

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA DAN
TSUNAMI TERHADAP GEDUNG BETON
BERTULANG 10 LANTAI BERDASARKAN SNI
1727:2020 DENGAN VARIASI KETINGGIAN
TSUNAMI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



MUHAMMAD IKHSAN
03011181722004

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA DAN TSUNAMI TERHADAP
GEDUNG BETON BERTULANG 10 LANTAI BERDASARKAN SNI
1727:2020 DENGAN VARIASI KETINGGIAN TSUNAMI

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

MUHAMMAD IKHSAN

03011181722004

Palembang, 25 Mei 2021

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing,

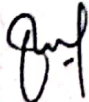


Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.

NIP. 198208132008121002

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,


Dr. Ir. Saloma, M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya jugalah tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak terkait, yaitu:

1. Dr. Ir. Saloma, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, saran, dan motivasi yang sangat bermanfaat untuk proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Betty Susanti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik.
4. Ayah Kuba Buana dan mendiang Ibu Kwartiningrum yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Kakak dan adik yang telah membantu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan penulis dan dosen pembimbing. Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan yang dimiliki penulis. Kritik dan saran yang bersifat positif akan bermanfaat untuk peningkatan kualitas diri dan juga pembekalan pengetahuan di masa yang akan datang.

Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembacanya dan dapat digunakan sebaik mungkin.

Palembang, 07 Juni 2021



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xiv
SUMMARY	xv
PERNYATAAN INTEGRITAS	xvi
HALAMAN PERSETUJUAN	xvii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xviii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beban Tsunami	5
2.2.1 Tahapan Beban Gelombang Tsunami	7
2.2.2 Beban Hidrostatik.....	8
2.2.3 Beban Hidrodinamik	11
2.2.4 Beban Puing	12
2.2 Beban Gempa	13
2.2.1 Penentuan Faktor Keutamaan Gempa	13
2.2.2 Penentuan Kelas Situs	14
2.2.3 Penentuan Parameter Gempa	14

2.2.4	Penentuan Kategori Desain Seismik	17
2.2.5	Penentuan Sistem Struktur	18
2.2.6	Perhitungan Periode Struktur	19
2.2.7	Perhitungan Gaya Geser Dasar	20
2.2.8	Penerapan Respons Spektrum	21
2.3	Desain Struktur terhadap Beban Lateral	22
2.3.1	Beban Tsunami.....	22
2.3.2	Beban Gempa	22
2.3.3	Kombinasi Pembebanan.....	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Diagram Alir Penelitian	30
3.2	Alur Ringkas Penelitian	31
3.3	Deskripsi Parameter Gedung	32
3.4	Pembebanan	33
3.5	<i>Preliminary Design</i>	34
3.6	Optimasi Desain	35
3.7	Penentuan Beban Tsunami.....	35
3.8	Metode Pemodelan Beban.....	38
3.8.1	Diskritisasi Beban	39
3.8.2	Pemodelan Analisis Nonlinear	39
3.9	Penerimaan Struktur terhadap Beban Tsunami.....	39
3.9.1	Kriteria penerimaan sistem pemikul gaya lateral.....	40
3.9.2	Kriteria penerimaan komponen struktural.....	40
3.10	Analisis dan Pembahasan.....	42
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Perhitungan Beban Desain Awal	43
4.1.1	Beban Mati	43
4.1.2	Beban Hidup.....	44
4.1.3	Beban Gempa	44
4.2	<i>Preliminary Design</i>	45

