

EVALUASI KINERJA SAMBUNGAN JOIN BALOK-KOLOM BANGUNAN EKSISTING DENGAN PENGUJIAN NONDESTRUKTIF

Franz Purnomo
NRP: 1221060

Pembimbing: Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRAK

Akibat dari banyaknya pembangunan gedung-gedung baru untuk sarana kepentingan umum dan juga untuk sarana kepentingan pribadi di Negara Indonesia, tidak sedikit bangunan tua yang mulai terabaikan. Padahal tidak sedikit dari bangunan tua itu yang masih difungsikan sebagai sarana kepentingan umum, contohnya rumah ibadah, galeri kerajinan, *museum*, tempat wisata, dll yang tentu perlu dijaga kelestariannya. Maka untuk memastikan kelestarian bangunan-bangunan tua yang ada diperlukan peninjauan secara langsung ke lapangan agar dapat dilakukan penelitian yang menghasilkan kinerja komponen struktural dari bangunan tersebut yang bersifat Nondestruktif atau bersifat tanpa merusak.

Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini melakukan evaluasi kinerja struktur bangunan kayu eksisting terhadap beban gravitasi dan beban gempa serta terkait dengan kinerja kekuatan join hubungan balok-kolom.

Hasil dari penelitian Tugas Akhir ini menyatakan bahwa bangunan Vihara Satya Budhi yang berada di Kota Bandung memenuhi persyaratan simpangan antar lantai ijin minimum sesuai SNI 1726:2012. Analisis kinerja sambungan balok dan kolom berdasarkan beban gempa statik ekuivalen dan respon spektrum didapati 3 buah sambungan balok dan kolom yang tidak memenuhi kapasitas nominal maksimum.

Kata Kunci: Bangunan Tua Eksisting, Gempa, SNI 1726:2012, Sambungan Balok dan Kolom, Pengujian Nondestruktif

PERFORMANCE EVALUATION OF BEAM-COLUMN JOINT OF EXSISTING BUILDING WITH NON- DESTRUCTIVE TESTING

Franz Purnomo
NRP: 1221060

Supervisor: Dr. Yosafat Aji Pranata, S.T., M.T.

ABSTRACT

As a result of the construction of many new buildings for public facilities and personal interest in Indonesia, some of the old existing buildings are being neglected. However, some of the old existing buildings are still used for public interest such as house of worship, craft galleries, museums, tourist attractions, etc. That need to be preserved. Hence, to ensure the preservation of the old buildings there's a need to do sighting directly to the field so the observation can be be done to provide structural components of the existing building which use a non-destructive testing.

The purpose of this Final Project, is to evaluate the structure performance of the old existing wooden building against gravity loads and seismic loads also related to the performance of the strength of the beam-column joint.

The result of this Final Project states that the construction of "Vihara Satya Budhi" that is located in Bandung meet the requirements of a minimum story drift as stated in SNI 1726:2012. The analysis of the performance of the beam-column joint based on equivalent static earthquake load and response spectrum that is found from 3 pieces beam-column joint that do not fullfill the maximum of nominal capacity.

Keyword: *Old exsisting building, Earthquake, SNI 1726:2012, Beam-column joint, Non-Destructive Testing*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENNELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
1.5 Bagan Alir Penelitian	4
BAB II TINJAUAN LITERATUR.....	5
2.1 Bangunan Kayu	5
2.1.1 Kayu	5
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Kayu	6
2.1.3 Sifat-sifat Kayu	7
2.1.4 Sifat Fisik Kayu	7
2.1.5 Sifat Mekanik Kayu	10
2.2 Pengujian dengan Merusak (<i>Destructive</i>).....	13
2.3 Pengujian Sambungan Balok dan Kolom.....	13
2.4 Pengujian Tanpa Merusak (<i>Non-Destructive</i>)	16
2.4.1 <i>Sylvatest Trio</i>	19
2.4.2 Deskripsi Alat <i>Sylvatest Trio</i>	20
2.4.3 Koneksi <i>Probes</i> dan <i>Sylvatest Trio</i>	21
2.4.4 Posisi <i>Probes</i>	21
2.4.5 Langkah Kerja <i>Sylvatest Trio</i>	23
2.4.6 Pengolahan Data <i>Sylvatest Trio</i>	24
2.5 Pembebanan.....	25
2.5.1 Beban Gravitasi	25
2.5.2 Beban Gempa	26
2.5.2.1 Beban Gempa Rencana.....	26
2.5.2.2 Respon Spektra	28
2.5.2.3 Analisis Statik Ekuivalen.....	36
2.5.2.4 Analisis Dinamik Respons Spektrum	39
2.5.2.5 Simpangan Antar Lantai	40

