

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Sitohang, Purnamala

2022

Desain Sistem Rangka Dengan
Ketidakberaturan Vertikal Berat
(Massa) Menurut SNI: 03-1726-2019.

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/453>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

ABSTRAK

Ilmu pengetahuan dan penerapan teknologi dalam bidang pembangunan konstruksi teknik sipil mengalami perkembangan yang pesat membuat kita dituntut untuk lebih produktif, kreatif dan inovatif, terutama dalam perancangan struktur. Di Indonesia, gempa bumi merupakan bencana alam yang sangat sering terjadi. Intensitas terjadinya gempa yang tinggi di Indonesia akibat posisinya yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik dan posisinya yang berada di daerah Cincin Api Pasifik yang merupakan sabuk gempa bumi terbesar di dunia. Namun, sebenarnya bukan gempa bumi yang menyebabkan korban, melainkan disebabkan oleh bangunan yang rubuh karena tidak mampu merespons dengan baik getaran gempa. Ketidakmampuan struktur merespons getaran gempa, salah satunya adalah akibat terdapatnya ketidakberaturan struktur.

Dalam tugas akhir ini membahas mengenai Desain Sistem Rangka Baja dengan Ketidakberaturan Berat (Massa) Sesuai dengan SNI: 03-1726-2019 Adapun bangunan struktur yang di pantau yaitu dengan 2 model (1) struktur dimodelkan beraturan, (2) struktur dimodelkan dengan ketidakberaturan Massa $>150\%$ pada setiap tingkat secara terpisah, dimana Analisis gempa dilakukan dengan metoda dinamik respon spectrum, dengan asumsi tanah sedang dikota medan. Beban gempa desain diperoleh dari Peta Sumber & Bahaya Gempa Indonesia 2017, dengan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (gempa 2500 tahun). Perhitungan analisis stuktur menggunakan program ETABS V9.7.4.

Analisis struktur dilakukan untuk mengetahui kinerja struktur, yakni perubahan perpindahan (*displacement*), simpangan antar lantai (*drift*) dan *drift ratio* dari setiap model struktur berdasarkan respon spectra desain 2017. Dimana ketidakberaturan massa pada Struktur gedung dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap perpindahan, simpangan dan drift ratio. Hasil menunjukkan bahwa ketidakberaturan massa aman di terapkan sesuai desain perencanaan.

Kata kunci : analisis dinamik, Ketidakberaturan Massa, SNI 03-1726-2019, Analisis respon spectrum, displacement, drift, drift ratio.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kasih karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir yang berjudul “Desain Sistem Rangka Dengan Ketidakberaturan Vertikal Berat (Massa) Menurut SNI: 03-1726-2019” ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.

Selama penulisan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Oloan Sitohang, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
2. Bapak Ir. Binsar Silitonga, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara sekaligus dosen yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Simon Dertha Tarigan, MT, selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus sebagai Pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Samsuardi Batubara, MT, dosen yang telah memberikan banyak masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Martius Ginting, MT, dosen yang telah memberikan banyak masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
7. Teristimewa kepada Orang tua penulis S. Sitohang dan T. br.Manullang yang telah memberikan didikan yang baik, material, waktu, motivasi dan kata-kata semangat. Kepada abang saya Saut Sitohang, dan Kakak saya Edi Rustani Sitohang, Ani Hawati Sitohang, Marisa Sitohang, dan adik saya Lasmalum Sitohang dan juga abang ipar saya yaitu Marwan Simanungkalit dan Febrius

Silalahi yang selalu memberikan dukungan secara materi, doa dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

8. Kepada sahabat-sahabat saya Indah sari Sibagariang, Riana Sinaga, Fitri Siagian, Nurhalima Sianipar, dan Wenny Sianipar, Rona Uli Simanjorang, Sapna butar-butar yang selalu memberikan motivasi dan dukungan penuh dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Kepada tim SKS yaitu Fitri Siagian, Josua Aritonang, Barensius Saragih, Petra Harefa terimakasih telah menemani saya dan selalu mengajak semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Kepada seluruh teman satu angkatan 2015 Teknik Sipil Unika Santo Thomas yang terbaik dalam segala hal yang sudah menjadi teman dalam suka maupun duka sejak di unika, Kalian semua adalah teman the best walau kadang sering buat kesal, terimakasih sudah banyak memberikan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang telah banyak sekali membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis ucapkan terimakasih.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan karuniaNya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, baik bagi penulis maupun bagi semua orang yang membacanya.

