

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR TEMPAT EVAKUASI SEMENTARA (TES) UNTUK GEMPA BUMI DAN TSUNAMI DI JAKARTA



Disusun Oleh:

Eko Marjono Slamet (41116120199)

Dosen Pembimbing:

Fajar Triwardono, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

UNIVERSITAS MERCU BUANA

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR TEMPAT
EVAKUASI SEMENTARA (TES) UNTUK GEMPA
BUMI DAN TSUNAMI DI JAKARTA



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Makalah untuk Memenuhi Tugas Akhir Teknik Sipil
di Universitas Mercu Buana

Diajukan Oleh:

EKO MARJONO SLAMET (NIM: 41116120199)



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Tempat Evakuasi Sementara (TES)
Untuk Gempa Bumi Dan Tsunami Di Jakarta

Disusun oleh :

Nama : Eko Marjono Slamet
NIM : 41116120199
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 03 April 2021

Mengetahui:

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji

Fajar Triwardono, S.T., M.T.

Ivan Jansen Saragih, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eko Marjono Slamet
Nomor Induk Mahasiswa : 41116120199
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 09 April 2021

Yang memberikan pernyataan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



EKO MARJONO SLAMET

ABSTRAK

Pendirian bangunan TES merupakan salah satu langkah pemerintahan daerah Jakarta agar siap siaga menghadapi bencana. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui beban-beban seperti apa yang dapat diperhitungkan maupun penting untuk diidentifikasi pada saat bencana pada struktur Tempat Evakuasi Sementara (TES).

Sumber data yang digunakan adalah data primer dan sekunder dari pendekatan yang temuannya diperoleh melalui prosedur bentuk perhitungan sesuai dengan aturan yang berlaku pada saat ini, seperti pedoman teknik dari BNPB, Badan Standarisasi Nasional (SNI), dan *The Federal Emergency Management Agency* (FEMA P646).

Berdasarkan analisa data yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa beban-beban akibat tsunami adalah sebesar $F'_d = 3,82 \frac{kN}{m}$, $F'_s = 5,73 \frac{kN}{m}$, $F'_i = 2358,18 kN$, $F'_{dm} = 19,10 kN$, $F'_u = 0,00087 \frac{kN}{m^2}$, dan untuk menahan gaya tsunami tersebut, dibutuhkan desain struktur dengan ukuran kolom sebesar 600 x 600mm, tulangan longitudinal 8D25, tulangan transversal (Sengkang) 3D16–100 sepanjang ℓ_o dan 3D16–150 diluar ℓ_o . Balok dengan dimensi 500 x 250mm, penulangan tumpuan kiri atas 3D25, bawah 3D22, penulangan tumpuan kanan atas 3D22, bawah 3D25, penulangan lapangan atas 2D19, bawah 2D19. Tulangan transversal (sengkang) tumpuan dan lapangan D13-150. Pelat dengan tebal 150mm, dengan penulangan pada sisi interior – Jalur kolom pada garis kolom 11D19-50 dan pada sisi interior – Jalur kolom pada tengah bentang 7D19-100, penulangan pada sisi interior – Jalur tengah pada tengah bentang tumpuan 4D19-250, dan pada sisi interior – Jalur tengah pada tengah bentang lapangan 5D19-200.

Kata Kunci: Tsunami, Gempa Bumi, Tempat Evakuasi Sementara

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan ini. Makalah ini ditulis untuk memenuhi Tugas Akhir pada Universitas Mercu Buana Jakarta Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021.

Pada kesempatan yang baik ini, izinkanlah penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang dengan tulus ikhlas telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan makalah ini, terutama kepada:

1. Bapak Fajar Triwardono, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir di Universitas Mercu Buana.
2. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan makalah ini.

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih banyak kekurangan baik bentuk, isi, maupun teknik penyajiannya. Oleh sebab itu, kritikan yang bersifat membangun dari berbagai pihak penulis terima dengan tangan terbuka dan sangat diharapkan. Semoga kehadiran makalah ini memenuhi sarannya.

Jakarta, 05 Maret 2021



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Eko Marjono Slamet

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-2
1.3 Perumusan Masalah	I-3
1.4 Maksud Dan Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Pembatasan Dan Ruang Lingkup Masalah.....	I-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR	II-1
2.1 Konsep Dasar Gempa & Tsunami.....	II-1
2.1.1 Tsunami.....	II-1
2.1.2 Gempa.....	II-2
2.1.3 Cara Pengukuran Skala Gempa dan Kriteria Tsunami.....	II-6
2.1.4 Korelasi Kejadian Gempa Dan Tsunami.....	II-9
2.2 Konsep Dan Filosofi Dalam Mendesain Struktur.....	II-10

