

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS GEDUNG EVAKUASI TSUNAMI
BETON BERTULANG BERDASARKAN ASCE 7-16
DAN FEMA P646-2012**



**LYDIANA EFRIL RONGSADI
NPM : 2015410151**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS GEDUNG EVAKUASI TSUNAMI
BETON BERTULANG BERDASARKAN ASCE 7-16
DAN FEMA P646-2012**



**LYDIANA EFRIL RONGSADI
NPM: 2015410151**

BANDUNG, 21 JUNI 2019

PEMBIMBING

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Lydiana Efril Rongsadi

NPM : 2015410151

dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: STUDI ANALISIS GEDUNG EVAKUASI VERTIKAL TSUNAMI BETON BERTULANG BERDASARKAN ASCE 7-16 DAN FEMA P646-2012 adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 21 Juni 2019



Lydiana Efril Rongsadi

2015410151

STUDI ANALISIS GEDUNG EVAKUASI TSUNAMI BETON BERTULANG BERDASARKAN ASCE 7-16 DAN FEMA P646- 2012

Lydiana Efril Rongsadi

NPM: 2015410151

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

JUNI 2019

ABSTRAK

Dewasa ini, intensitas gempa bumi di Indonesia semakin meningkat, tentunya hal tersebut mempengaruhi potensi terjadinya tsunami. Hal tersebut menjadi dasar dibangunnya struktur bangunan yang tahan terhadap beban gempa dan mampu menahan pengaruh dari tsunami. Dari kejadian-kejadian tsunami sebelumnya, korban bencana tsunami lebih banyak disebabkan oleh puing-puing bangunan yang hancur diakibatkan oleh tsunami, puing-puing tersebut terbawa arus dan tidak jarang pula menghantam bangunan-bangunan di sekitarnya. Oleh karena itu, dibutuhkan struktur yang dapat menahan beban yang diakibatkan oleh puing bangunan tersebut. Penelitian dilakukan dengan 2 metode, yaitu studi pustaka dan studi analisis. Studi pustaka dilakukan untuk memahami konsep beban tsunami dan syarat-syarat tambahan untuk bangunan yang berfungsi sebagai bangunan evakuasi, dan untuk studi analisis dilakukan analisis terhadap struktur menggunakan program ETABS dimana beban tsunami yang diinput mengacu pada ASCE 7-16. Struktur yang didesain merupakan struktur beton bertulang dengan pembebanan tsunami yang terdiri dari beban hidrostatis, beban hidrodinamik dan beban puing dimana ketinggian genangan tsunami diasumsikan setinggi 4,2 meter. Dengan beban tsunami arah 45^0 , hasil analisis memberikan kesimpulan bahwa beban tsunami tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon struktur dari bangunan evakuasi dengan nilai I_e 1,5, dimana bangunan yang menahan beban tsunami membutuhkan penambahan luas penampang kolom sebesar 4,167% dan penambahan kebutuhan tulangan longitudinal pada balok sebesar 19,7% pada tumpuan dan 9,82% pada bagian lapangan.

Kata kunci: beban tsunami, bangunan evakuasi

ANALYSIS STUDY OF EVACUATION BUILDING FOR TSUNAMI WITH REINFORCED CONCRETE MATERIAL ACCORDING TO ASCE 7-16 AND FEMA P646-2012

Lydiana Efril Rongsadi

NPM: 2015410151

Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

(Accredited by SK BAN-PT Number:1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

JUNE 2019

ABSTRACT

Nowadays, the intensity of earthquake happening in Indonesia is increasing, of course this affects the potential for a tsunami. That is the basis for building structures that are resistant to earthquake loads and able to withstand the effects of tsunamis. From previous tsunami incidents, the victims of the tsunami were mostly caused by the debris of buildings destroyed by the tsunami, the debris was carried away and often hit nearby buildings. Therefore, a structure that can withstand the load caused by the debris of the building is needed. Research done by two methods, the study of literature and analysis study. The study of literature was carried out to understand the concept of tsunami loads and additional requirements for buildings that function as an evacuation building, while for the analysis study, was carried out by using ETABS program where the inputted tsunami loads refer to ASCE 7-16. The structure designed is a reinforced concrete structure with tsunami loads consisting of hydrostatic load, hydrodynamic load and debris load where the tsunami inundation height is considered as high as 4.2 meters. With a tsunami load of 45 °, the analysis concludes that the tsunami load does not have a significant effect on the structural response of the evacuation building with a value of I_e 1.5, where buildings that withstand the tsunami load require an additional cross-sectional area of 4.167% and additional the need for longitudinal reinforcement in the beam was 19.7% in support and 9.82% in the field.