Medan, Oktober 2022

Penulis

(Purnamala Sitohang)

150310020

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Metodologi Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Baja	4
2.1.1 Material Baja Sebagai Material Struktur	4
2.1.2 Sifat Mekanik Bahan Baja	5
2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (<i>Moment Resisting Frames</i>).....	7
2.3 Dek Baja Bergelombang.....	8
2.4 Konsep Dasar Perencanaan.....	12
2.4.1 Beban Gravitasi	12
2.4.2 Beban Gempa.....	13
2.4.3 Kombinasi Pembebanan	13
2.5 Peta Gempa.....	14
2.5.1 Peta <i>Hazard</i> Gempa Indonesia 2017	14
2.5.2 Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2019	19
2.6 Kinerja Struktur Gedung SNI 03-1726-2019.....	38
2.6.1 Penentuan Simpangan Antar Lantai	38
2.6.2 Batasan Simpangan Antar Lantai	40
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Data Perencanaan Struktur	43
3.2 Pemodelan Struktur	45

3.3	Beban Gempa.....	46
3.4	Kombinasi Pembebanan	46
3.5	Tahapan Penelitian.....	49
3.6	Skema Penelitian	50
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Analisis Struktur Berdasarkan Kebutuhan Penelitian	51
4.1.1	Data Perencanaan Struktur	51
4.2	Struktur beraturan.....	52
4.2.1	Denah Pemodelan Struktur Beraturan	53
4.2.2	Pembebanan Struktur.....	54
4.2.3	Beban Mati.....	54
4.2.4	Menentukan Katagori Risiko & Faktor Keutamaan Gempa	64
4.2.5	Menentukan Katagori Desain Seismik	65
4.3	Struktur Ketidakberaturan Massa.....	82
4.3.1	Denah Pemodelan Struktur.....	82
4.3.2	Pembebanan Struktur.....	83
4.3.3	Beban Mati.....	83
4.3.4	Menentukan Katagori Risiko & Faktor Keutamaan Gempa	93
4.3.5	Menentukan Katagori Desain Seismik	94
4.3.6	Struktur Gedung ketidakberaturan pada lantai 2 (G2).....	96
4.4	Struktur ketidakberaturan pada Lantai 3	111
4.4.1	Pemeriksaan Strenght Ratio.....	111
4.5	Kontrol Kinerja Struktur Gedung pada Lantai 3.....	117
4.6	Struktur ketidakberaturan pada lantai 4 (G4).....	121
4.7	Kontrol Kinerja Struktur Gedung pada Lantai 4.....	126
4.8	Struktur ketidakberaturan pada lantai 5 (G5).....	129
4.8.1	Pemeriksaan Strenght Ratio.....	130
4.8.2	Kontrol Kinerja Struktur Gedung pada Lantai 5	135
4.9	Struktur ketidakberaturan pada lantai 6 (G6).....	138
4.9.1	Pemeriksaan Strenght Ratio.....	138
4.9.2	Kontrol Kinerja Struktur Gedung pada Lantai 6	143
4.10	Rekapitulasi (Hasil Diskusi) Kinerja Struktur Gedung.....	146

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	152
5.1 Kesimpulan	152
5.2 Saran.....	152
DAFTAR PUSTAKA	153



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja	7
Tabel 2.2 Berat Sendiri Bahan Bangunan Dan Komponen Gedung	12
Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	13
Tabel 2.4 Perbedaan Peta Gempa Indonesia Tahun 2010 & Tahun 2017	15
Tabel 2.5 Penjelasan Peta Hazard Gempa Indonesia 2017	16
Tabel 2.6 Koefisien Situs Fa	19
Tabel 2.7 Koefisien Situs Fv	20
Tabel 2.8 Klasifikasi Situs	22
Tabel 2.9 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Struktur Untuk Beban Gempa.	23
Tabel 2.10 Faktor Keutamaan Gempa	25
Tabel 2.11 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	26
Tabel 2.12 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	26
Tabel 2.13 Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	27
Tabel 2.14 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung	36
Tabel 2.15 Nilai Parameter Perioda Pendekatan Ct dan x	37
Tabel 2.16 Simpangan Antar Lantai Ijin $\Delta_a^{a,b}$	40
Tabel 4.1 Dimensi Rencana Elemen Struktur Beraturan	52
Tabel 4.2 Rasio Partisipasi Ragam beraturan (RSD 2017)	68
Tabel 4.3 Rekapitulasi Berat Struktur Per Lantai	75
Tabel 4.4 Gaya Geser Dasar Kombinasi Ragam Dinamik.....	76
Tabel 4.5 Kontrol Gaya Geser Dasar	77
Tabel 4.6 Kontrol Gaya Geser Dasar Koreksi	77
Tabel 4.7 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	78
Tabel 4.8 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	79
Tabel 4.9 Dimensi Rencana Elemen Struktur	96
Tabel 4.10 Rasio Partisipasi Ragam ketidakberaturan (RSD 2017)	98
Tabel 4.11 Rekapitulasi Berat Struktur Per Lantai	104
Tabel 4.12 Ketidakberaturan Massa.....	104

