnya tidak efisien, hanya efisien pada ketinggian sampai 10 tingkat

Elemen-elemen struktur yang berfungsi sebagai mekanisme penyaluran beban-beban yang bekerja, meliputi (Zuhri,2011) :

2.5.1 Sistim Pendukung Beban Lateral

Elemen-elemen pendukung beban gempa (*seismic loads*) merupakan elemen pendukung beban lateral, seperti juga angin. Dan prinsip elemen vertikal pendukung beban lateral, atau elemen struktur, mencakup :

Rangka kaku (*rigid frame*), atau portal kaku (*moment resistant frame*);
Rangka diperkaku dengan batang diagonal (*braced frame*);
Dinding geser (*shear wall*);

Optimized using
trial version
www.balesio.com

d. Perubahan posisi antar susunan elemen.

Gaya-gaya lateral yang bekerja didistribusikan pada seluruh lebar atau panjang bangunan untuk mencapai elemen-elemen vertikal melalui diafragma. Dan gaya-gaya lateral yang bekerja pada bangunan akan disalurkan pada elemen-elemen pendukung gaya vertikal dan pendukung gaya horizontal. Elemen pendukung gaya vertikal adalah kolom dan dinding yang berfungsi sebagai diafragma, serta elemen pendukung gaya horizontal yang meliputi lantai, struktur lantai, balok yang akhirnya disalurkan kedalam kolom dan pondasi.

2.5.2 Pendukung Gaya Vertikal

Sistim tumpuan vertikal pada sel yang sama dapat berupa dinding pemikul beban atau susunan balok serta kolom. Elemen kolom dan dinding pemikul mengalami tekan dan kadang terjadi lentur. Pendistribusian gaya akibat beban vertikal dapat berupa sistim struktural satu arah ataupun struktural dua arah.

Kekakuan struktur yang dicapai dengan penyusunan elemenelemen struktur, seperti :

a. Bidang-bidang bangunan tersusun secara kaku (*rigid*) satu sama lain, seperti struktur bidang lipat;
b. Bentuk tiga dimensi merupakan elemen penunjang utama pada kekakuan stuktur unit box (*box system*);
c. Material plat datar dibuat monolit (*solid*) atau sistim rangka yang terisi bidang-bidang yang sifatnya non-struktural.

2.5.3 Pendukung Gaya Horizontal

Gaya-gaya lateral yang bekerja dan berasal dari luar bangunan, seperti gempa, angin, beban hidup dan lain-lain, yang bekerja pada ıngunan merupakan gaya-gaya lateral yang bekerja pada bangunan. Sistim ıng membentang horizontal dapat terdiri atas deretan balok-balok (atau

Optimized using
trial version
www.balesio.com

rangka batang) satu arah dan elemenelemen plat dua atau satu arah yang kaku.

Elemen pendukung struktur yang digunakan untuk mengatasi gaya-gaya lateral yang biasa dikenal adalah sistim *core* (inti) dan sistim *shear wall* (dinding geser).

2.6 Dinding Geser (*Shear Wall*)

2.6.1 Pengertian Dinding Geser (*Shear Wall*)

Dinding geser didefinisikan sebagai unsur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada bangunan (Schueller, 1989). Fungsi dinding geser berubah menjadi dinding penahan beban jika dinding geser menarima beban tegak lurus dinding geser. Bangunan beton bertulang yang tinggi sering didesain dengan dinding geser untuk menahan gempa. Menurut McCormac (2003), selama terjadinya gempa dinding geser yang didesain dengan baik dapat dipastikan akan meminimalkan kerusakan bagian non struktural bangunan seperti jendela, pintu, langit-langit dan seterusnya.

Fungsi dinding geser pada gedung secara umum :

a. Kekuatan
   1) Dinding geser harus memberikan kekakuan lateral untuk melawan kekuatan gempa horisontal.
   2) Ketika dinding geser cukup kuat, maka gaya akan ditransfer ke elemen berikutnya dalam jalur beban di bawah, seperti dinding geser lainnya, lantai, pondasi dinding, lembaran atau footings.
b. Kekakuan
   1) Dinding geser juga memberikan kekakuan lateral untuk atap dan tiap lantai di atas dari sisi-goyangan yang berlebihan.
   2) Bangunan yang cukup kaku jarang terjadi kerusakan struktural

6.2 Elemen Struktur Dinding Geser

Pada umumnya dinding geser dikategorikan berdasarkan geometrinya, yaitu (Imran dkk, 2008) :

Optimized using
trial version
www.balesio.com

a. Flexural wall (dinding langsing), yaitu dinding geser yang memiliki rasio hw/lw ≥ 2, dimana desain dikontrol terhadap perilaku lentur,
b. Squat wall (dinding pendek), yaitu dinding geser yang memiliki rasio hw/lw ≤ 2, dimana desain dikontrol terhadap perilaku lentur
c. Coupled shear wall (dinding berangkai), dimana momen guling yang terjadi akibat beban gempa ditahan oleh sepasang dinding geser yang dihubungkan dengan balok-balok penghubung sebagai gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing-masing dasar dinding tersebut.