Keyword: tsunami loads, evacuation building

PRAKATA

Puji tuhan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas kasih karunianya kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul *STUDI ANALISIS GEDUNG EVAKUASI VERTIKAL TSUNAMI BETON BERTULANG BERDASARKAN ASCE 7-16 DAN FEMA P646-2012* ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana Strata 1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis tentunya melewati banyak hambatan, tantangan serta kesulitan. Namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M. T., selaku dosen pembimbing yang telah berbesar hati memberikan waktu, bimbingan, saran, ilmu dan dorongan selama penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Teknik Sipil UNPAR yang telah memberikan waktu, dedikasi dan ilmunya selama penulis berada di bangku perkuliahan.
3. Orang tua dan saudara/i yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan semangat pada penulis.
4. Teman-teman angkatan 2015 dan kakak adik angkatan sekalian yang secara langsung maupun tidak langsung membantu penulis selama masa perkuliahan
5. Teman-teman satu bimbingan skripsi, Andre, Cordei, Aditya, Dhanny, Jason, Louis dan Marcellino.
6. Teman-teman UBB yang telah banyak memberikan semangat, doa, kenangan manis, dan dukungan kepada penulis.
7. Andre Kristanto yang telah memberikan dukungan semangat, doa yang berlimpah, perhatian, dan waktunya kepada penulis dalam menghadapi berbagai kesulitan dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Berbagai pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi pembacanya.

Bandung, 21 Juni 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lydiana Efril Rongsadi', with a long horizontal stroke extending to the right.

Lydiana Efril Rongsadi

2015410151

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	1-1
1.2. Inti Permasalahan.....	1-2
1.3. Tujuan Penulisan.....	1-2
1.4. Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5. Metode Penulisan.....	1-5
1.5.1. Studi Pustaka.....	1-5
1.5.2. Studi Analisis.....	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	2-1
2.1 Gambaran Umum Tsunami.....	2-1
2.1.1 Karakteristik Tsunami.....	2-2
2.1.2 Gempa dan Tsunami Palu Donggala (September, 2018).....	2-3
2.2 Gedung Evakuasi Vertikal.....	2-4
2.3 Beban Tsunami.....	2-5
2.3.1 Faktor Keutamaan untuk Tsunami.....	2-6
2.3.2 Massa Jenis dan Berat Jenis Minimum untuk Beban Tsunami.....	2-6
2.3.3 Gaya Hidrostatik.....	2-7
2.3.4 Gaya Hidrodinamik.....	2-9
2.3.5 Gaya Runtuhan Puing.....	2-10
2.4 Perencanaan Gedung dan Non-gedung Tahan Gempa (berdasarkan SNI 1726:2012).....	2-11

2.4.1	Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	2-11
2.4.2	Parameter percepatan gempa	2-14
2.4.3	Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) 2-15	
2.4.4	Parameter percepatan spektral desain	2-16
2.4.5	Spektrum respons desain	2-16
2.4.6	Kategori Desain Seismik	2-17
2.4.7	Sistem Penahan Beban Gempa	2-18
2.4.8	Struktur Bangunan Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan.....	2-19
2.4.9	Peningkatan Gaya Akibat Ketidakteraturan untuk Kategori Desain Seismik D hingga F	2-21
2.4.10	Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga	2-22
2.4.11	Prosedur Analisis	2-23
2.4.12	Kombinasi Pembebanan	2-24
2.4.13	Pengaruh Beban Gempa	2-24
2.4.14	Berat Seismik Efektif.....	2-27
2.4.15	Prosedur gaya lateral ekuivalen	2-28
2.4.16	Penentuan Perioda Fundamental Struktur	2-29
2.4.17	Pengaruh P-Delta	2-30
2.4.18	Penentuan simpangan antar lantai	2-31
2.4.19	Analisis spektrum respons ragam	2-32
2.5	Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)	2-33
2.5.1	Beban Mati	2-33
2.5.2	Beban Hidup	2-33
2.6	Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847-2013)	2-35