Tabel 4.13 Gaya Geser Dasar Kombinasi Ragam Dinamik.....	105
Tabel 4.14 Kontrol Gaya Geser Dasar	106
Tabel 4.15 Kontrol Gaya Geser Dasar Koresi	107
Tabel 4.16 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	108
Tabel 4.17 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	109
Tabel 4.18 Dimensi Rencana Struktur Ketidakberaturan Massa pada Lantai 3	111
Tabel 4.19 Ketidakberaturan Massa Pada Lantai 3.....	115
Tabel 4.20 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	118
Tabel 4.21 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	119
Tabel 4.22 Dimensi Struktur Rencana Ketidakberaturan Massa pada Lantai 4	121
Tabel 4.23 Pengecekan Ketidakberaturan Massa Pada Lantai 4.....	125
Tabel 4.24 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	127
Tabel 4.25 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	127
Tabel 4.26 Perencanaan Dimensi kolom dan balok.....	129
Tabel 4.27 Ketidakberaturan Massa Pada Lantai 5.....	134
Tabel 4.28 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	135
Tabel 4.29 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	136
Tabel 4.30 Dimensi Perencanaan Struktur Ketidakberaturan Massa pada Lantai 6....	138
Tabel 4.31 Ketidakberaturan Massa Pada Lantai 6.....	142
Tabel 4.32 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	143
Tabel 4.33 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	144
Tabel 4.34 Rekapitulasi Perpindahan Arah X.....	146
Tabel 4.35 Rekapitulasi Perpindahan Arah Y	147
Tabel 4.36 Simpangan Arah X.....	148
Tabel 4.37 Grafik Perbandingan simpangan Arah Y	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ketidakberaturan Massa.....	2
Gambar 2.1 Kurva Hubungan Tegangan-regangan Baja	6
Gambar 2.2 Tipe Sistem Rangka Pemikul Momen.....	8
Gambar 2.3 Pelat Lantai Komposit Dengan Pelat Baja Gelombang	9
Gambar 2.4 Persyaratan Untuk Dek Baja Bergelombang.....	12
Gambar 2.5 Peta Spektra 0,2 detik (S _s) di Batuan Dasar (SB) untuk probabilitas terlampau 2% dalam 50 tahun	17
Gambar 2.6 Peta Respon Spektra Percepatan 1,0 detik (S ₁) di Batuan Dasar (SB) untuk probabilitas terlampau 2% dalam 50 Tahun	18
Gambar 2.7 Spektrum Respon Desain	21
Gambar 3.1 Tampak Elevasi Struktur	45
Gambar 3.2 Denah Struktur	45
Gambar 4.1 Denah Struktur	53
Gambar 4.2 Model Struktur 3D	54
Gambar 4.3 Beban Mati (DL) Tambahan Pada Plat Lantai	55
Gambar 4.4 Beban Mati (DL) Tambahan pada Plat Atap.....	56
Gambar 4.5 Pembebanan Balok Arah X.....	57
Gambar 4.6 Pembebanan Balok Arah Y	57
Gambar 4.7 Beban Hidup (LL) pada Plat Lantai	58
Gambar 4.8 Beban Hidup (LL) pada Plat Atap	59
Gambar 4.9 Detail Peta & Nilai Parameter Percepatan Periode 0,2 Detik	61
Gambar 4.10 Detail Peta & Nilai Parameter Percepatan Periode 1,0 Detik	61
Gambar 4.11 Faktor Skala Spektrum arah X	66
Gambar 4.12 Faktor Skala Spektrum arah Y	66
Gambar 4.13 PM Ratio Portal Arah Y	67
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Perpindahan	80
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Simpangan	80
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i>	81
Gambar 4.17 Denah Struktur	82
Gambar 4.18 Beban Mati (DL) Tambahan pada Plat Lantai	83
Gambar 4.19 Beban Mati (DL) Tambahan pada Plat Atap.....	84

