

TUGAS AKHIR

**PENELITIAN KEKUATAN GEDUNG PERKANTORAN
JOMBANG TERHADAP KEMUNGKINAN LEDAKAN
YANG DIAKIBATKAN OLEH 500 KILOGRAM
TRINITROTOLUENE PADA VARIASI JARAK 10 METER,
25 METER, DAN 35 METER**



Disusun Oleh :

TEMBER MUJANA

NIM : 1431800118

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2022

TUGAS AKHIR

PENELITIAN KEKUATAN GEDUNG PERKANTORAN JOMBANG TERHADAP KEMUNGKINAN LEDAKAN YANG DIAKIBATKAN OLEH 500 KILOGRAM TRINITROTOLUENE PADA VARIASI JARAK 10 METER, 25 METER, DAN 35 METER

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



Disusun Oleh:

TEMBER MUJANA

1431800118

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Tember Mujana
NBI : 1431800118
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : **PENELITIAN KEKUATAN GEDUNG
PERKANTORAN JOMBANG TERHADAP
KEMUNGKINAN LEDAKAN YANG
DIAKIBATKAN OLEH 500 KILOGRAM
TRINITROTOLUENE PADA VARIASI JARAK 10
METER, 25 METER, DAN 35 METER**

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing I



Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc
NPP. 20430.93.0303

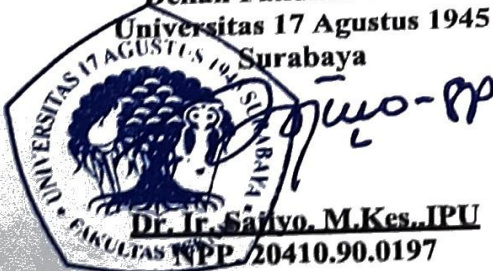
Dosen Pembimbing II



Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T.
NPP. 20430.14.0626

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Dr. Ir. Sutyo, M.Kes., IPU
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Faradillah Sayes, S.T., M.T.
NPP. 20430.15.0674

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Tember Mujana

NBI : 1431800118

Alamat : DSN Ceweng RT/RW 015/004 Desa Ceweng, Jombang

Telepon : 081216858175

Menyatakan bahwa “**Tugas Akhir**” yang penulis buat untuk memenuhi pernyataan kelulusan Sarjana Teknik Sipil – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

“PENELITIAN KEKUATAN GEDUNG PERKANTORAN JOMBANG TERHADAP KEMUNGKINAN LEDAKAN YANG DIAKIBATKAN OLEH 500 KILOGRAM TRINITROTOLUENE PADA VARIASI JARAK 10 METER, 25 METER, DAN 35 METER”

Adalah hasil karya penulis sendiri, dan bukan hasil duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila kemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing ataupun pengelola program tetapi menjadi tanggung jawab kami sendiri.

Atas hal tersebut penulis bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya tanpa paksaan dari siapapun.

Surabaya, 6 Januari 2023



39A64AKX234597028
Tember Mujana



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tember Mujana
NBI/ NPM : 1431800118
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

“Penelitian Kekuatan Gedung Perkantoran Jombang terhadap Kemungkinan Ledakan yang Diakibatkan oleh 500 Kilogram Trinitrotoluene pada Variasi Jarak 10 Meter, 25 Meter, dan 35 Meter”

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 6 Januari 2023



KATA PENGANTAR

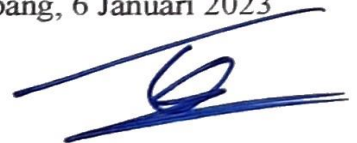
Segala Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini dengan judul **“Penelitian Kekuatan Gedung Perkantoran Jombang terhadap Kemungkinan Ledakan yang Diakibatkan Oleh 500 Kilogram Trinitrotoluene pada Variasi Jarak 10 Meter, 25 Meter, dan 35 Meter”** dapat selesai dengan lancar dan sesuai target yang diinginkan.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan kepada rekan yang telah membantu dalam pengerjaan proposal tugas akhir ini. Dengan segala kerendahan hati, dari lubuk hati yang terdalam kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang telah mendidik dan memberikan dukungan secara moril dan materil yang tak terhingga nilainya.
2. Bapak Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan proposal tugas akhir ini.
3. Ibu Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan proposal tugas akhir ini.
4. Ibu Faradlillah Saves, S.T., M.T. selaku ketua program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.T. selaku dekan fakultas teknik Universitas 17 Agustus Surabaya.
6. Bapak Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA. selaku rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
7. Semua dosen pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
8. Teman-teman seperjuangan di Prodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penulisan ini masih banyak kekurangan didalamnya. Maka dari itu kritik dan saran yang membangun diharapkan dari pembaca demi kesempurnaan proposal tugas akhir ini. Dan juga semoga bermanfaat kepada mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Jombang, 6 Januari 2023