2.6.1	Komponen Struktur Lentur pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK)	2-35
2.6.2	Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial.....	2-36
2.6.3	Lendutan Seketika untuk Balok dan Pelat Satu Arah.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.4	Lendutan Jangka Panjang untuk Balok dan Pelat Satu Arah (Non-Prestressed)	Error! Bookmark not defined.
BAB 3 STUDI KASUS.....		3-1
3.1	Data Gedung.....	3-1
3.2	Data Material.....	3-1
3.3.1	Beton.....	3-2
3.3.2	Tulangan	3-2
3.3	Data Pembebanan.....	3-2
3.3.1	Berat Sendiri (<i>Dead Load</i>)	3-2
3.3.2	Beban Mati Tambahan (<i>Superimposed Dead Load</i>)	3-2
3.3.3	Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	3-3
3.3.4	Beban Tangga	3-3
3.3.5	Beban Dinding.....	3-5
3.3.6	Beban Gempa	3-5
3.3.7	Beban Tsunami	3-6
3.4	Kombinasi Pembebanan.....	3-8
3.5	Perencanaan Dimensi Penampang Komponen Struktur	3-9
3.5.1	Kolom	3-9
3.5.2	Balok.....	3-10
3.5.3	Pelat	3-10
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS		4-1

4.1 Analisis Perilaku Gedung Beton Bertulang	4-1
4.1.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal	4-1
4.1.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal	4-3
4.1.3 Periode Struktur dan Arah Ragam Dominan	4-7
4.1.4 Partisipasi Ragam	4-8
4.1.5 Gaya Geser Dasar	4-9
4.1.6 Story Drift Gedung	4-9
4.1.7 Story Shear	4-10
4.1.8 Story Displacement	4-11
4.1.9 Pengaruh Efek P-Delta	4-11
4.2 Desain Elemen Gedung	4-13
4.2.1. Kolom	4-14
4.2.2. Balok	4-15
4.2.3. Pelat	4-16
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1. Kesimpulan	5-1
5.2. Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xiv

DAFTAR NOTASI

D = Beban Mati

L = Beban Hidup

FTSU = Efek Beban Tsunami

HTSU = Beban yang diakibatkan oleh tekanan lateral pada pondasi oleh induksi tsunami pada keadaan terendam. Beban tersebut dapat dianggap bernilai 0.9.

L_r = beban hidup pada atap

W = beban angin

R = beban hujan

E = beban gempa

Fh = Beban Hidrostatik

s = Massa Jenis Air laut yang akan dideskripsikan pada persamaan 2-4.

b = lebar permukaan yang mendapatkan tekanan

h_{max} = tinggi maksimum genangan air pada komponen struktur yang dihitung menggunakan persamaan 2-6.

R^* = Tinggi maksimum run up tsunami yang didesain

z_w = Elevasi dasar dinding pada struktur

s = berat jenis air, dapat dihitung menggunakan persamaan 2-4.

I_{tsu} = Faktor keutamaan tsunami (tabel 2.2)

Cd = koefisien drag. Nilai koefisien ini dapat dilihat di tabel 2.3.

b = lebar komponen struktur yang terkena aliran air

h_e = ketinggian genangan pada komponen yang ditinjau

u = kecepatan aliran tsunami

I_{tsu} = Faktor Keutamaan Tsunami (diberikan pada tabel 2.2)

C_o = koefisien orientasi, setara dengan 0.65 untuk batang kayu dan tiang.