4.2.1	Desain Balok	46
4.2.2	Desain Pelat.....	46
4.2.3	Desain Kolom.....	47
4.3	Optimasi Desain	47
4.4	Hasil Gedung Desain terhadap Gempa (Model 1)	48
4.4.1	Dimensi Desain Akhir	49
4.4.2	Batasan Lendutan Seketika Sistem Gravitasi.....	50
4.4.3	Batasan Simpangan Antar Lantai	51
4.5	Perhitungan Beban Tsunami	53
4.5.1	Kedalaman Rendaman dan Kecepatan Tsunami Desain.....	54
4.5.2	Penerimaan Awal Beban Tsunami	55
4.5.3	Kasus Beban 1	57
4.5.4	Kasus Beban 2.....	60
4.5.5	Kasus Beban 3	62
4.5.6	Beban Impak Puing	64
4.5.7	Beban Tambahan pada Sistem Gravitasi.....	64
4.6	Metode Pemodelan Beban.....	65
4.6.1	Diskritisasi Beban	65
4.6.2	Analisis Nonlinear.....	69
4.7	Penerimaan Beban Tsunami.....	72
4.7.1	Model 2 (Tsunami 1 Lantai dengan Penerimaan Linear).....	73
4.7.2	Model 3 (Tsunami 1 Lantai dengan Penerimaan Nonlinear)	78
4.7.3	Model 4 (Tsunami 2 Lantai dengan Penerimaan Linear).....	81
4.7.4	Model 5 (Tsunami 2 Lantai dengan Penerimaan Nonlinear)	85
4.7.5	Model 6 (Tsunami 3 Lantai dengan Penerimaan Linear).....	88
4.7.6	Model 7 (Tsunami 3 Lantai dengan Penerimaan Nonlinear)	91
4.8	Analisis dan Pembahasan.....	94
4.8.1	Gaya Akibat Beban Tsunami Keseluruhan	94
4.8.2	Gaya Akibat Beban Impak Puing.....	98
4.8.3	Perbandingan Berat Struktur dan Gaya Geser Dasar	101
4.8.4	Perbandingan Simpangan Lantai.....	104
4.8.5	Perbandingan Sebaran Sendi Plastis Model Nonlinear	106

BAB 5 PENUTUP.....	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN.....	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Anatomi Gelombang Tsunami (SNI 1727:2020).....	5
2.2 Hubungan antara ketinggian rendaman dan kecepatan aliran untuk tiga kasus pembebanan tsunami (Leet dkk., 2018)	8
2.3 Tekanan hidrostatik akibat rendaman tsunami (Leet dkk., 2018).....	9
2.4 Tekanan akibat gaya hidrostatis (a) saat kedalaman rendaman penuh (b) setelah gelombang tsunami reda (Leet dkk., 2018).....	10
2.5 Gaya angkat akibat volume air yang tergantikan ruang kosong	10
2.6 Perpindahan gedung yang diakibatkan gaya gempa (Taranath, 2010)	13
2.7 Respons Spektra Sesuai ASCE 7-16/7-05 atau SNI 1726:2019	16
2.8 Perbedaan sistem struktur pada arah vertikal (Taranath, 2010).....	18
2.9 Mekanisme leleh satu lantai yang dapat dicegah dengan prinsip kolom kuat balok lemah (Taranath, 2010)	23
2.10 Prosedur analisis yang diperbolehkan menurut SNI 1726:2019 (Taranath, 2010 dengan penyesuaian terhadap SNI 1726:2019).....	24
3.1 Denah gedung rencana	32
3.2 Elevasi gedung rencana.....	32
3.3 Elevasi dinding bawah dan jendela (Robertson, 2020).....	33
3.4 Respons spektrum Banda Aceh tanah lunak	34
3.5 Penentuan <i>tributary</i> masing-masing diafragma (CSi, 2019)	36
3.6 Ilustrasi beban apung dan lateral tak seimbang (Robertson, 2020)	37
3.7 Diskritisasi paling sederhana (Baiguera dkk., 2019)	39
3.8 Ilustrasi kriteria penerimaan awal beban tsunami (Robertson, 2020).....	40
3.9 Kurva gaya-deformasi yang telah diberikan titik layanan (CSi, 2017).....	42
4.1 Respons spektrum Banda Aceh untuk tanah lunak (PuSGeN, 2021)	44
4.2 Tampak elevasi XZ gedung hasil desain.....	49
4.3 Tampak elevasi YZ gedung hasil desain.....	49
4.4 Hasil pengecekan <i>drift ratio</i> pada struktur akibat beban gempa.....	53
4.5 Arah beban tsunami tinjauan.....	53
4.6 Hubungan kedalaman rendaman dan kecepatan aliran (SNI 1727:2020).....	54