2.3	Konsep Kolom Dan Bahaya Kolom Pendek Dan Kolom Ramping.....	II-11
2.4	Konsep Desain Balok Sederhana.....	II-13
2.5	Tipe Pembebanan Terhadap Struktur Dalam Gempa Dan Tsunami.....	II-17
2.5.1	Beban Statis.....	II-17
2.5.2	Beban Hidrostatik.....	II-20
2.5.3	Beban Hidronamis.....	II-22
2.5.4	Beban Gelombang.....	II-24
2.5.6	Beban Angin.....	II-28
2.5.7	Perencanaan Beban Desain Seismik Sesuai Peraturan SNI.....	II-30
2.5.8	Beban Seismik.....	II-31
2.6	Analisis Gempa Menurut SNI 1726:2019.....	II-33
2.2.1	Faktor Keutamaan Gempa Dan Kategori Resiko Bangunan.....	II-33
2.2.2	Klasifikasi Situs Tanah.....	II-34
2.2.3	Parameter Percepatan Gempa.....	II-35
2.6.4	Parameter Respons Percepatan Spektral Desain.....	II-36
2.6.5	Kategori Desain Seismik.....	II-36
2.6.6	Sistem Struktur Dan Parameter Struktur.....	II-37
2.6.7	Penentuan Periode.....	II-40
2.6.8	Simpangan Antar Lantai.....	II-44
2.7	Penelitian Terdahulu.....	II-48
2.8	Kerangka Berpikir.....	II-49
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1	Gambaran Umum.....	III-1
3.2	Penentuan Lokasi.....	III-2
3.3	Kriteria Desain Struktur.....	III-4

3.6	Jenis Material Dan Perencanaan Dasar Struktur.....	III-6
3.2.1	Standar Dan Kode Desain.....	III-7
3.2.2	Data Umum Bangunan.....	III-7
3.2.3	Jenis Material.....	III-9
3.6.4	Rencana Beban Statis.....	III-10
3.6.5	Rencana Dasar Pemodelan Struktur ETABS.....	III-11
3.5	Tempat Dan Waktu Penelitian.....	III-13
3.6	<i>Flowchart</i> Desain Perencanaan Struktur.....	III-14
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....		IV-1
4.1	Perancangan Awal Komponen Struktur.....	IV-1
4.2	Analisis Pembebanan.....	IV-6
4.2.1	Beban Statis.....	IV-6
4.2.2	Beban Gempa.....	IV-8
4.2.3	Beban Angin.....	IV-10
4.2.4	Beban Akibat Tsunami.....	IV-14
4.2.5	Kombinasi Pembebanan.....	IV-24
4.3	Analisa Struktur.....	IV-26
4.3.1	Pengecekan Rasio Partisipasi Modal Massa.....	IV-26
4.3.2	Perhitungan Perioda Dan Koefisien Respon Seismic(C_s).....	IV-27
4.3.3	Perhitungan Gaya Geser Statis Dan Dinamis (<i>Story Shear</i>).....	IV-29
4.3.4	Pengecekan Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>).....	IV-31
4.3.5	Pengecekan Pengaruh P-Delta.....	IV-33
4.3.6	Pengecekan Kontribusi Frame Minimal 25% Gaya Lateral.....	IV-35
4.4	Desain Penulangan Elemen Struktural.....	IV-37

4.4.1	Desain Penulangan Elemen Balok SRPMK.....	IV-38
4.4.2	Desain Penulangan Elemen Kolom SRPMK.....	IV-51
4.4.3	Desain Penulangan Elemen Pelat.....	IV-57
BAB V PENUTUP.....		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA		Pustaka - 1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Wilayah Rawan Tsunami Indonesia.....	I-1
Gambar 2.1	Ilustrasi Tsunami.....	II-1
Gambar 2.2	Titik di permukaan patahan, dimana tempat dimulainya gerakan, itu adalah sumber gempa, yang disebut fokus.....	II-2
Gambar 2.3	Ilustrasi Gelombang Rayleigh.....	II-3
Gambar 2.4	Analogi Gelombang Tubuh	II-3
Gambar 2.5	Ilustrasi jalur perjalanan untuk gelombang permukaan (Surface Wave) dan gelombang tubuh (Body Wave) ke stasiun seismograph	II-4
Gambar 2.6	Contoh Sebuah seismogram menggambarkan kedatangan seismic secara berurutan seperti ombak.....	II-5
Gambar 2.7	Contoh Sebuah seismogram dibuat Grafik jarak dari pusat gempa dan waktu untuk gelombang seismic untuk mencapai stasiun.....	II-5
Gambar 2.8	Tabel Modified Mercalli Scale	II-6
Gambar 2.9	Tabel Skala Richter	II-7
Gambar 2.10	Rumus Skala Moment Magnitude	II-8
Gambar 2.11	Ilustrasi Tsunami Karena Gempa	II-9
Gambar 2.12	Gambar Kolom Pendek	II-12
Gambar 2.13	Ilustrasi Kolom Ramping	II-12
Gambar 2.14	Ilustrasi Efek dari Tekanan Beban Kompresi.....	II-13
Gambar 2.15	Tekanan Kompresi dan Tegangan Maksimum Balok.....	II-13
Gambar 2.16	Ilustrasi Gaya Yang Bekerja Didalam Balok Waktu Memikul Beban Eksternal.....	II-14
Gambar 2.17	Bentuk Dimensi Tipe Balok Umum.....	II-15
Gambar 2.18	Ilustrasi Gaya Geser Terjadi Balok.....	II-16
Gambar 2.18	Gaya Geser Terjadi Namun Ditahan Balok.....	II-16