2.5.2.6 Kombinasi Pembebanan	41
2.6 Elemen Sambungan	42
2.7 Klasifikasi Jenis Sambungan Berdasarkan Ratio Tahunan	43
2.8 Perangkat Lunak SAP2000	44
2.9 Pengolahan Data Statistik.....	45
BAB III PENGUMPULAN DATA DAN PENGUJIAN	47
3.1 Bangunan Eksisting.....	47
3.2 Vihara Satya Budhi	47
3.3 Pengujian Nondestruktif.....	54
3.3.1 Pemetaan Bangunan	55
3.3.2 Pengambilan data menggunakan <i>Sylvatest Trio</i>	57
3.4 Pengujian Destruktif.....	74
3.4.1 Pengujian Berat Jenis (BJ) kayu	74
3.4.2 Pengujian Sambungan Balok dan Kolom	79
3.5 Perhitungan Beban Penutup Atap	89
3.6 Perhitungan Modulus Elastisitas	90
BAB IV PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR	101
4.1 Pemodelan Bangunan Pada Program SAP2000	101
4.2 Perhitungan dan <i>Input</i> Data Pembebanan yang Bekerja	108
4.2.1 Perhitungan dan Pemodelan Beban Gravitasi	109
4.2.1.1 Perhitungan Beban Gravitasi	109
4.2.1.2 Pemodelan Beban Gravitasi.....	119
4.2.2 Perhitungan dan Pemodelan Beban Gempa	122
4.2.2.1 Perhitungan dan Pemodelan Beban Gempa Statik Ekvivalen ...	125
4.2.2.2 Perhitungan dan Pemodelan Beban Gempa Respon Spektrum	141
4.3 Evaluasi Kinerja Bangunan	147
4.3.1 Simpangan Antar Lantai Bangunan Dengan Beban Gempa Statik Ekvivalen	147
4.3.2 Simpangan Antar Lantai Bangunan Dengan Beban Respon Spektrum.....	157
4.4 Kinerja Sambungan	166
4.5 Tinjauan Tanpa Faktor Perbesaran Beban.....	182
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	189
5.1 Simpulan.....	189
5.2 Saran	189
DAFTAR PUSTAKA	190
LAMPIRAN.....	192
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	193
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Renovasi Alun-alun Kota Bandung	1
Gambar 2.1	Rumah Kayu Minimalis	6
Gambar 2.2	Contoh Kerusakan Kayu Akibat Serangan Hama	7
Gambar 2.3	Batang kayu menerima gaya tarik sejajar serat	10
Gambar 2.4	a) Batang Kayu Menerima Gaya Tekan Tegak Lurus Arah Serat. ...	11
	b) Batang Kayu Menerima Gaya Tekan Sejajar Serat.	11
Gambar 2.5	Batang Kayu Menerima Gaya Geser Tegak Lurus Arah Serat	11
Gambar 2.6	Pengujian Sambungan Pen dan Lubang	14
Gambar 2.7	Mn dan Vn Pada Sambungan Balok-Kolom	14
Gambar 2.8	Alat <i>Universal Testing Machine (UTM)</i> Pada Pengujian Sambungan Parsial	15
Gambar 2.9	Tipe-tipe Kegagalan dalam Pengujian Material Kayu	15
Gambar 2.10	Definisi Beban Batas Proporsional	16
Gambar 2.11	Aplikasi <i>Liquid Penetrant</i>	18
Gambar 2.12	Perangkat Pemancar dan Penrima Gelombang Ultrasonik (<i>Probes</i>)	20
Gambar 2.13	Perangkat Elektronik <i>Portable</i> dan <i>Probes</i> beserta Kabel	20
Gambar 2.14	Posisi <i>Probes</i> dengan cara <i>Direct measurement</i>	21
Gambar 2.15	Posisi <i>Probes</i> dengan cara <i>Indirect measurement</i>	22
Gambar 2.16	Posisi <i>Probes</i> dengan cara <i>Radial Measurement</i>	22
Gambar 2.17	Tampilan Data Hasil Pemancaran Gelombang Alat <i>Sylvatest Trio</i> ..	23
Gambar 2.18	S_s , Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER), kelas situs SB	27
Gambar 2.19	S_1 , Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER), Kelas Situs SB	27
Gambar 2.20	Spektrum Respons Desain	35
Gambar 2.21	Penentuan Nilai Simpangan Antar Lantai	40
Gambar 2.22	Distribusi Momen Tahanan Terhadap Momen Jepit Sempurna Sambungan Sederhana, Sambungan Kaku, dan Sambungan Semi Kaku	44
Gambar 3.1	Lokasi Vihara Satya Budhi pada <i>Google Map</i>	47
Gambar 3.2	Lokasi Vihara Satya Budhi pada <i>Google Earth</i>	48
Gambar 3.3	Foto Vihara Satya Budhi	48
Gambar 3.4	Denah Vihara Satya Budhi	49
Gambar 3.5	Potongan A-A, B-B dan E-E	49
Gambar 3.6	Potongan C-C, Potongan D-D, dan Tampak Muka	50
Gambar 3.7	Tampak Perspektif Denah Lantai Vihara Satya Budhi	50
Gambar 3.8	Tampak Perspektif Denah Kolom Vihara Satya Budhi	51
Gambar 3.9	Tampak Perspektif Denah Dinding Vihara Satya Budhi	51
Gambar 3.10	Tampak Perspektif Denah Balok Atap Vihara Satya Budhi	52
Gambar 3.11	Tampak Perspektif Atap Vihara Satya Budhi	52
Gambar 3.12	Tampak Atas Perspektif Vihara Satya Budhi	53
Gambar 3.13	Tampak Perspektif Vihara Satya Budhi	53
Gambar 3.14	Denah Vihara Satya Budhi dimana Dilakukan Pengujian	54