4.7 Penentuan kecepatan aliran kasus beban 1 ketinggian 1 lantai.....	58
4.8 Ilustrasi perhitungan luas proyeksi elemen struktur LC 2, 1 lantai.....	60
4.9 Jumlah kolom pada denah lantai (tipikal, 45 buah)	61
4.10 Ilustrasi perhitungan luas proyeksi elemen struktur LC 3, 1 lantai	63
4.11 Diskritisasi paling sederhana (Baiguera dkk., 2019)	65
4.12 Gaya tiap lantai untuk kasus beban (a) 1 (b) 2 (c) 3	69
4.13 Ilustrasi CDPO dan VDPO (Rossetto dkk., 2019).....	70
4.14 Ilustrasi pemodelan beban hidrodinamik komponen	71
4.15 Ilustrasi pemodelan beban impak puing.....	72
4.16 Kolom eksterior (merah) dan kolom interior (biru)	73
4.17 Elevasi desain akhir model 2 (a) Eksterior (b) Interior.....	76
4.18 Simpangan lantai model 2.....	77
4.19 Elevasi desain akhir model 3 (a) Eksterior (b) Interior.....	79
4.20 Simpangan lantai model 3.....	80
4.21 Elevasi desain akhir model 4 (a) Eksterior (b) Interior.....	83
4.22 Simpangan lantai model 4.....	84
4.23 Elevasi desain akhir model 5 (a) Eksterior (b) Interior.....	86
4.24 Simpangan lantai model 5.....	87
4.25 Elevasi desain akhir model 6 (a) Eksterior (b) Interior.....	89
4.26 Simpangan lantai model 6.....	91
4.27 Elevasi desain akhir model 7 (a) Eksterior (b) Interior.....	92
4.28 Simpangan lantai model 7.....	93
4.29 Momen balok maksimum tiap model.....	96
4.30 Gaya geser balok maksimum tiap model	96
4.31 Pembagian jenis kolom berdasarkan luas <i>tributary</i>	97
4.32 Gaya aksial kolom tiap model.....	99
4.33 Gaya geser kolom tiap model.....	100
4.34 Momen kolom tiap model	100
4.35 Grafik berat struktur dan gaya geser dasar.....	103
4.36 Simpangan lantai kasus beban 2	104
4.37 <i>Drift ratio</i> kasus beban 2.....	105
4.38 Sebaran sendi plastis model nonlinear (a) 3 (b) 5 (c) 7.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Faktor keutamaan untuk beban hidrodinamik dan beban impact	6
2.2 Ringkasan kasus beban tsunami sesuai ASCE 7-16 dan SNI 1727:2020	7
2.3 Koefisien seret untuk struktur persegi	11
2.4 Faktor keutamaan gempa	14
2.5 Koefisien situs, F_a	15
2.6 Koefisien situs, F_v	15
2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons periode pendek	17
2.8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons periode 1 detik.....	17
2.9 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	19
2.10 Koefisien batas atas periode yang dihitung.....	19
2.11 Ketidakberaturan horizontal struktur	24
2.12 Ketidakberaturan vertikal struktur	25
3.1 Model penelitian	31
3.2 Peraturan pembebanan rencana.....	34
3.3 Kasus beban tsunami.....	38
4.1 Daftar penampang balok yang digunakan.....	47
4.2 Daftar penampang kolom yang digunakan	48
4.3 Rekap penampang struktur model 1.....	50
4.4 Perhitungan <i>drift ratio</i> gempa arah X tanpa torsi tak terduga.....	51
4.5 Perhitungan <i>drift ratio</i> gempa arah X dengan torsi tak terduga.....	51
4.6 Perhitungan <i>drift ratio</i> gempa arah Y tanpa torsi tak terduga.....	52
4.7 Perhitungan <i>drift ratio</i> gempa arah Y dengan torsi tak terduga.....	52
4.8 Rekap perhitungan kecepatan atas desain tsunami	55
4.9 Rekap perhitungan penerimaan awal	56
4.10 Rekap gaya kasus beban 1	59
4.11 Rekap gaya kasus beban 2	62
4.12 Rekap gaya kasus beban 3	64
4.13 Rekap gaya per lantai kasus beban 1.....	67
4.14 Rekap gaya per lantai kasus beban 2.....	67