2.7 *Displacement*

Displacement dalam analisis struktur mengacu pada pergerakan suatu titik dalam struktur dari posisi semula akibat beban eksternal (Hibbeler, 2016). Ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti beban gravitasi, beban angin, gempa bumi, dan lain-lain. Displacement ini penting dalam desain struktur karena dapat mempengaruhi stabilitas dan integritas struktur.

2.8 ETABS (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*)

ETABS (*Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems*) adalah perangkat lunak komputer yang digunakan untuk analisis dan desain struktur bangunan. Dikembangkan oleh *Computers and Structures, Inc.* (CSI) pada akhir 1970-an sebagai perangkat lunak analisis struktural khusus untuk bangunan bertingkat tinggi. Sejak awal, ETABS berkembang dari analisis dua dimensi sederhana menjadi perangkat lunak tiga dimensi canggih yang mendukung analisis dinamis, integrasi dengan *Building Information Modeling* (BIM), dan fitur pemodelan 3D intuitif. Dengan pembaruan berkelanjutan, ETABS menjadi standar industri global dalam esain struktur bangunan tinggi, digunakan oleh insinyur di seluruh dunia ıtuk proyek konstruksi yang kompleks.

erikut adalah beberapa fitur utama ETABS:

Optimized using
trial version
www.balesio.com

a. **Analisis Struktur**: ETABS memungkinkan pengguna melakukan analisis statis dan dinamis terhadap struktur. Ini mencakup analisis beban gravitasi, angin, gempa bumi, dan beban lateral lainnya.
b. **Desain Material**: Perangkat lunak ini mendukung berbagai jenis material seperti beton, baja, kayu, dan material komposit. ETABS memungkinkan pengguna merancang elemen struktural seperti balok, kolom, dinding geser, dan pelat.
c. **Pemodelan 3D**: ETABS menyediakan antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna membuat model 3D dari struktur bangunan. Model ini bisa mencakup berbagai elemen struktural dan non-struktural.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.9 Penelitian Terdahulu