Tember Mujana

ABSTRAK

PENELITIAN KEKUATAN GEDUNG PERKANTORAN JOMBANG TERHADAP KEMUNGKINAN LEDAKAN YANG DIAKIBATKAN OLEH 500 KILOGRAM TRINITROTOLUENE PADA VARIASI JARAK 10 METER, 25 METER, DAN 35 METER

Nama Mahasiswa : Tember Mujana
NBI : 1431800118
Pembimbing I : Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc
Pembimbing II : Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T

Gedung perkantoran adalah infrastruktur yang penting dalam menunjang perkembangan dari sebuah daerah, termasuk gedung pencakar langit yang ada di Jombang. Material yang digunakan untuk membangun gedung ini berupa $f'c = 25$ MPa, $fys = 240$ MPa, dan $fy = 400$ MPa. Untuk tindakan pencegahan mengurangi risiko bencana, gedung dilakukan analisis bervariasi dengan jarak 10 meter, 25 meter, dan 35 meter terhadap beban ledakan akibat *Trinitrotoluene* dengan berat 500 kg. Analisis yang dilakukan pada struktur menggunakan aplikasi *ETABS v18* yang mengacu pada SNI 1726:2019 yang mengatur tentang beban gempa, SNI 1727:2020 yang mengatur tentang beban hidup dan beban mati, dan SNI 2847:2019 yang mengatur tentang persyaratan beton bertulang. Lalu beban ledakan didefinisikan dengan acuan TM 5 – 1300 – 1990 dengan sistem *pythagoras* untuk mencari nilai dari P_{ra} yang digunakan menjadi beban terkomposisi pada beban kejadian luar biasa (A_k).

Performa dari struktur gedung ditelaah terhadap beban gempa dan ledakan yang mengindikasikan bahwa struktur mampu menjaga batasan dari *drift* akibat beban gempa. Studi kasus ini juga melakukan upaya untuk mengurangi keruntuhan struktur akibat beban ledakan dengan memanfaatkan *drift* yang telah dicari berupa pemberian batas berupa pagar.

Kata Kunci: Gedung Perkantoran Jombang, Mendefinisikan ledakan pada struktur, Drift pada struktur.

ABSTRACK

STRENGTH RESEARCH OF JOMBANG OFFICE BUILDING ON POSSIBLE EXPLOSIONS CAUSED BY 500 KILOGRAMS OF TRINITROTOLUENE AT VARIATION OF DISTANCES OF 10 METERS, 25 METERS AND 35 METERS

Student Name : Tember Mujana
NBI : 1431800118
Mentor I : Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc
Mentor II : Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T

Office buildings are important infrastructure in supporting the development of an area, including skyscrapers in Jombang. The materials used to build this building are $f_c = 25$ MPa, $f_{ys} = 240$ MPa, and $f_y = 400$ MPa. For preventive measures to reduce disaster risk, the building is subjected to a variable analysis with a distance of 10 meters, 25 meters and 35 meters against the blast load due to Trinitrotoluene with a weight of 500 kg. The analysis was carried out on the structure using the ETABS v18 application which refers to SNI 1726:2019 which regulates earthquake loads, SNI 1727:2020 which regulates live and dead loads, and SNI 2847:2019 which regulates reinforced concrete requirements. Then the explosion load is defined with reference to TM 5 – 1300 – 1990 with the Pythagorean system to find the value of P_{re} used to be the combined load for the extraordinary incident load (A_k).

The performance of the building structure is examined against earthquake and explosion loads which indicates that the structure is capable of maintaining the limits of drift due to earthquake loads. This case study also makes efforts to reduce the collapse of structures due to blast loads by utilizing the drift that has been sought in the form of boundary fences.