4.15 Rekap gaya per lantai kasus beban 2 konservatif.....	67
4.16 Rekap gaya per lantai kasus beban 3.....	67
4.17 Rekap gaya per lantai kasus beban 3 konservatif.....	68
4.18 Gaya hidrodinamik komponen model 2.....	75
4.19 Rekap penampang struktur model 2.....	75
4.20 Simpangan antar lantai model 2.....	77
4.21 Perhitungan <i>drift ratio</i> kasus beban 2 model 2.....	78
4.22 Rekap penampang struktur model 3.....	78
4.23 Simpangan antar lantai model 3.....	80
4.24 Perhitungan <i>drift ratio</i> kasus beban 2 model 3.....	81
4.25 Gaya hidrodinamik komponen model 4.....	82
4.26 Rekap penampang struktur model 4.....	82
4.27 Simpangan antar lantai model 4.....	84
4.28 Perhitungan <i>drift ratio</i> kasus beban 2 model 4.....	84
4.29 Rekap penampang struktur model 5.....	85
4.30 Simpangan antar lantai model 5.....	86
4.31 Perhitungan <i>drift ratio</i> kasus beban 2 model 5.....	87
4.32 Gaya hidrodinamik komponen model 6.....	88
4.33 Rekap penampang struktur model 6.....	90
4.34 Simpangan antar lantai model 6.....	90
4.35 Perhitungan <i>drift ratio</i> kasus beban 2 model 6.....	91
4.36 Rekap penampang struktur model 7.....	92
4.37 Simpangan antar lantai model 7.....	93
4.38 Perhitungan <i>drift ratio</i> kasus beban 2 model 7.....	94
4.39 Rekap gaya dalam balok maksimum.....	95
4.40 Rekap gaya dalam kolom eksterior.....	95
4.41 Rekap gaya dalam kolom interior.....	95
4.42 Gaya angkat kasus beban 1.....	97
4.43 Gaya aksial kolom untuk kasus beban apung.....	98
4.44 Gaya netto pada kolom lantai dasar.....	98
4.45 Rekap gaya dalam akibat beban impak puing pada kolom eksterior.....	99
4.46 Berat struktur tiap model.....	101

4.47 Gaya geser tiap model.....	102
4.48 Gaya geser dengan penerimaan sederhana.....	103
4.49 Simpangan lantai maksimum tiap model	104
4.50 <i>Drift ratio</i> tiap model	105
4.51 Sebaran sendi plastis model 3	107
4.52 Sebaran sendi plastis model 5	107
4.53 Sebaran sendi plastis model 7	107

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kategori Risiko Pembebanan Menurut SNI 1727:2020	112
2. Kategori Risiko Bangunan untuk Beban Gempa Menurut SNI 1726:2019.	113
3. Klasifikasi Situs Berdasarkan SNI 1726:2019	114
4. Simpangan Antar Tingkat Izin Menurut SNI 1726:2019	114
5. <i>Source Code</i> Kerangka Kerja (<i>Framework</i>)	115
6. <i>Input Program</i>	119
7. <i>Source Code</i> Skala Gaya Respons Spektrum terhadap Nilai <i>Base Shear</i>	121
8. Perhitungan Beban Tsunami Kasus Beban 2	122
9. Perhitungan Beban Tsunami Kasus Beban 3	125