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek;

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik;

T = perioda getar fundamental struktur

E = pengaruh beban gempa

- E_h = pengaruh beban gempa horisontal yang didefinisikan pada persamaan 2-11 dalam 2.3.3.1
- E_v = pengaruh beban gempa vertikal yang didefinisikan pada persamaan 2-12. Dalam 2.3.3.2
- ρ = faktor redudansi, yang dibahas dalam 2.3.3.3.
- E = pengaruh beban gempa.
- C_s = koefisien respons seismic yang ditentukan sesuai dengan persamaan 2-21;
- W = berat seismic efektif menurut 2.3.14.
- S_{DS} = parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang perioda pendek yang dibahas pada 2.3.4.
- R = faktor modifikasi respons pada tabel 2.11
- I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai tabel 2.5
- S_{D1} = parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda sebesar 1,0 detik yang ditentukan pada 2.3.4
- T = perioda fundamental struktur (detik) yang ditentukan pada 2.3.16
- S_1 = parameter percepatan spektrum respons maksimum yang dipetakan.
- H_n = ketinggian struktur dalam meter, dari atas tanah dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan pada tabel 2.17.
- P_x = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat x , (kN); bila menghitung P_x , faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0;
- Δ = simpangan antar lantai tingkat desain seperti yang di bahas pada 2.3.18, terjadi secara serentak dengan V_x , dinyatakan dalam mm;
- I_e = faktor keutamaan gempa;
- V_x = gaya geser seismic yang bekerja antara tingkat x dan $x-1$ (kN);
- H_{sx} = tinggi tingkat dibawah tingkat x , dinyatakan dalam mm;
- C_d = faktor pembesaran defleksi dalam tabel 2.11.
- p' = nilai pada tengah bentang untuk balok sederhana dan balok menerus, dan nilai pada tumpuan untuk balok kantilever.
- ξ = faktor tergantung waktu untuk beban tetap boleh diasumsikan pada 2.5.4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah Tipikal Lantai 2 sampai Lantai 4	1-3
Gambar 1.2 Tampak 3 Dimensi	1-3
Gambar 1.3 Potongan Arah Y	1-4
Gambar 1.4 Potongan Arah X.....	1-4
Gambar 2.1 Skema Tsunami	2-1
Gambar 2.2 Lempeng Samudera Bergerak Naik	2-2
Gambar 2.3 Lempeng Samudera Bergerak Turun	2-3
Gambar 2.4 Distribusi gaya hidrostatik terhadap dinding	2-7
Gambar 2.5 Distribusi gaya hidrodinamik terhadap dinding	2-9
Gambar 2.6 Gaya Runtuhan Puing pada suatu struktur	2-10
Gambar 2.7 Spektrum Respons Desain.....	2-17
Gambar 2. 8 Faktor Pembesaran Torsi, A_x	2-22
Gambar 2.9 Penentuan simpangan antar lantai	2-32
Gambar 2.10 Persyaratan Umum Komponen Struktur Lentur	2-36
Gambar 2.11 Persyaratan Umum Komponen Struktur yang Menahan Gaya Gempa dan Gaya Tekan Aksial	2-37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan gelombang tsunami dengan ombak laut.....	2-2
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Tsunami	2-6
Tabel 2.3 Koefisien Drag, C_d	2-10
Tabel 2.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban gempa	2-12
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa	2-13
Tabel 2.6 Klasifikasi Situs	2-14
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_a	2-15
Tabel 2.8 Koefisien Situs, F_v	2-16
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	2-18
Tabel 2.10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik	2-18
Tabel 2.11Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	2-19
Tabel 2.12 Ketidakberaturan Horisontal pada Struktur	2-20
Tabel 2.13 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	2-20
Tabel 2.14 Prosedur Analisis yang boleh digunakan	2-23
Tabel 2.15 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 persen gaya geser dasar	2-26
Tabel 2.16 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung	2-29
Tabel 2.17 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	2-30
Tabel 2.18 Beban Hidup Merata dan Terpusat Minimum pada Lantai Gedung	2-34
Tabel 2.19 Beban Hidup Merata dan Terpusat Minimum pada Lantai Gedung (lanjutan)	2-35
Tabel 2.20 Tebal Minimum Balok Non-prategang atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan tidak Dihitung	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.21 Lendutan Izin Maksimum yang dihitung	2-38
Tabel 3.1 Hasil Analisis Model Tangga Lantai 1-5 oleh SAP2000.....	3-5
Tabel 3.2 Perhitungan Beban Tsunami arah 45°	3-8
Tabel 3.3 Hasil <i>Preliminary Design</i> untuk kolom	3-9
Tabel 3.4 Hasil <i>Preliminary Design</i> untuk Balok.....	3-10