Keyword: *Jombang office building, Define the blast load on the structure, Drift on structures.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Penelitian yang dilakukan oleh Erwin Susanto dan Sofia W. Alisjahbana	5
2.1.2 Penelitian yang dilakukan oleh Mustiko Joni, Reni Suryanita, dan Alfian Kamaldi.....	6
2.1.3 Penelitian yang dilakukan oleh Amir Mukhlis, Mochammad Afifudin, dan Abdullah.....	7
2.1.4 Penelitian yang dilakukan oleh Gerry Marpahiko, Elvira, dan Erwin Sutandar.....	7
2.1.5 Penelitian yang dilakukan oleh J H A Ruwan Jayasooriya BSc Eng (Hons)	8
2.2 Ledakan	8
2.3 Sifat Umum Bahan Peledak	10
2.4 Parameter Ledakan.....	11
2.5 Kerusakan Struktur Akibat Ledakan	12
2.6 Ledakan Permukaan	13
2.7 Beton Bertulang	20
2.8 Pembebanan	20
2.8.1 Beban Vertikal	20
2.8.2 Beban Horizontal (Beban Gempa)	27
2.8.3 Kombinasi pembebanan	36

2.8.3.1 Kekuatan perlu	36
2.8.3.2 Kuat rencana.....	36
2.9 Simpangan.....	37
2.9.1 Batasan Simpangan Antar Tingkat.....	37
2.9.2 Defleksi Diafragma	38
2.9.3 Pemisahan Struktur	38
2.10 <i>P – Delta Effect</i>	39
2.10.1 <i>P – Delta Effect</i> Statik.....	39
2.10.2 <i>P – Delta Effect</i> Dinamik	40
2.11 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	40
2.12 Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	40
2.13 Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>).....	43
3.2 Penejelasan <i>Flowchart</i>	45
3.2.1 Pengumpulan Dara	45
3.2.2 Analisis Struktur Akibat Beban.....	54
3.2.3 Permodelan Dan <i>Running</i> Struktur.....	56
3.2.4 Analisis Perilaku Struktur	56
3.2.5 Penentuan Parameter Ledakan.....	56
3.2.6 Input Data Dan Kombinasi Pembebanan Ledakan.....	57
3.2.7 Analisis Struktur Terhadap Beban Ledakan.....	57
3.2.8 Cek Kapasitas dan Persyaratan Elemen Terhadap SNI 2847:2019	57
3.2.9 <i>Drift</i> dan Simpangan Pada Struktur	58
3.2.10 Kesimpulan.....	58
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Pengumpulan Data.....	59
4.2 Pembebanan.....	59
4.2.1 Kombinasi Pembebanan.....	59
4.2.2 Beban Mati.....	61
4.2.3 Beban Hidup.....	61
4.2.4 Beban Angin.....	61
4.2.5 Beban Gempa.....	68
4.2.5.1 Berat Seismik.....	69
4.2.5.2 Menentukan Risiko Struktur Gedung.....	80
4.2.5.3 Menentukan Klasifikasi Situs Tanah.....	81
4.2.5.4 Menentukan Nilai Spektral Desain.....	82
4.2.5.5 Menentukan Koefisien Situs (F_a , F_v)	82

4.2.5.6 Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain.....	84
4.2.5.7 Menentukan Desain Seismik (KDS)	84
4.2.5.8 Menentukan Periode Fundamental Pendekatan (Ta)	86
4.2.5.9 Menentukan Spektrum Respons Desain.....	87
4.2.5.10 Menentukan Nilai Koefisien Respons Seismik (Cs).....	87
4.2.5.11 Menentukan Beban Geser Dasar.....	89
4.3 Pemodelan dan <i>Running</i> Struktur.....	89
4.4 Analisa Perilaku Struktur.....	103
4.5 Penentuan Parameter Beban Ledakan.....	124
4.6 Input Data dan Kombinasi Pembebanan Ledakan.....	135
4.7 Analisis Perilaku Struktur Terhadap Beban Ledakan.....	139
4.8 Cek Kapasitas Dan Persyaratan Elemen Terhadap SNI 2847:2019.....	145
4.9 <i>Drift</i> Dan Simpangan Pada Struktur.....	197
BAB V KESIMPULAN.....	215
5.1 Kesimpulan.....	215
5.2 Saran.....	216
Daftar Pustaka.....	217