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH BEBAN GEMPA DAN TSUNAMI TERHADAP GEDUNG BETON BERTULANG 10 LANTAI BERDASARKAN SNI 1727:2020 DENGAN VARIASI KETINGGIAN TSUNAMI

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 07 Juni 2021

Muhammad Ikhsan; Dibimbing oleh Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 109 halaman, 55 gambar, 68 tabel, 9 lampiran

Standar ASCE 7 dengan versi terbarunya ASCE 7-16 diadopsi menjadi beberapa standar di Indonesia, diantaranya SNI 1726:2019 mengenai persyaratan gempa dan SNI 1727:2020 mengenai beban desain minimum. Persyaratan baru memberikan jenis beban baru dari standar SNI 1727:2013, yaitu beban tsunami. Beban ini diadopsi karena dirasa relevan untuk Indonesia. Penelitian akan dilakukan untuk menentukan respons struktur terhadap variasi beban tsunami. Ketinggian rendaman tsunami divariasikan menjadi 1 lantai, 2 lantai, dan 3 lantai. Variasi juga akan dilakukan pada kriteria penerimaan struktur yaitu kriteria linear dan kriteria nonlinear. Penelitian ini menggunakan variabel tetap berupa mutu material, topologi struktur (hubungan antar elemen struktur), dan pembebanan selain tsunami. Variabel bebas yang divariasikan berupa pembebanan tsunami dan kriteria penerimaan struktur. Perbandingan akan dilakukan terhadap variabel terikat yaitu deformasi, gaya dalam, dan berat struktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya dalam akibat beban tsunami terjadi pada level bawah bangunan setinggi ketinggian rendaman. Gaya tsunami yang ditinjau berupa gaya hidrostatik, hidrodinamik, dan dampak puing. Penerimaan struktur mempengaruhi gaya dalam yang terjadi. Nilai gaya geser dasar hidrodinamik keseluruhan tsunami tergantung dari ketinggian tsunami, dimana nilai terbesar terdapat pada tsunami setinggi 3 lantai yaitu sebesar 38.392,687 kN pada kasus beban 2. Penerimaan struktur nonlinear dapat mengurangi momen yang terjadi pada kolom hingga 49,665% dari struktur linear. Kolom eksterior lantai atas umumnya dikontrol oleh beban dampak puing. Kolom lantai bawah dikontrol oleh beban hidrodinamik. Gaya angkat netto paling kecil yang terjadi adalah sebesar 155,760 kN (ke bawah). Gaya netto terkecil ini terjadi pada kolom interior model 5 (tsunami 2 lantai penerimaan nonlinear).

Kata kunci: Analisis Linear, Analisis Nonlinear, Beban Tsunami, Optimasi Struktur, Respons Struktur.

SUMMARY

ANALYSIS OF SEISMIC AND TSUNAMI LOADS EFFECTS ON 10-STORY REINFORCED CONCRETE BUILDING BASED ON SNI 1727:2020 WITH TSUNAMI HEIGHT VARIATIONS

Scientific paper in the form of Final Project, June 7, 2021

Muhammad Ikhsan; Supervised by Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 109 pages, 55 images, 68 tables, 9 attachments