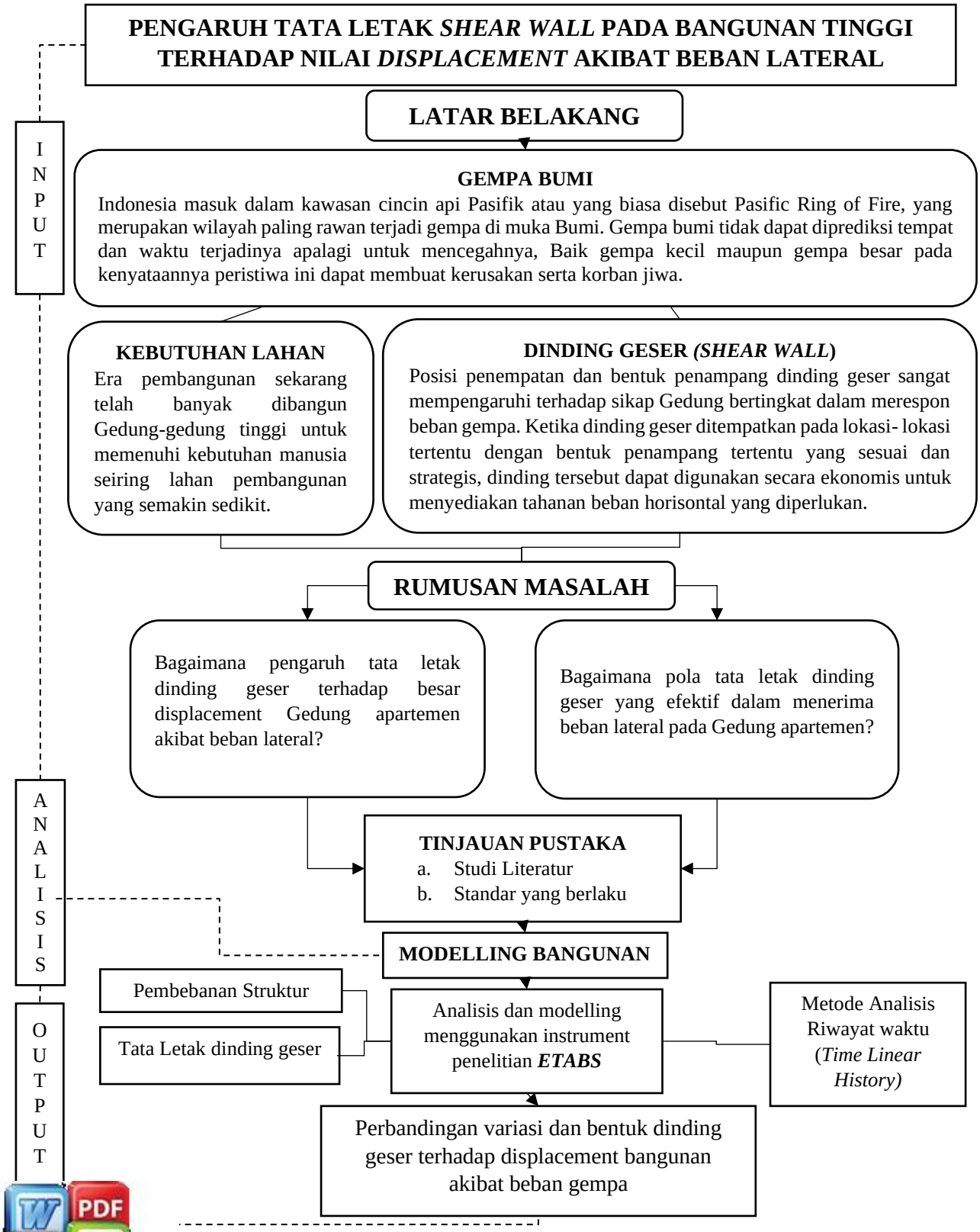
No.	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	PENERAPAN DESAIN SISTEM STRUKTUR *SHEARWALL* BERPENAMPANG MELINTANG PADA BANGUNAN KONDOMONIUM 30 LANTAI MAKASSAR	2018	Hasil analisis dengan menggunakan lima model ketebalan shearwall menunjukkan struktur bangunan kondominium 30 lantai yang memiliki nilai joint displacement terkecil terdapat pada bangunan dengan ketebalan shear wall 80 cm.	-Meninjau *displacement* pada bangunan bertingkat banyak. - Mengkaji *shear wall* pada bangunan bertingkat banyak.	Penelitian ini menguji variasi ketebalan *shear wall*.
2.	RESPOM GEMPA GEDUNG BETON BERTULANG 20 TINGKAT DENGAN VARIASI TATA LETAK DINDING GESER		Struktur dengan dinding geser mengurangi *drift* dan *displacement* dibanding struktur tanpa dinding geser, dan hasil analisis menunjukan bahwa, penempatan posisi dinding geser berpengaruh terhadap nilai *displacement* dan drift.	- Meninjau *displacement* pada bangunan bertingkat banyak. - mengkaji posisi *shearwall*	Perbedaan posisi *shear wall* yang digunakan
	AJIAN PERBANDINGAN ESPON STRUKTUR ANGUNAN BERTINGKAT ENGAN VARIASI TATA LETAK INDING GESER AKIBAT		Penempatan dinding geser model 1 merupakan model struktur yang direkomendasikan karena memiliki nilai kekakuan	- Mengkaji posisi – posisi *shear wall*	- Perbedaan Posisi *shear wall* yang digunakan - Penelitian ini menggunakan

Optimized using
trial version
www.balesio.com

No.	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	BEBAN GEMPA DINAMIK RESPON SPEKTRUM.		yang tinggi dengan nilai displacement terkecil. Perbandingan dari penelitian Windah (2011) dengan penempatan dinding geser yang sama namun model struktur yang berbeda, sama-sama menghasilkan nilai displacement terkecil pada penempatan dinding geser model 1.		metode analisis respon *spectrum*
4.	ORIENTASI KOLOM BUJUR SANGKAR TERHADAP NILAI DISPLACEMENT BANGUNAN TINGGI.	2021	Hasil dari data-data yang di dapatkan pada penelitian ini, dapat dinyatakan bawha, orientasi kolom 30 dan 75 cenderung memiliki nilai displacement yang lebih besar pada beberapa kasus pembebanan dibandingkan dengan orientasi sudut lainnya.	Meninjau *displacement* pada bangunan bertingkat banyak.	Penelitian ini menguji variasi orientasi kolom terhadap *displacement* bangunan.

Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.10 Kerangka Berpikir



Gambar 7 Kerangka Berpikir

Optimized using
trial version
www.balesio.com