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan	21
Tabel 2.2 Berat Komponen Gedung.....	21
Tabel 2.3 Beban Hidup Gedung.....	23
Tabel 2.4 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	28
Tabel 2.5 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	29
Tabel 2.6 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_i dan α	33
Tabel 2.7 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	34
Tabel 2.8 Kombinasi Beban.....	36
Tabel 2.9 Simpangan Antar Tingkat Izin	37
Tabel 3.1 Balok Kode B1	46
Tabel 3.2 Balok Kode B2.....	46
Tabel 3.3 Balok Kode BA	47
Tabel 3.4 Balok Kode BA1	47
Tabel 3.5 Balok Kode BA2.....	48
Tabel 3.6 Balok Kode BL	48
Tabel 3.7 Balok Kode BL1	49
Tabel 3.8 Balok Kode BR	49
Tabel 3.9 Balok Kode BT (Lift).....	50
Tabel 3.10 Balok Kode BT (Tangga).....	50
Tabel 3.11 Kolom Kode K1	51
Tabel 3.12 Kolom Kode KP.....	51
Tabel 3.13 Kolom Kode KL.....	52
Tabel 3.14 Kolom Dinding Beton.....	52
Tabel 3.14 Kolom Kode K2	53
Tabel 3.14 Kolom Kode K3	53
Tabel 3.14 Kolom Kode KTB	54
Tabel 3.14 Kolom Kode K.....	54
Tabel 4.1 Faktor Kepentingan Angin, I_w	62
Tabel 4.2 Prakiraan Cuaca Wilayah Jawa Timur	63
Tabel 4.3 Faktor arah Angin, K_d	63
Tabel 4.4 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan, K_z	64
Tabel 4.5 Tekanan Kecepatan, q_z	65
Tabel 4.6 Koefisien Tekanan Internal, (GC_{pi})	66
Tabel 4.7 Koefisien Tekanan Eksternal, C_p	66
Tabel 4.8 Koefisien Tekanan Eksternal Atap, C_p	67
Tabel 4.9 Koefisien Tekanan Eksternal, p	68

Tabel 4.10 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 1	69
Tabel 4.11 Perhitungan Beban Mati Lantai 1	69
Tabel 4.12 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 2	70
Tabel 4.13 Perhitungan Beban Mati Lantai 2	71
Tabel 4.14 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 3	72
Tabel 4.15 Perhitungan Beban Mati Lantai 3	72
Tabel 4.16 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 4	74
Tabel 4.17 Perhitungan Beban Mati Lantai 4	74
Tabel 4.18 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 5	75
Tabel 4.19 Perhitungan Beban Mati Lantai 5	76
Tabel 4.20 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 6	77
Tabel 4.21 Perhitungan Beban Mati Lantai 6	78
Tabel 4.22 Jumlah Balok dan Kolom Lantai 7	79
Tabel 4.23 Perhitungan Beban Mati Lantai 7	79
Tabel 4.24 Hasil Total Perhitungan Beban Gravitasi	81
Tabel 4.25 Kategori Risiko Struktur Gedung	81
Tabel 4.26 Faktor Keutamaan Gempa	82
Tabel 4.27 Klasifikasi Situs	82
Tabel 4.28 Koefisien Situs F_a	83
Tabel 4.29 Koefisien Situs f_y	84
Tabel 4.30 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	85
Tabel 4.31 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	85
Tabel 4.32 Kategori Desain Gempa dan Risiko Kegempaan	85
Tabel 4.33 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	86
Tabel 4.34 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	87
Tabel 4.35 Faktor R , C_d , dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	88
Tabel 4.36 <i>Output</i> Partisipasi Modal Massa	105
Tabel 4.37 Hasil <i>Base Reactions</i> Pada <i>ETABS</i>	107
Tabel 4.38 Rekapitulasi Perhitungan Koefisien Stabilitas (θ)	108
Tabel 4.39 Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Maksimum Terhadap Simpangan Antar Tingkat Rata-Rata Arah – X Pada Gempa Respon Spektrum – X	114
Tabel 4.40 Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Maksimum Terhadap Simpangan Antar Tingkat Rata-Rata Arah – X Pada Gempa Respon Spektrum – Y	114
Tabel 4.41 Rekapitulasi Perhitungan Syarat Ketidakberaturan 1a Dan 1b	119