Gambar 3.15 a) Pengukuran Dimensi dan Tinggi Kolom.....	55
b) Pengukuran Dimensi dan Panjang Balok.....	55
Gambar 3.16 Denah Struktur Bangunan Vihara Satya Budhi.....	56
Gambar 3.17 Penandaan Daerah Tumpuan dan Lapangan Kolom	57
Gambar 3.18 Ilustrasi Penandaan Titik Pengujian	58
Gambar 3.19 a) Pembersihan Dempul dan Cat pada Kolom.....	59
b) Pembersihan Dempul dan Cat pada Balok.....	59
Gambar 3.20 a) Hasil Pembersihan Dempul dan Cat pada Balok.....	59
b) Hasil Pembersihan Dempul dan Cat pada Kolom.....	59
Gambar 3.21 Posisi Alat Pemancar dan Penerima Gelombang Ultrasonik Sejauh 30cm	60
Gambar 3.22 a) Pengukuran Balok Menggunakan Alat <i>Sylvatest Trio</i>	60
b) Pengukuran Balok Menggunakan Alat <i>Sylvatest Trio</i>	60
Gambar 3.23 Penentuan Sisi Pengujian.....	61
Gambar 3.24 Penentuan Daerah Pengujian dan Letak Alat <i>Sylvatest Trio</i>	61
Gambar 3.25 Pemotongan Kayu Struktural Vihara yang Telah diganti.....	74
Gambar 3.26 Pemotongan Kayu Struktural Vihara untuk Dijadikan Benda Uji	74
Gambar 3.27 Penimbangan Berat Basah Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 1.....	75
Gambar 3.28 Penimbangan Berat Basah Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 2	75
Gambar 3.29 Penimbangan Berat Basah Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 3.....	75
Gambar 3.30 Penimbangan Berat Basah Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 4.....	76
Gambar 3.31 Penimbangan Berat Basah Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 5.....	76
Gambar 3.32 Proses Pengeringan Benda Uji Kayu Vihara dengan Menggunakan Oven	77
Gambar 3.33 Penimbangan Berat Kering Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 1	77
Gambar 3.34 Penimbangan Berat Kering Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 2	77
Gambar 3.35 Penimbangan Berat Kering Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 3	78
Gambar 3.36 Penimbangan Berat Kering Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 4	78
Gambar 3.37 Penimbangan Berat Kering Kayu Vihara, Benda Uji Nomor 5	78
Gambar 3.38 Pembuatan dan Penimbangan Berat Basah Kayu Pengujian Parsial Join	79
Gambar 3.39 Pengeringan Kayu Benda Uji Pengujian Parsial Join.....	80
Gambar 3.40 Penimbangan Berat Kering Kayu Pengujian Parsial Join, Benda Uji Nomor 1	80
Gambar 3.41 Penimbangan Berat Kering Kayu Pengujian Parsial Join, Benda Uji Nomor 2	81
Gambar 3.42 Penimbangan Berat Kering Kayu Pengujian Parsial Join, Benda Uji Nomor 3	81
Gambar 3.43 Penimbangan Berat Kering Kayu Pengujian Parsial Join, Benda Uji Nomor 4	81
Gambar 3.44 Model Join Balok dan Kolom Tampak Samping	84
Gambar 3.45 Model Join Balok dan Kolom Tampak Atas	84
Gambar 3.46 Kolom Kayu Pengujian Parsial Join.....	84
Gambar 3.47 Pengujian Sambungan Balok dan Kolom Geser Join dengan UTM .	85
Gambar 3.48 Letak <i>Dial Gauge</i>	85
Gambar 3.49 Letak Beban.....	86
Gambar 3.50 Detail Pengujian Sambungan Balok dan Kolom dengan UTM.....	86
Gambar 3.51 Grafik Beban vs Deformasi Pengujian sambungan dengan UTM	87