ASCE 7 new code, ASCE 7-16 is adopted in Indonesia to become several building codes namely, SNI 1726:2019 for earthquake loads and its requirements and SNI 1727:2020 for minimum loads on buildings. There is a new requirement that is different from SNI 1727:2013, namely tsunami loads. This load is adopted because of its relevance to Indonesia. This study aims to know the structural response of a building subjected to different tsunami heights. Inundation heights will be varied to 1 story, 2 stories, and 3 stories. Another variation that is used in this study is structural acceptance criteria, namely linear acceptance and nonlinear acceptance. Fixed variables are materials specification, structural topology, and loads except tsunami. Independent variables are varied namely tsunami loads and structural acceptance criteria. Comparison will be made to the dependent variables, namely deformation, internal force, and structure weight. The results show that the internal forces due to the tsunami loads occurred at the lower level of the building as high as the inundation height. The applied tsunami forces are hydrostatic, hydrodynamic, and debris impact forces. Acceptance criteria of structure affects the internal forces that occur. Hydrodynamic base shear force depends on the height of the tsunami, where the greatest value is in the 3 stories tsunami high, which is 38,392.687 kN in the load case 2. Nonlinear structures can reduce the bending moment that occurs in the column up to 49.665% in comparison with linear structures. The upper floor exterior columns are generally controlled by debris impact loads. The lower floor column is controlled by hydrodynamic loads. The results show that 10-story structure is not vulnerable to be lifted by the buoyancy load. The smallest net lift that occurs is 155.760 kN (down). The smallest net lift occurs in the interior column of model 5 (tsunami 2 nonlinear acceptance criteria).

Keywords: Linear Analysis, Nonlinear Analysis, Structural Optimization, Structural Response, Tsunami Loads.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ikhsan
NIM : 03011181722004
Judul : Analisis Pengaruh Beban Gempa dan Tsunami terhadap Gedung Beton Bertulang 10 Lantai Berdasarkan SNI 1727:2020 dengan Variasi Ketinggian Tsunami

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, 25 Mei 2021



Muhammad Ikhsan

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Pengaruh Beban Gempa dan Tsunami terhadap Gedung Beton Bertulang 10 Lantai Berdasarkan SNI 1727:2020 dengan Variasi Ketinggian Tsunami” yang disusun oleh Muhammad Ikhsan, 03011181722004 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Mei 2021.

Palembang, 02 Maret 2021

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Pembimbing:

1. Ahmad Muhtarom, S.T., M.Eng.
NIP. 198208132008121002

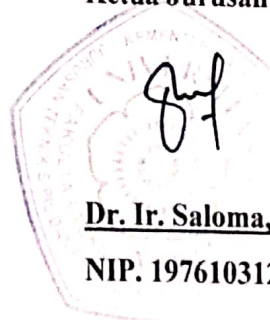
()

Penguji:

2. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

()

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Ir. Saloma, M.T.

NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ikhsan
NIM : 03011181722004
Judul : Analisis Pengaruh Beban Gempa dan Tsunami terhadap Gedung Beton Bertulang 10 Lantai Berdasarkan SNI 1727:2020 dengan Variasi Ketinggian Tsunami

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 07 Juni 2021



Muhammad Ikhsan

03011181722004

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Ikhsan
Jenis Kelamin : Laki-laki
Email : mikhsanikhsan99@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Masa
SD Xaverius 9 Palembang SD Xaverius 4 Palembang	-	-	2005-2009 2009-2011
SMP Xaverius 2 Palembang	-	-	2011-2014
SMA Xaverius 1 Palembang	-	IPA	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	2017-2021

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



Muhammad Ikhsan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angin ekstrim, gempa bumi besar, dan tsunami adalah beberapa fenomena alam yang memberikan pembebanan lateral yang mampu merusak struktur dan bahkan mengakibatkan hilangnya nyawa. Insiden tersebut rumit yang cenderung terjadi secara teratur, namun tidak dapat diprediksi secara tepat. Standar ASCE 7 (*Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*) mengkuantifikasi beban ini dengan cara probabilistik berdasarkan klimatologi, geologi, dan seismologi dari data sebelumnya dan kejadian-kejadian yang ada (Leet dkk., 2018).

Standar ASCE 7 dengan versi terbarunya ASCE 7-16 diadopsi menjadi beberapa standar di Indonesia, diantaranya SNI 1726:2019 mengenai persyaratan gempa dan SNI 1727:2020 mengenai beban desain minimum. Persyaratan baru memberikan jenis beban baru dari standar SNI 1727:2013, yaitu beban tsunami. Beban ini diadopsi karena dirasa relevan untuk Indonesia. Hal ini tentunya menjadi acuan baru untuk daerah-daerah yang rawan tsunami di Indonesia.