Tabel 4.1 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b untuk model 1	4-1
Tabel 4.2 Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b untuk model 2	4-1
Tabel 4.3 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 1a pada model 1	4-3
Tabel 4.4 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 1b pada model 1	4-4
Tabel 4.5 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 1a pada model 2	4-4
Tabel 4.6 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 1b pada model 2	4-4
Tabel 4.7 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 1	4-5
Tabel 4.8 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal tipe 2 pada model 2	4-5
Tabel 4.9 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal 5a & 5b Model 1	4-7
Tabel 4.10 Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal 5a & 5b Model 1	4-7
Tabel 4.11 Periode dan Arah Ragam Dominan	4-8
Tabel 4.12 Jumlah Partisipasi Ragam	4-8
Tabel 4.13 Gaya Geser Dasar dari model 1 dan model 2.....	4-9
Tabel 4.14 Hasil Pengecekan Story Drift arah X untuk model 1.....	4-9
Tabel 4.15 Hasil Pengecekan Story Drift arah Y untuk model 1.....	4-9
Tabel 4.16 Hasil Pengecekan Story Drift Arah X untuk model 2.....	4-10
Tabel 4.17 Hasil Pengecekan Story Drift Arah Y untuk model 2.....	4-10
Tabel 4.18 Story Shear pada arah X dan arah Y untuk kedua model gedung....	4-10
Tabel 4.19 Story Displacement Model 1.....	4-11
Tabel 4.20 Story Displacement Model 2.....	4-11
Tabel 4.21 Pengecekan Pengaruh Efek P-Delta Arah X.....	4-12
Tabel 4.22 Pengecekan Pengaruh Efek P-Delta Arah Y.....	4-12
Tabel 4.23 Pengecekan Pengaruh Efek P-Delta Arah X.....	4-12
Tabel 4. 24 Pengecekan Pengaruh Efek P-Delta Arah X.....	4-12
Tabel 4.25 Diameter Penampang Kolom untuk Model 1 dan Model 2	4-13
Tabel 4.26 Dimensi Balok.....	4-13
Tabel 4.27 Tulangan Longitudinal dan Transversal Kolom pada Model 1	4-14
Tabel 4.28 Tulangan Longitudinal dan Transversal Kolom pada Model 2	4-15
Tabel 4.29 Tulangan Balok pada model 1 dan model 2.....	4-15

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: Preliminary Design Balok	L1-2
LAMPIRAN 2: Preliminary Design Kolom	L2-1
LAMPIRAN 3: Perhitungan Faktor Skala Gempa.....	L3-1
LAMPIRAN 4: Perhitungan Penulangan Balok	L4-1
LAMPIRAN 5: Perhitungan Penulangan Kolom.....	L5-1
LAMPIRAN 6: Perhitungan Penulangan Pelat.....	L6-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya merupakan laut (64,97% dari total luas wilayahnya). Indonesia dilalui oleh jalur pertemuan antara 3 lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik sehingga Indonesia merupakan salah satu negara yang rawan akan terjadinya gempa bumi, termasuk gempa bumi yang terjadi di dasar laut. Selain itu, Indonesia juga memiliki cukup banyak jumlah gunung berapi aktif yang tersebar di sekitar wilayahnya yang berjumlah 127 gunung (tahun 2012).

Tsunami adalah sebuah ombak yang terjadi setelah sebuah gempa bumi, gempa laut, gunung berapi meletus, atau hantaman meteor di laut (Tsunami, 2008). Gerakan yang terjadi diantara zona pertemuan lempeng-lempeng tektonik yang terletak di bawah laut dapat menyebabkan gempa yang berpotensi untuk menyebabkan tsunami. Tsunami juga dapat diakibatkan oleh letusan gunung berapi, longsongan di bawah laut, serta jatuhnya meteor ke bumi.