Gambar 3.52 Penentuan Beban Batas Proporsional	87
Gambar 3.53 Benda Uji Join Setelah Pengujian Sambungan Balok dan Kolom dengan UTM	88
Gambar 3.54 Kegagalan <i>Horizontal Shear</i> Pada Daerah Sambungan	88
Gambar 3.55 Penimbangan Penutup Atap (Genteng)	89
Gambar 3.56 a) Pengukuran Panjang Penutup Atap	89
b) Pengukuran Lebar Penutup Atap	89
Gambar 4.1 Tampilan Awal Program SAP2000	101
Gambar 4.2 Tampilan <i>Define Grid System</i> pada Program SAP2000	102
Gambar 4.3 Tampilan <i>Define Material Properties</i> Pada Program SAP2000.....	103
Gambar 4.4 <i>Input data Material Property</i> Kayu Pada Program	103
Gambar 4.5 <i>Input Data Material Property</i> Dinding Bata Pada Program SAP2000	104
Gambar 4.6 Tampilan <i>Section Data</i> pada Pemodelan Penampang Kayu Pada Program SAP2000	104
Gambar 4.7 Tampilan <i>Section Designer</i> pada Pemodelan Penampang Kayu Pada Program SAP2000	105
Gambar 4.8 <i>Define Area Section</i> Pada Program SAP2000	105
Gambar 4.9 Pemodelan Dinding Bata Pada Program SAP2000	106
Gambar 4.10 Tampilan untuk <i>Link Properties</i> Pada Program SAP2000	106
Gambar 4.11 Tampilan untuk Pemodelan <i>Multi-Linear Force-Deformation Definition</i>	107
Gambar 4.12 Tampilan <i>input Joint Restraints</i> Pada Program SAP2000	107
Gambar 4.13 Model 3D Vihara Satya Budhi Pada Program SAP2000.....	108
Gambar 4.14 Tampilan <i>Define Load Pattern</i> Pada Program SAP2000.....	108
Gambar 4.15 Tampak 3D Atap Tipe 1	110
Gambar 4.16 Denah Gording dan Titik-titik Pembebanan Atap Tipe 1 (cm).....	110
Gambar 4.17 Luas Wilayah Pembebanan yang Dipikul oleh Titik L	111
Gambar 4.18 Tampak 3D Atap Tipe 2	114
Gambar 4.19 Denah Gording dan Titik-titik Pembebanan Atap Tipe 2 (cm).....	114
Gambar 4.20 Tampak 3D Atap tipe 3	116
Gambar 4.21 Denah Gording dan Titik-titik Pembebanan Atap Tipe 3 (cm).....	117
Gambar 4.22 Tampak 3D Atap tipe 4	118
Gambar 4.23 Denah Gording dan Titik-titik Pembebanan Atap Tipe 4 (cm).....	118
Gambar 4.24 Jenis Perletakan Sendi Pada Pemodelan Struktur.....	119
Gambar 4.25 Pembebanan SDL Pada Join Struktur Bangunan	120
Gambar 4.26 Pembebanan Beban Hidup Pada Join Struktur Bangunan.....	120
Gambar 4.27 Pembebanan SDL Pada <i>Frame</i> Struktur Bangunan	121
Gambar 4.28 Pembebanan Beban Hidup Pada <i>Frame</i> Struktur Bangunan.....	121
Gambar 4.29 Nilai S_s untuk Kota Bandung.....	122
Gambar 4.30 Nilai S_1 untuk Kota Bandung	122
Gambar 4.31 Tampilan <i>Define Constraint</i>	125
Gambar 4.32 Tampilan <i>Define Diaphragm Constraint</i>	125
Gambar 4.33 Penggambaran <i>Diaphragm Constraint</i> Elevasi 3,5m	126
Gambar 4.34 Penggambaran <i>Diaphragm Constraint</i> Elevasi 5m	126
Gambar 4.35 <i>Define Load Patterns</i> Untuk EQX dan EQY.....	137
Gambar 4.36 Input Beban Gempa Statik Ekuivalen Arah x Dengan $MOE_{dinamik}$	137
Gambar 4.37 Input Beban Gempa Statik Ekuivalen Arah y Dengan $MOE_{dinamik}$	138