Tabel 4.42 Massa Efektif Setiap Tingkat	120
Tabel 4.43 Rekapitulasi Perhitungan Ketidakberaturan Berat (Massa)	120
Tabel 4.44 Rekapitulasi Perhitungan Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	121
Tabel 4.45 Rekapitulasi Perhitungan Ketidakberaturan 5a dan 5b	123
Tabel 4.46 Lokasi dan Arah Ledakan Terhadap Struktur	124
Tabel 4.47 Sisi Dinding Yang <i>Joint</i> -nya Dihitung Akibat Beban Ledakan	125
Tabel 4.48 Rekapitulasi Gelombang P_{so} dan P_r Tertinjau Untuk Jarak Ledakan 10 m	129
Tabel 4.49 Rekapitulasi Gelombang P_{so} dan P_r Tertinjau Untuk Jarak Ledakan 25 m	130
Tabel 4.50 Rekapitulasi Gelombang P_{so} dan P_r Tertinjau Untuk Jarak Ledakan 35 m	131
Tabel 4.51 Hasil <i>Output Displacement</i> sumbu – x.....	140
Tabel 4.52 Hasil Rekapitulasi Kontrol Simpangan	141
Tabel 4.53 Gaya Dalam Maksimal Balok B1 Yang Didapatkan Dari <i>ETABS</i> ..	145
Tabel 4.54 Kapasitas Balok Tumpuan Terhadap Kuat Perlu	151
Tabel 4.55 Kapasitas Balok Lapangan Terhadap Kuat Perlu.....	155
Tabel 4.56 Output Gaya Aksial dan Momen Kolom K1 C26 Lantai 1	173
Tabel 4.57 Output Gaya Aksial dan Momen Kolom K1 C26 Lantai 2.....	174
Tabel 4.58 Rekapitulasi Tulangan Longitudinal Kolom.....	179
Tabel 4.59 Output SPColumn momen nominal K1 C26 26.....	182
Tabel 4.60 Output SPColumn momen nominal K1 C26 38.....	183
Tabel 4.61 Syarat <i>Drift</i> untuk Beban Gempa Arah – X	197
Tabel 4.62 Syarat <i>Drift</i> untuk Beban Gempa Arah – Y	198
Tabel 4.63 Syarat <i>Drift</i> untuk Beban Ledakan Jarak 10 m	198
Tabel 4.64 Syarat <i>Drift</i> untuk Beban Ledakan Jarak 25 m	198
Tabel 4.65 Syarat <i>Drift</i> untuk Beban Ledakan Jarak 35 m	199
Tabel 4.66 Hasil Output Displacement sumbu – x Terhadap Gempa Arah – X.....	199
Tabel 4.67 Hasil Output Displacement sumbu – x Terhadap Gempa Arah – Y.....	200
Tabel 4.68 Hasil Rekapitulasi Kontrol Simpangan Akibat Beban Gempa	200
Tabel 4.69 Hasil Output Displacement Sumbu – X Pada Beban Ledakan Dengan Jarak 10 m.....	207
Tabel 4.70 Hasil Rekapitulasi Kontrol Simpangan Pada Beban Ledakan Dengan Jarak 10 m.....	207
Tabel 4.71 Hasil Rekapitulasi Kontrol Simpangan Pada Beban Ledakan Dengan Jarak 25 m.....	208

Tabel 4.72 Hasil Rekapitulasi Kontrol Simpangan Pada Beban Ledakan Dengan Jarak 35 m.....	208
Tabel 4.73 Rekapitulasi Gelombang P_{so} dan P_r Tertinjau Untuk Jarak Ledakan 31,67 m.....	212
Tabel 4.74 Syarat <i>Drift</i> untuk Beban Ledakan Jarak 31,67 meter	213