Gambar 2.20	Contoh Berat Beban Mati.....	II-18
Gambar 2.21	Ilustrasi Efek Apung Pada Bangunan Saat Banjir.....	II-20
Gambar 2.22	Ilustrasi Efek Gaya Apung Pada Struktur Kedap Air Pada Lantai Yang Lebih Rendah.....	II-21
Gambar 2.23	Ilustrasi Efek Beban Hidronamis Pada Bangunan Saat Banjir.....	II-23
Gambar 2.24	Ilustrasi Distribusi Tegangan Gelombang Pecah Terhadap Dinding Permukaan Vertikal.....	II-25
Gambar 2.25	Gambar Benda-Benda Yang Menghantam Sebuah Bangunan Pada Bencana Tsunami berkekuatan 9,0 SR di Jepang Pada Tahun 2011.	II-26
Gambar 2.26	Efek Beban Angin Pada Bangunan Berlantai.....	II-28
Gambar 2.27	Bangunan Vertikal Akan Mengalami Beberapa Mode Getaran.....	II-32
Gambar 2.28	Efek Beban Seismik Pada Struktur	II-32
Gambar 2.29	Tabel Kategori Resiko Bangunan & Faktor Keutamaan Gempa.....	II-34
Gambar 2.30	Tabel Klasifikasi Situs Tanah	II-35
Gambar 2.31	Tabel Koefisien Situs	II-36
Gambar 2.32	Tabel Kategori Resiko Desain Seismik	II-37
Gambar 2.33	Tabel Prosedur Analisis Sistem Struktur.....	II-38
Gambar 2.34	Tabel Koefisien Untuk Periode Percepatan	II-41
Gambar 2.35	Tabel Nilai Parameter untuk C_t dan x	II-41
Gambar 2.36	Ilustrasi Cara Penentuan Gaya Lateral Simpangan Antar Lantai....	II-45
Gambar 2.37	Tabel Simpangan Antar Tingkat Izin	II-46
Gambar 2.38	Diagram Alur Kerangka Berfikir	II-49
Gambar 3.1	Peta Kawasan Rawan Bencana Alam di Provinsi DKI Jakarta.....	III-3
Gambar 3.2	Jarak Lokasi TES dari Tepi Pantai.....	III-4
Gambar 3.3	Struktur Terbuka Untuk Bangunan Tes.....	III-6
Gambar 3.4	Denah Rencana Balok, Kolom dan Portal.....	III-8
Gambar 3.5	Baja tulangan beton	III-10
Gambar 3.6	Tabel Jenis Beban Hidup	III-11
Gambar 3.7	Model 3D Etabs.....	III-12

Gambar 3.8	Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....	III-13
Gambar 3.9	Alur Diagram Perencanaan Struktur.....	III-14
Gambar 4.1	Tampak Atas Dan Potongan Melintang Bangunan Tes Tsunami....	IV-1
Gambar 4.2	Tributari Area Kolom Interior	IV-3
Gambar 4.3	Respons Spektra Desain Wilayah Jakarta Utara Tanah Lunak	IV-8
Gambar 4.4	Graph Spektral Percepatan Wilayah Jakarta Utara Tanah Lunak	IV-9
Gambar 4.5	Gambar Tabel Koefisien tekanan internal (GC_{pi})	IV-11
Gambar 4.6	Gambar Tekanan Eksternal Angin Kasus Pembebanan A.....	IV-12
Gambar 4.7	Gambar Tekanan Eksternal Angin Kasus Pembebanan B.....	IV-13
Gambar 4.8	Ilustrasi Keterangan Posisi Bangunan dan Genangan Tsunami	IV-15
Gambar 4.9	Ilustrasi Gaya Hidrodinamik yang Bekerja pada Komponen Struktur	IV-16
Gambar 4.11	Tabel Benda Diperkirakan Menumbuk Struktur Bangunan TES	IV-18
Gambar 4.12	<i>Maximum flow velocity of depth, d, at the ground elevation, z, and maximum runup elevation, R.....</i>	IV-19
Gambar 4.13	Ilustrasi Gaya Apung Bekerja Pada Lantai Yang Dikerjakan.....	IV-20
Gambar 4.14	<i>Maximum flow velocity of depth, d, at the ground elevation, z, and maximum runup elevation, R.....</i>	IV-22
Gambar 4.15	Applikasi Beban-Beban Tsunami terhadap Struktur.....	IV-23
Gambar 4.16	Tabel Modal Participating Mass Ratios.....	IV-26
Gambar 4.17	Grafik Perbandingan Gaya Gempa Statis Dan Dinamis Terhadap Elevasi	IV-30
Gambar 4.18	Grafik Perbandingan Simpangan Antar lantai Terhadap Elevasi....	IV-33
Gambar 4.19	Grafik Perbandingan Pengaruh P-Delta Terhadap Koefisien Stabilitas.....	IV-34
Gambar 4.20	Diagram Momen 3-3 Balok B500x250 Label B51 Story 4.....	IV-39