Beban lingkungan pada standar SNI 1727:2020 pada umumnya terdiri dari beban vertikal dan juga beban lateral. Pada umumnya, untuk beban gravitasi tidak banyak yang dapat dilakukan untuk merekayasa struktur. Inovasi banyak dikembangkan umumnya untuk menahan beban lateral yang terjadi pada struktur (Taranath, 2010). Proses desain awal biasanya hanya mempertimbangkan beban gravitasi saja, sehingga perlu didesain lebih lanjut agar struktur dapat menahan beban lateral yang bekerja pada bangunan.

Beban gempa terjadi akibat defleksi yang terjadi karena kelebaman bangunan saat terjadi perpindahan tanah yang tiba-tiba (Taranath, 2010). Beban tsunami dan angin memiliki karakteristik yang hampir sama, yaitu tergantung dari permukaan yang terekspos gaya ini. Beban tsunami juga memiliki gaya angkat yang bekerja berlawanan dengan gaya gravitasi, apabila ada suatu ruangan yang menggantikan volume air tsunami. Karakteristik tersebut menjadikan beban gempa didesain

secara iteratif, sementara beban angin dan tsunami bisa didesain berdasarkan permukaan dari bangunan yang terekspos.

Adopsi beban tsunami dari standar ASCE 7 tentunya membuat perlu dilakukan analisis terhadap efek beban ini terhadap bangunan di daerah yang rawan tsunami. Beban tsunami tentunya akan menambah beban pada desain bangunan. Beban gaya angkat pada beban tsunami juga menjadikan gedung harus mempunyai berat yang cukup agar tidak terangkat dari fondasi. Berat gedung yang besar di sisi lain juga memperbesar gaya gempa. Perbedaan karakteristik ini membuat penelitian mengenai efek dari beban tsunami dan beban gempa perlu dilakukan. Dalam penelitian ini, beban tsunami dan gempa akan diterapkan pada struktur beton bertulang. Tinggi rendaman akan divariasikan untuk melihat respons dari struktur bangunan beton bertulang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana respons struktur gedung beton bertulang ketika diberi beban tsunami dan gempa sesuai dengan standar SNI 1727:2020?
2. Bagaimana perbandingan antara gaya angkat yang terjadi dengan berat struktur total?
3. Bagaimana pengaruh dari ketinggian rendaman pada beban tsunami terhadap respons struktur gedung beton bertulang?
4. Bagaimana perbandingan hasil desain akhir dari struktur yang didesain dengan beban tsunami dan gempa sesuai dengan standar SNI 1727:2020 dengan variasi ketinggian tsunami?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, berikut ini adalah tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini:

1. Menganalisis respons struktur gedung beton bertulang ketika diberi beban tsunami dan gempa sesuai dengan standar SNI 1727:2020.
2. Membandingkan gaya angkat yang terjadi dengan berat struktur total.

3. Menganalisis pengaruh dari ketinggian rendaman pada beban tsunami terhadap respons struktur gedung beton bertulang.
4. Menganalisis perbandingan hasil desain akhir dari struktur yang didesain dengan beban tsunami dan gempa sesuai dengan standar SNI 1727:2020 dengan variasi ketinggian tsunami.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian yang menjadi batasan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Struktur bangunan yang digunakan adalah portal gedung beton bertulang dengan ketinggian 10 lantai.
2. Sistem struktur yang digunakan disesuaikan antara Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) atau sistem ganda yang juga terdiri dari Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK). Penggunaan sistem struktur akan disesuaikan dengan hasil optimasi dari dimensi struktur bangunan.
3. Beban lingkungan yang ditinjau adalah beban tsunami dan beban gempa, sesuai dengan standar SNI 1727:2020.
4. Aspek tinjauan beban tsunami hanya pada aspek struktur saja, sehingga aspek hidrolika dan geoteknik tidak ditinjau.
5. Mutu beton akan dibuat sama yang nilainya akan dicoba sebesar 30, 40, dan 50 MPa. Mutu beton akan tergantung dari hasil analisis dan akan dibuat sama untuk seluruh model.
6. Ketinggian dari rendaman tsunami divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya pada struktur. Ketinggian rendaman tsunami divariasikan menjadi 1 lantai, 2 lantai, dan 3 lantai.
7. Gaya tsunami yang ditinjau berupa gaya hidrostatis, hidrodinamik, dan impak puing.
8. Beban akan diterapkan sebagai beban statik sesuai dengan SNI 1727:2020 dengan variasi kriteria penerimaan pada struktur.
9. Beban tsunami ditinjau dari satu sisi, tegak lurus dengan arah paling lebar bangunan (*broad side*). Beban tsunami menggunakan kasus beban sesuai dengan SNI 1727:2020.