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Free Air Bust</i>	9
Gambar 2.2 <i>Air Bust</i>	9
Gambar 2.3 <i>Surface Bust</i>	10
Gambar 2.4 Proses Ledakan dan Kerusakan Akibat Ledakan	12
Gambar 2.5 Parameter Fase Positif Gelombang Kejut Untuk Sebuah Ledakan TNT Setengah Bola Pada Permukaan Di Atas Ketinggian Permukaan Air Laut.....	14
Gambar 2.6 Kurva Riwayat Waktu Tipikal Untuk Pembebanan Dinding Depan....	17
Gambar 2.7 Nilai <i>Overpressure</i> Efektif	17
Gambar 2.8 Kurva Riwayat Waktu Tipikal Untuk Pembebanan Dinding Sampung Dan Atap	18
Gambar 2.9 Kurva Riwayat Waktu Tipikal untuk Pembebanan Dinding Belakang.....	19
Gambar 2.10 Spektrum Respons Desain.....	35
Gambar 2.11 Ilustrasi <i>P – Large Delta</i> ($P - \Delta$) dan <i>P – Small Delta</i> ($P - \delta$).....	39
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	43
Gambar 3.2 Siteplan Proyek Pembangunan Gedung Kantor PT. BPR Bank Jombang PERSERODA	45
Gambar 4.1 Hasil Dari Respon Spektrum Gedung Kantor PT. BPR Bank Jombang PERSERODA	60
Gambar 4.2 Arah Tekanan Eksternal Dinding dan Atap.....	66
Gambar 4.3 Arah Tekanan Eksternal Dinding	67
Gambar 4.4 Nilai Spektral Desain.....	83
Gambar 4.5 Menentukan Peraturan dan Satuan yang Digunakan.....	89
Gambar 4.6 Menentukan Panjang, Lebar, dan Tinggi Portal	90
Gambar 4.7 Membuat Material Beton yang Digunakan Untuk Permodelan	91
Gambar 4.8 Memasukkan nilai kuat tekan beton ($f'c$)	91
Gambar 4.9 Membuat Material Baja Tulangan yang Digunakan Untuk Permodelan.....	92
Gambar 4.10 Memasukkan Nilai Kuat Leleh (f_y) dan Kuat Tarik (f_u) Baja Tulangan BJTD U – 40	92
Gambar 4.11 Memasukkan Nilai Kuat Leleh (f_y) dan Kuat Tarik (f_u) Baja Tulangan BJTP U – 24	93
Gambar 4.12 Memodelkan Dimensi Kolom	94
Gambar 4.13 Mendefinisikan <i>Design Type</i> Untuk Balok dan Kolom.....	94
Gambar 4.14 Memasukkan Nilai Reduksi Kekakuan Inersia Balok.....	95
Gambar 4.15 Memasukkan Nilai Reduksi Kekakuan Inersia Kolom	95

Gambar 4.16 Permodelan Pelat	96
Gambar 4.17 Memasukkan nilai reduksi kekakuan inersia pelat	96
Gambar 4.18 Mengaplikasikan elemen struktur ke dalam grid.....	97
Gambar 4.19 Mengatur Perletakan jepit	98
Gambar 4.20 Memasukkan Beban Gempa Respons Spektrum.....	98
Gambar 4.21 Memasukkan Beban-Beban yang Digunakan Untuk Permodelan Struktur.....	99
Gambar 4.22 Memasukkan Data yang Didapat Dari Puskim.....	99
Gambar 4.23 Mendefinisikan <i>Mass Source</i>	100
Gambar 4.24 Menginput <i>Scale Factor Load Case</i> Pada ETABS	101
Gambar 4.25 Membuat Kombinasi Pembebanan.....	101
Gambar 4.26 Melakukan Input Beban Pada Elemen Struktur	102
Gambar 4.27 Mendefinisikan Diafragma	102
Gambar 4.28 Mendefinisikan Pelat yang dimodelkan sebagai diafragma	103
Gambar 4.29 <i>Set Load Cases to Run</i>	103
Gambar 4.30 Proses Pencarian Nilai Partisipasi Modal Massa Pada <i>ETABS v18</i> ..	104
Gambar 4.31 Proses Pencarian Nilai Gaya Geser Dasar Seismik Pada <i>ETABS v18</i>	106
Gambar 4.32 Proses Pencarian Nilai P_x , V_x , dan V_y Pada <i>ETABS v18</i>	108
Gambar 4.33 Grafik P – Delta	112
Gambar 4.34 Simpangan Antar Tingkat Maksimum dan Simpangan Antar Tingkat Rata-Rata	113
Gambar 4.35 Denah Struktur Yang Dapat Terjadi Ketidakberaturan Sudut Dalam.....	115
Gambar 4.36 Bukaan Pada Suatu Struktur Yang Bisa Menyebabkan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	116
Gambar 4.37 Denah Lintasan Tahanan Gaya Lateral Yang Dapat Menyebabkan Terjadinya Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang.....	116
Gambar 4.38 Denah Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral Yang Dapat Menyebabkan Ketidakberaturan Sistem Nonpararel	117
Gambar 4.39 Kekakuan Lateral Struktur	118
Gambar 4.40 Perbedaan Massa Dapat Mengakibatkan Terjadinya Ketidakberaturan Berat (Massa).....	119
Gambar 4.41 Perbedaan Dimensi Kolom Dapat Mengakibatkan Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	121
Gambar 4.42 Denah Elemen Gaya Lateral Yang Dapat Mengakibatkan Ketidakberaturan 4	122