Gambar 4.20 Pembanan Balok Arah X.....	85
Gambar 4.21 Pembebanan Balok arah Y	86
Gambar 4.22 Beban Hidup (LL) pada Plat Lantai	87
Gambar 4.23 Beban Hidup (LL) pada Plat Lantai Ketidakberaturan	87
Gambar 4.24 Beban Hidup (LL) pada Plat Atap	88
Gambar 4.25 Detail Peta & Parameter Percepatan Periode 0,2 detik	90
Gambar 4.26 Detail Peta & Nilai Parameter Percepatan Periode 1,0 detik	90
Gambar 4.27 Kurva respons Spektrum Desain untuk Periode Ulang 2500 Tahun dari Peta Sumber & Bahaya Gempa Indonesia tahun 2017	93
Gambar 4.28 faktor Skala Spektrum Arah X	95
Gambar 4.29 Faktor Skala Spektrum arah Y	95
Gambar 4.30 PM Ratio Portal Arah X	97
Gambar 4.31 PM Ratio Portal Arah Y	97
Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Perpindahan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 2	110
Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Simpangan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 2	110
Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Drift Ratio Ketidakberaturan Massa pada Lantai 2	111
Gambar 4.35 PM Ratio Portal Arah X	112
Gambar 4.36 PM Ratio Portal Arah Y	112
Gambar 4.37 Grafik Perbandingan Perpindahan Ketidakberaturan Massa Pada Lantai 3	120
Gambar 4.38 Grafik Perbandingan Simpangan Ketidakberaturan Massa pada Lantai3	120
Gambar 4.39 Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i> Ketidakberaturan Massa pada Lantai 3	121
Gambar 4.40 PM Ratio Portal Arah X	122
Gambar 4.41 PM Ratio Portal Arah Y	122
Gambar 4.42 Grafik Perbandingan Perpindahan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 4	128

Gambar 4.43 Grafik Perbandingan Simpangan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 4	128
Gambar 4.44 Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i> Ketidakberaturan Massa pada Lantai 4	129
Gambar 4.45 PM Ratio Portal Arah X	130
Gambar 4.46 PM Ratio Portal Arah Y	131
Gambar 4.47 Grafik Perbandingan Perpindahan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 5	136
Gambar 4.48 Grafik Perbandingan Simpangan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 5	137
Gambar 4.49 Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i> Ketidakberaturan Massa pada Lantai 5	137
Gambar 4.50 PM Ratio Portal Arah X	138
Gambar 4.51 PM Ratio Portal Arah Y	139
Gambar 4.52 Grafik Perbandingan Perpindahan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 6	144
Gambar 4.53 Grafik Perbandingan Simpangan Ketidakberaturan Massa pada Lantai 6	145
Gambar 4.54 Grafik Perbandingan <i>Drift Ratio</i> Ketidakberaturan Massa pada Lantai 6	145
Gambar 4.55 Grafik Gabungan Perbandingan Perpindahan Arah X	146
Gambar 4.56 Grafik Gabungan Perbandingan Perpindahan Arah Y	147
Gambar 4.57 Grafik Gabungan Perbandingan Simpangan Arah X	148
Gambar 4.58 Grafik Perbandingan Simpangan Arah Y	149
Gambar 4.59 Grafik Gabungan Perbandingan <i>Drift Ratio</i> Arah Y	150

DAFTAR NOTASI

ρ	= Faktor Redundansi
δ_{ex}	= Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat
δ_x	= Defleksi pusat massa
Δ	= Simpangan antar tingkat desain
Δ_a	= Simpangan antar lantai tingkat ijin
Δ_{ijin}	= Simpangan antar lantai tingkat ijin yang di bagi faktor redundansi
ρ	= Faktor Redundansi
a	= Jarak antar pengaku transversal
A	= Luas penampang komponen struktur
A_e	= Luas penampang efektif
A_g	= Luas penampang bruto
A_w	= Luas pelat badan
b	= Lebar penampang
C	= Koefisien respons seismic
C_b	= Koefisien pengali momen tekuk torsi lateral
C_d	= Faktor amplikasi defleksi
c_m	= Faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan diagram momen ekuivalen.
C_t	= Nilai Parameter Perioda Pendekatan
C_u	= Koefisien batasan atas
C_{vx}	= Faktor distribusi vertikal
c_w	= Konstanta warping penampang
E	= Modulus Elastisitas Baja
F_a	= Koefisien situs untuk periode pendek 0,2 detik
f_L	= Tegangan leleh dikurangi tegangan sisa
f_r	= Tegangan residu
F_s	= Faktor skala seismik
f_u	= Tegangan Tarik putus
F_v	= Koefisien situs untuk periode pendek 1 detik
F_x	= Gaya gempa pada tingkat x