Sejarah mencatat bahwa Indonesia pernah mengalami 9 kejadian Tsunami, yaitu Tsunami Sulawesi Tenggara (1968), Tsunami Flores (1992), Tsunami Banyuwangi (1994), Tsunami Kepulauan Banggai (2000), Tsunami Aceh (2004), Tsunami Pangandaran (2006), Tsunami Palu Donggala (September 2018), dan Tsunami Selat Sunda (Desember 2018). Sebagian besar tsunami yang terjadi di Indonesia diakibatkan oleh gempa bumi tektonik yang terjadi di bawah laut dan mengakibatkan banyak korban jiwa, kerusakan fasilitas-fasilitas umum, serta tempat-tempat tinggal. Oleh sebab itu, Indonesia membutuhkan bangunan-bangunan yang tahan akan tsunami serta dapat berfungsi sebagai gedung evakuasi tsunami.

Mengingat Indonesia merupakan negara yang rawan gempa dan tsunami, maka dalam perencanaan pembangunan di sekitar pantai harus dipertimbangkan beban yang terjadi akibat adanya tsunami, antara lain dilakukan peninjauan beban hidrostatik,

beban hidrodinamik dan beban puing dalam hubungannya dengan klasifikasi gedung sebagai gedung evakuasi yang tahan akan tsunami. Dalam kaitannya dengan keselamatan maka perlu diperhatikan juga kekuatan, keamanan dan kenyamanan dalam pemakaian gedung evakuasi tersebut.

1.2. Inti Permasalahan

Fenomena tsunami di Indonesia memiliki dampak yang sangat besar antara lain banyaknya korban jiwa yang tidak hanya diakibatkan oleh kurangnya gedung evakuasi yang dapat menahan tsunami juga karena tertimbun oleh puing-puing yang diakibatkan oleh kegagalan struktur. Selain itu, kerusakan juga terjadi pada fasilitas-fasilitas umum seperti sekolah, rumah sakit serta tempat ibadah. Oleh karena itu, dilakukan analisis dan desain terhadap gedung-gedung fasilitas umum khususnya sekolah agar selain tahan akan tsunami, gedung tersebut dapat digunakan sebagai gedung evakuasi saat bencana tsunami terjadi. Analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan kondisi pembebanan untuk tsunami menurut ASCE 7-16.

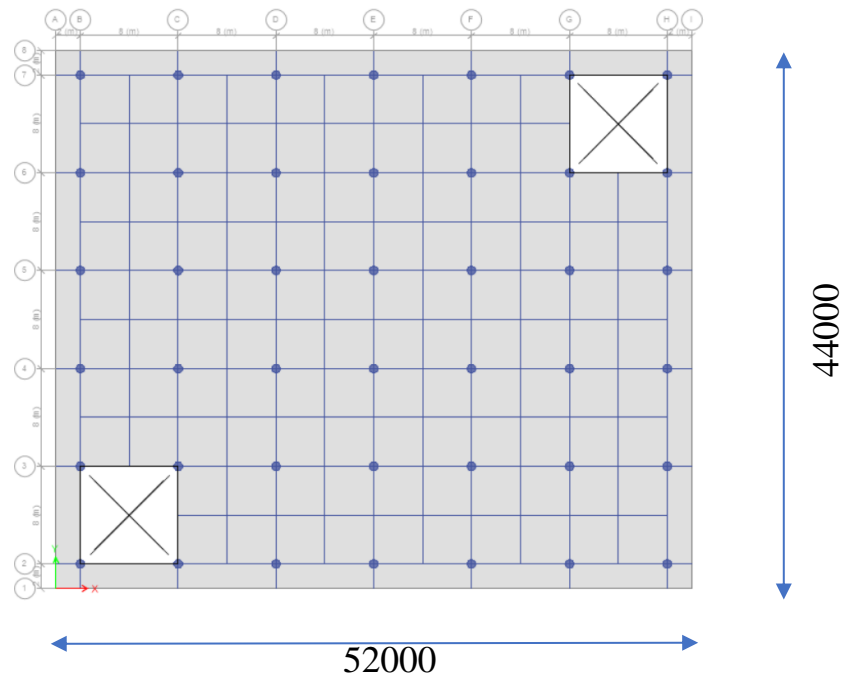
1.3. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dilakukannya penulisan skripsi ini adalah:

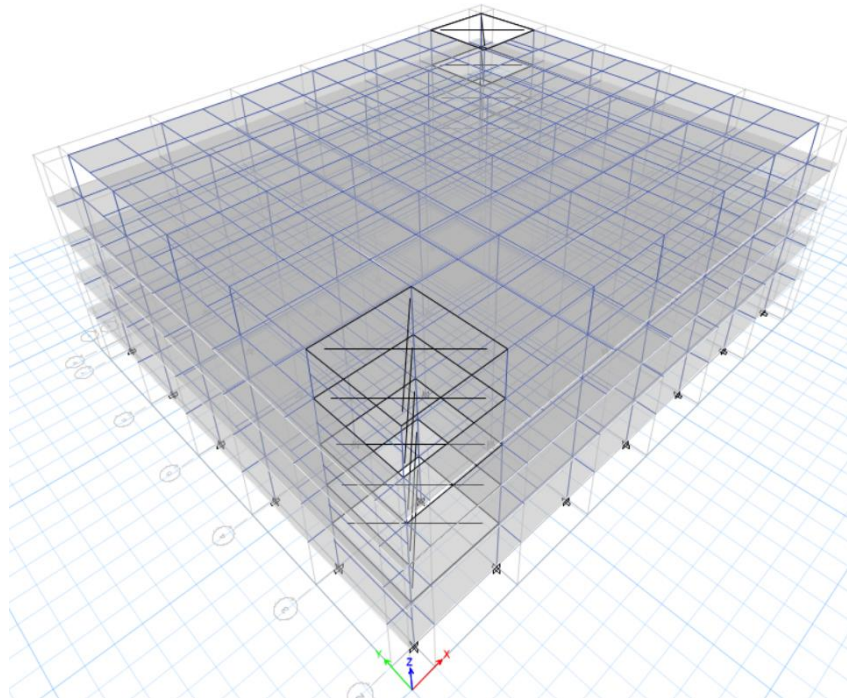
1. Menganalisis kekuatan dan perilaku gedung terhadap beban gravitasi, beban gempa dan beban tsunami yang terdiri dari beban hidrostatis, hidrodinamik dan beban puing.
2. Menganalisis perubahan respon struktur gedung evakuasi akibat pengaruh dari beban tsunami.

1.4. Pembatasan Masalah

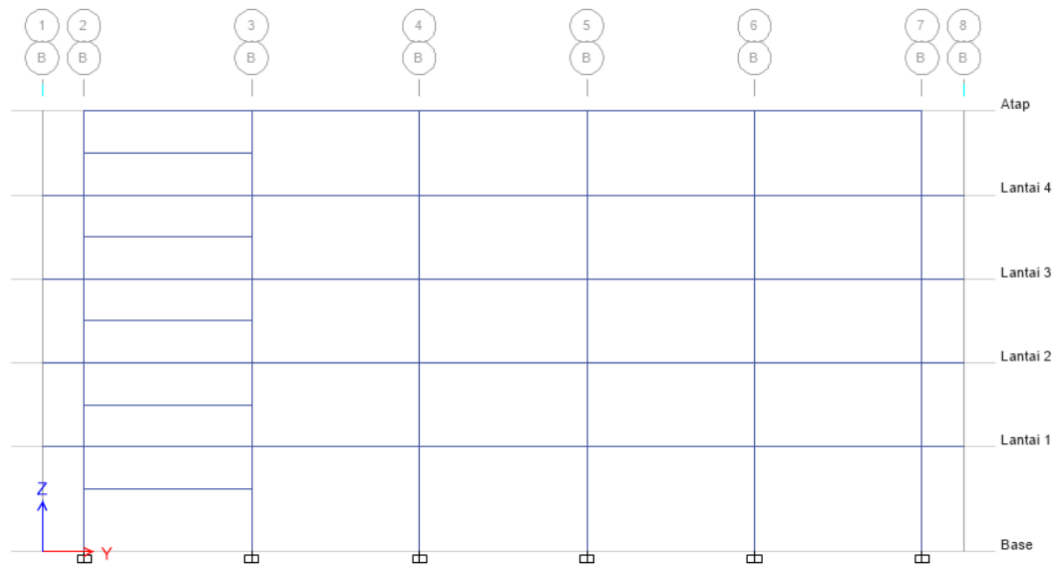
1. Gedung berfungsi sebagai Sekolah terdiri dari 5 lantai, lantai dasar berfungsi sebagai lahan parkir. Tinggi lantai 1 yaitu 5 meter dan tinggi lantai berikutnya tipikal yaitu 4 meter. Gambar model dapat dilihat pada Gambar 1.1-1.4
2. Gedung berdiri diatas tanah sedang.