Gambar 4.43 Kekuatan Lateral Tingkat Yang Dapat Menyebabkan Ketidakberaturan 5a dan 5b.....	123
Gambar 4.44 Lokasi dan Arah Ledakan Terhadap Struktur.....	124
Gambar 4.45 Sisi Dinding Yang <i>Joint</i> -nya Dihitung Akibat Beban Ledakan	125
Gambar 4.46 Parameter Fase Positif Gelombang Kejut Yang Telah Diketahui Nilai Z_G	127
Gambar 4.47 Koefisien Tekanan Pantulan Setelah Diketahui Sudut Pantulan Yang Telah Diperhitungkan	128
Gambar 4.48 Luasan Penampang Dinding Joint 48	128
Gambar 4.51 Ilustrasi Input Beban Ledakan Pada Model Jarak Ledakan 10 m	132
Gambar 4.52 Ilustrasi Input Beban Ledakan Pada Model Jarak Ledakan 25 m	133
Gambar 4.53 Ilustrasi Input Beban Ledakan Pada Model Jarak Ledakan 35 m	134
Gambar 4.54 Memasukkan Beban Ledakan Yang Digunakan Untuk Permodelan Struktur.....	135
Gambar 4.55 Mendefinisikan Mass Source Untuk Beban Ledakan.....	135
Gambar 4.56 Mendefinisikan Mass Source Data Untuk Beban Ledakan	136
Gambar 4.57 Mendefinisikan <i>Load Cases</i> Untuk Beban Ledakan	136
Gambar 4.58 Mendefinisikan Scale Factor Pada Beban Ledakan	137
Gambar 4.59 Membuat Kombinasi Beban Baru Untuk Beban Ledakan	137
Gambar 4.60 Mendefinisikan Kombinasi Beban Untuk Beban Ledakan	138
Gambar 4.61 Mendefinisikan Beban Ledakan Pada Joint.....	138
Gambar 4.62 Mendefinisikan Kombinasi Pada Kombinasi Desain	139
Gambar 4.63 Proses Pencarian Nilai Simpangan Tingkat	140
Gambar 4.64 Grafik Simpangan Untuk Jarak Ledakan 10 m	144
Gambar 4.65 Grafik Simpangan Untuk Jarak Ledakan 25 m	144
Gambar 4.66 Grafik Simpangan Untuk Jarak Ledakan 35 m	145
Gambar 4.67 Mencari Nilai Absolut P_u Pada ETABS	146
Gambar 4.68 Penampang Pada Balok B1	146
Gambar 4.69 Balok Lapangan B2 dengan μ Terbesar Akibat Beban Gempa Dan Gravitasi	156
Gambar 4.70 Balok Lapangan B2 dengan μ Terbesar Akibat Beban Ledakan dengan Jarak 10 Meter dan Gravitasi	157
Gambar 4.71 Balok Lapangan B2 dengan μ Terbesar Akibat Beban Ledakan dengan Jarak 25 Meter dan Gravitasi	158
Gambar 4.72 Balok Lapangan B2 dengan μ Terbesar Akibat Beban Ledakan dengan Jarak 10 Meter dan Gravitasi	159
Gambar 4.73 Gaya Geser Ultimate Sepanjang Bentang Balok.....	168