Gambar 4.38 Input Beban Gempa Statik Ekuivalen Arah x Dengan MOE_{statik}	138
Gambar 4.39 Input Beban Gempa Statik Ekuivalen Arah y Dengan MOE_{statik}	139
Gambar 4.40 Input Kombinasi Beban “K201”	140
Gambar 4.41 Tampilan <i>Define Load Combinations</i>	140
Gambar 4.42 <i>Define Response Spectrum Function</i> Pada Program SAP2000	141
Gambar 4.43 Input Data Respon Spektrum Pada Program SAP2000	142
Gambar 4.44 Input Skala Faktor Respon Spektrum SPEC X	143
Gambar 4.45 Input Skala Faktor Respon Spektrum SPEC Y	143
Gambar 4.46 Hasil Input Respon Spektrum Pada <i>Menu Load Case</i>	144
Gambar 4.47 Tipe Sambungan Pen dan Lubang Bangunan Vihara Satya Budhi ...	166
Gambar 4.48 Coakan Pada Sambungan Pen dan Lubang Bangunan Vihara Satya Budhi	167
Gambar 4.49 Luas Penampang Balok Pada Sambungan	167
Gambar L1.1 Periode Fundamental Bangunan Tanpa Dinding Batu Bata	192
Gambar L1.2 Periode Fundamental Bangunan Dengan Dinding Batu Bata	192



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelebihan dan Kekurangan Kayu	6
Tabel 2.2	Klasifikasi mutu kayu terhadap $V(m/s)$	25
Tabel 2.3	Klasifikasi Situs.....	29
Tabel 2.4	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	30
Tabel 2.5	Faktor Keutamaan Gempa.....	32
Tabel 2.6	Koefisien Situs, F_a	33
Tabel 2.7	Koefisien Situs, F_v	34
Tabel 2.8	Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan perioda pendek	36
Tabel 2.9	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	38
Tabel 2.10	Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung	38
Tabel 2.11	Simpangan antar tingkat ijin $\Delta_a^{a,b}$	41
Tabel 2.12	Kombinasi Pembebanan SNI1726:2012	41
Tabel 2.13	Persyaratan Nilai Rata-Rata Koefisien Variasi Untuk Sifat Kayu.....	46
Tabel 3.1	Data Hasil Pengujian Kolom.....	62
Tabel 3.2	Data Hasil Pengujian Balok	67
Tabel 3.3	Data Hasil Perhitungan Berat Jenis (BJ)	79
Tabel 3.4	Hasil Pengujian Berat Jenis Kayu Pengujian Parsial Join.....	82
Tabel 3.5	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Kayu Kolom Pengujian Parsial Join	82
Tabel 3.6	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Kayu Balok Pengujian Parsial Join	82
Tabel 3.7	Hasil Pengujian Geser Join dengan UTM	88
Tabel 3.8	Data Perhitungan Balok B-R-11-14	91
Tabel 3.9	Hasil Perhitungan MOE_d dan MOE_s untuk Kolom	92
Tabel 3.10	Hasil Perhitungan MOE_d dan MOE_s untuk Balok	96
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Pembebanan Atap tipe 1	113
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Pembebanan Atap tipe 2	115
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Pembebanan Atap tipe 3	117
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Pembebanan Atap tipe 4.....	119
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Berat Struktur Bangunan Secara Manual dengan Penampang Persegi Empat	127
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Berat Struktur Bangunan Secara Manual dengan Penampang Lingkaran	129
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Berat Bangunan Program	130
Tabel 4.8	<i>Participating Mass Ratio</i> Pada Model $MOE_{dinamik}$	130
Tabel 4.9	<i>Participating Mass Ratio</i> Pada Model MOE_{statik}	130
Tabel 4.10	Ragam gerak struktur bangunan dengan $MOE_{dinamik}$	131
Tabel 4.11	Ragam gerak struktur bangunan dengan MOE_{statik}	132
Tabel 4.12	Waktu Getar Alami Bangunan dengan $MOE_{dinamik}$	133
Tabel 4.13	Waktu Getar Alami Bangunan dengan MOE_{statik}	133