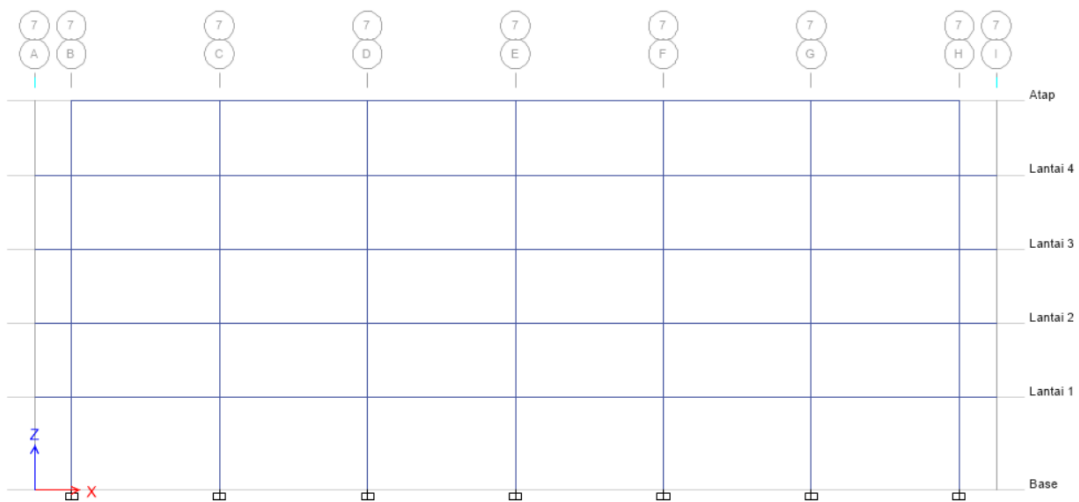
Gambar 1.1 Denah Tipikal Lantai 2 sampai Lantai 4



Gambar 1.2 Tampak 3 Dimensi



Gambar 1.3 Potongan Arah Y



Gambar 1.4 Potongan Arah X

3. Lokasi gedung di Kota Palu dan letak bangunan berjarak 2 km dari garis pantai, dan tsunami datang dari arah barat.
4. Mutu beton yang digunakan pada desain adalah $f_c' = 35$ MPa dan mutu baja tulangan yang digunakan adalah $f_y = 400$ MPa.
5. Analisis yang digunakan adalah analisis Respon Spektrum.

6. Pembebanan yang akan diperhitungkan adalah beban gravitasi, beban gempa dan beban tsunami. Beban gravitasi meliputi beban mati dan beban hidup sedangkan pembebanan tsunami meliputi beban hidrostatik, beban hidrodinamik dan beban puing.
7. Model struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
8. Desain pondasi tidak diperhitungkan.
9. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah:
 - a. SNI 1727:2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
 - b. SNI 1726:2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - c. SNI 2847:2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
 - d. FEMA P-646. *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition.*
 - e. ASCE 7-16. *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures.*

1.5. Metode Penulisan

Penulisan dilakukan dengan dua metode, yaitu:

1.5.1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh pemahaman lebih lanjut mengenai tsunami dan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain gedung yang tahan akan tsunami. Adapun bahan-bahan yang digunakan sebagai landasan teori antara lain buku pedoman, literatur, jurnal, penelitian, dan makalah-makalah ilmiah yang bersangkutan.

1.5.2. Studi Analisis

Analisis beban tsunami dilakukan dengan cara menghitung pengaruh beban berdasarkan peraturan terlampir dan hasil dari perhitungan beban tersebut

dianalisis lebih lanjut dengan bantuan program ETABS. Untuk analisis pemodelan dibantu oleh program Microsoft Excel dan Mathcad.