Gambar 4.74 Input General Information.....	174
Gambar 4.75 Input Material Properties.....	175
Gambar 4.76 Input Penampang Kolom.....	175
Gambar 4.77 Input Tulangan Yang Akan Digunakan.....	176
Gambar 4.78 Input Beban Pada Kolom	176
Gambar 4.79 Solve Execute	177
Gambar 4.80 Tulangan Longitudinal Kolom K1 C26.....	177
Gambar 4.81 Diagram P-M Akibat Kombinasi 1 dan 4 Kolom K1 C26	178
Gambar 4.82 Diagram P-M Akibat Kombinasi 3 dan 6 Kolom K1 C26	178
Gambar 4.83 Joint Pada Balok dan Kolom	179
Gambar 4.84 Diagram Interaksi Kolom K1 C26 26 Lantai 1	184
Gambar 4.85 Diagram Interaksi Kolom K1 C26 26 Lantai 2	184
Gambar 4.86 Grafik <i>Drift</i> Akibat Beban Gempa dan Ledakan.....	199
Gambar 4.87 Proses Pencarian Nilai Simpangan Tingkat Pada ETABS v18	200
Gambar 4.88 Grafik Simpangan Akibat Beban Gempa	206
Gambar 4.89 Grafik Simpangan Untuk Jarak Ledakan 10 m	209
Gambar 4.90 Grafik Simpangan Untuk Jarak Ledakan 25 m	209
Gambar 4.91 Grafik Simpangan Untuk Jarak Ledakan 35 m	210
Gambar 4.92 Grafik Simpangan Akibat Gempa Dan Ledakan.....	210
Gambar 4.93 Grafik Nilai Empiris <i>Drift</i>	211
Gambar 4.94 Ilustrasi Pemberian Batas Berupa Pagar.....	213

DAFTAR NOTASI

Z_G	= tekanan ledakan dengan parameter jarak berskala
α	= sudut ledakan terhadap struktur
P_{so}	= tekanan insiden puncak positif
P_{ra}	= tekanan maksimal
P_{ri}	= tekanan yang diinputkan pada <i>ETABS v18</i>
V	= gaya geser seismik
C_s	= koefisien respons seismik
W	= berat seismik efektif
S_{DS}	= parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang periode pendek
R	= faktor modifikasi respons
I_e	= faktor keutamaan gempa
S_{D1}	= parameter percepatan spektrum respons desain pada periode sebesar 1,0 detik
T	= periode fundamental struktur, (detik)
S_1	= parameter percepatan batuan dasar periode 1 detik
S_S	= parameter percepatan batuan dasar periode pendek
F_a	= faktor amplikasi getaran
F_y	= faktor amplikasi getaran
F_x	= gaya gempa lateral
C_{vx}	= faktor distribusi vertikal
w_i	= bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang dikenakan pada tingkat i
h_i	= tinggi dari dasar sampai tingkat i
k	= eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut : untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 0,5 detik atau kurang, $1/k$ untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 2,5 detik atau lebih, $2/k$ untuk struktur yang mempunyai periode antara 0,5 dan 2,5 detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2
T_a	= periode fundamental pendekatan, (detik)
h_n	= ketinggian struktur
T_{max}	= periode fundamental maksimum, (detik)
C_u	= koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
D	= beban mati
L	= beban hidup
S	= beban hujan/salju

E	= beban gempa
\emptyset	= faktor reduksi kekuatan
Δ	= Simpangan antar tingkat desain, (mm)
Δ_a	= Simpangan antar tingkat izin, (mm)
C_d	= faktor pembesaran simpangan lateral/defleksi
δ_{xe}	= simpangan di tingkat-x
θ	= koefisien stabilitas
P_x	= beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat – x, (kN)
V_x	= gaya geser seismik yang bekerja di tingkat x dan x – 1, (kN)
hs_x	= tinggi tingkat di bawah tingkat x, (mm)
l_n	= bentang bersih, (mm)
b_w	= lebar penampang, (mm)
ρ	= rasio penampang
h	= tinggi penampang, (mm)
$f'c$	= kekuatan tekan beton yang disyaratkan, (MPa)
f_y	= kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan, (MPa)
M_{nc}	= jumlah kekuatan lentur nominal kolom-kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint, kNm
M_{nb}	= jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint, kNm
A_k	= beban kejadian luar biasa
ts	= tebal selimut, (mm)
\emptyset_s	= diameter sengkang, (mm)
\emptyset_T	= diameter tulangan, (mm)
Δ_{drift}	= batasan <i>drift</i> yang diijinkan

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”