10. Kriteria penerimaan struktur pemikul beban lateral akan dibuat untuk struktur balok dan kolom.
11. Kriteria penerimaan struktur terhadap beban tsunami akan dibedakan menjadi kriteria linear dan nonlinear. Penerimaan struktur secara linear menggunakan desain komponen sesuai SNI 2847:2019 (ACI 318-14). Penerimaan struktur secara nonlinear akan menggunakan karakteristik nonlinear dari standar ASCE 41-13.
12. Beban dampak puing menggunakan persamaan yang disederhanakan sesuai dengan SNI 1727:2020 pasal 6.11.1.
13. Gaya gempa pada struktur berdasarkan respons spektrum daerah Banda Aceh dengan kondisi tanah lunak.
14. Gaya yang ditinjau bekerja pada struktur atas saja, gaya pada fondasi tidak ditinjau.
15. Detailing tidak dilakukan untuk elemen-elemen struktur.
16. Peraturan yang digunakan antara lain, SNI 1727:2020 dan PPPURG 1987 untuk desain beban minimum, SNI 2847:2019 untuk desain tahap awal elemen struktur, SNI 1726:2019 untuk persyaratan mengenai ketahanan gempa pada struktur.
17. Hasil dari penelitian ini berupa deformasi, gaya-gaya dalam, dan berat struktur dari model-model yang divariasikan ketinggian tsunaminya. Pemodelan nonlinear akan menghasilkan tambahan berupa penyebaran sendi plastis pada saat struktur dibebani tsunami.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers, 2017. *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures ASCE 7-16*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- American Society of Civil Engineers, 2014. *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings ASCE 41-13*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Badan Standarisasi Nasional, 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2020*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan SNI 2847:2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung SNI 1726:2019*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Baiguera, M., Rossetto, T., Robertson, I. and Petrone, C., 2019. *Towards a tsunami nonlinear static analysis procedure for the ASCE 7 standard*. Pada: 2nd International Conference on Natural Hazards & Infrastructure. Chania: ICONHIC 2019.
- Computers and Structures, Inc., 2019. *Lateral Loads Manual*. Berkeley: Computers and Structures, Inc.
- Computers and Structures, Inc., 2017. *CSI Analysis Reference Manual*. Berkeley: Computers and Structures, Inc.
- Côté, M., 2018. *Shear Wall Layout Optimization of Dynamically Loaded Three-Dimensional Tall Building Structures*. Master. Massachusetts Institute of Technology.
- Leet, K., Uang, C., Lanning, J. and Gilbert, A., 2018. *Fundamentals of Structural Analysis*. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education.
- Robertson, I., 2020. *Tsunami Loads and Effects: Guide to the Tsunami Design Provisions of ASCE 7-16*. Virginia: ASCE Press.

- Rossetto, T., De la Barra, C., Petrone, C., De la Llera, J., Vásquez, J. and Baiguera, M., 2019. *Comparative assessment of nonlinear static and dynamic methods for analysing building response under sequential earthquake and tsunami*. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 48(8), pp.867-887.
- Taranath, B., 2010. *Reinforced Concrete Design of Tall Buildings*. Boca Raton: CRC Press.