f_y	= Tegangan leleh
g	= Percepatan gravitasi (9,81 m/dtk ²).
G	= Modulus Geser Baja
h	= Tinggi penampang
H	= Gaya horizontal
h_{sx}	= Tinggi struktur
h_r	= Tinggi maksimum dek baja
I	= Momen inersia
I_e	= Faktor Keutamaan Gempa
I_w	= Konstanta puntir lengkung
J	= Konstanta puntir torsi
k_c	= Faktor panjang tekuk
k	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut
L	= Beban hidup yang bekerja pada tingkat lantai struktur akibat penggunaan struktur.
L_b	= Panjang bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan.
L_p	= Panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis.
L_r	= Panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral.
MCE_G	= Nilai tengah geometrik gempa tertimbang maksimum
MCE_R	= Spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
M_{cr}	= Momen kritis terhadap tekuk torsi lateral
M_n	= Momen lentur nominal penampang
M_{ntu}	= Momen lentur terfaktor yang diakibatkan oleh beban-beban yang tidak menimbulkan goyangan.
M_p	= Kuat lentur plastis
M_r	= Momen batas tekuk
M_u	= Momen lentur perlu
N	= Kuat aksial nominal komponen struktur
N_n	= Kuat tekan nominal komponen struktur

N_u	= Beban aksial terfaktor
N_{cr}	= Gaya tekuk elastis komponen struktur
N_{crb}	= Beban kritis elastis untuk komponen struktur tak-bergoyang
N_{crs}	= Beban kritis elastis untuk komponen struktur dengan Goyangan
PGA	= Percepatan pada permukaan tanah puncak MCE_G terpeta
r	= Jari-jari kelengkungan
R	= Koefisien modifikasi respons
r_y	= Jari-jari girasi terhadap sumbu y (sumbu lemah)
S_B	= Batuan dasar yaitu lapisan batuan di bawah permukaan tanah yang memiliki memiliki kecepatan rambat gelombang geser (V_s) mencapai 750 m/detik.
S_{DS}	= Parameter spectral desain untuk perioda pendek 0,2 detik
S_{D1}	= Parameter spectral desain untuk perioda 1 detik
S_I	= Parameter percepatan di batuan dasar untuk perioda 1 detik
S_{MS}	= Parameter spektrum respons percepatan perioda pendek 0,2 detik
S_{M1}	= Parameter spektrum respons percepatan perioda 1,0 detik
S_S	= Parameter percepatan di batuan dasar untuk perioda pendek 0,2 detik
S_x	= Modulus penampang terhadap sumbu-x
T	= Periode getar fundamental struktur
T_a	= Periode fundamental pendekatan
t_f	= Tebal <i>flange</i>
t_w	= Tebal <i>web</i>
T_o	= $0,2 \frac{SD1}{SDS}$
T_s	= $\frac{SD1}{SDS}$
V	= Gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur
V_n	= Kuat geser nominal
V_u	= Kapasitas geser perlu
V_s	= Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata
W	= Berat efektif bangunan
X_1, X_2	= Koefisien perhitungan momen tekuk torsi lateral
Z_x	= Modulus penampang plastis

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2019, Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2019, Jakarta.
- Budiono, B., & Supriatna, L. (2011). Studi komparasi desain bangunan tahan gempa dengan menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X. Penerbit ITB, Bandung.
- Dewobroto, W. (2010). Struktur Baja, Perilaku, Analisis dan Desain.
- Hamburger, R. O. (2009). Facts for Steel Buildings Number 3-Earthquakes and Seismic Design.
- Juandinata, R., Pranata, Y., & Muljati, I. (2014). Pengaruh Dilatasi pada Bangunan dengan Ketidakberaturan Geometri Vertikal yang Didesain secara Direct Displacement Based. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 3(2).
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010. Peta Hazard Gempa Indonesia 2010. Jakarta.
8. Moh, Miftakhur Riza, 2016. Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan ETABS. ARS Group.
- Nasional, P. S. G. (2017). Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017. *Pusat Litbang Perumahan dan Pemukiman, Kemen PUPR*.
- Nugroho, H. T., Suhendra, S., & Nuklirullah, M. (2021). Analisa Perhitungan Struktur Baja Menggunakan Program ETABS. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 120-127.
- Setiawan, A. (2008). Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD.
- Sibagariang, I. S., & Tarigan, S. D. (2022). Analisis Struktur Portal Baja Dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) Dengan Menggunakan Peta Gempa 2017. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 5(2), 69-81.
- Sitompul, M., Pasaribu, H. M., & Oktaviani, T. (2022). STUDI PERBANDINGAN SPEKTRUM RESPONS DESAIN SNI 1726: 2019 TERHADAP SNI 1726: 2012 DI PROVINSI SUMATERA UTARA. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 30-39.

Umum, D. P. (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah Dan Gedung (PPPURG 1987). *Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.*