Tabel 4.14	Perhitungan Gaya Geser Statik Arah x $MOE_{dinamik}$	134
Tabel 4.15	Perhitungan Gaya Geser Statik Arah y $MOE_{dinamik}$	135
Tabel 4.16	Perhitungan Gaya Geser Statik Arah x MOE_{statik}	136
Tabel 4.17	Perhitungan Gaya Geser Statik Arah y MOE_{statik}	136
Tabel 4.18	Kombinasi Beban Untuk Analisis Statik Ekvivalen	139
Tabel 4.19	Kombinasi Beban Untuk Analisis Respon Spektrum	144
Tabel 4.20	Gaya Geser Dinamik Dan Statik Bangunan Dengan Data $MOE_{dinamik}$	145
Tabel 4.21	Perbesaran Faktor Skala Bangunan Dengan Data $MOE_{dinamik}$	145
Tabel 4.22	Gaya Geser Dinamik Dan Statik Bangunan Dengan Data MOE_{statik}	146
Tabel 4.23	Perbesaran Faktor Skala Bangunan Dengan Data MOE_{statik}	146
Tabel 4.24	Simpangan Antar Lantai Arah x Gaya Gempa Statik Ekvivalen Dengan $MOE_{dinamik}$	147
Tabel 4.25	Simpangan Antar Lantai Arah y Gaya Gempa Statik Ekvivalen dengan $MOE_{dinamik}$	149
Tabel 4.26	Simpangan Antar Lantai Arah x Gaya Gempa Statik Ekvivalen dengan MOE_{statik}	153
Tabel 4.27	Simpangan Antar Lantai Arah y Gaya Gempa Statik Ekvivalen dengan MOE_{statik}	155
Tabel 4.28	Simpangan Antar Lantai Arah x Gaya Gempa Respon Spektrum dengan $MOE_{dinamik}$	157
Tabel 4.29	Simpangan Antar Lantai Arah y Gaya Gempa Respon Spektrum dengan $MOE_{dinamik}$	159
Tabel 4.30	Simpangan Antar Lantai Arah x Gaya Gempa Respon Spektrum dengan MOE_{statik}	162
Tabel 4.31	Simpangan Antar Lantai Arah y Gaya Gempa Respon Spektrum dengan MOE_{statik}	164
Tabel 4.32	Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_d dan Beban Gempa Statik Ekvivalen	171
Tabel 4.33	Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_d dan Beban Gempa Respon Spektrum	174
Tabel 4.34	Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_s dan Beban Gempa Statik Ekvivalen	177
Tabel 4.35	Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_s dan Beban Gempa Respon Spektrum	180
Tabel 4.36	Kombinasi Pembebanan Tanpa Faktor Perbesaran Dengan Beban Gempa Statik Ekvivalen	182
Tabel 4.37	Kombinasi Pembebanan Tanpa Faktor Perbesaran Dengan Beban Gempa Respon Spektrum	183
Tabel 4.38	Hasil Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_d dan Beban Gempa Statik Ekvivalen	184
Tabel 4.39	Hasil Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_d dan Beban Gempa Respon Spektrum	185
Tabel 4.40	Hasil Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_s dan Beban Gempa Statik Ekvivalen	186
Tabel 4.41	Hasil Analisis Kinerja Sambungan Dengan MOE_s dan Beban Gempa Statik Ekvivalen	187

DAFTAR NOTASI

A_b	Luas penampang balok
b	Lebar penampang balok/kolom
BJ	Berat jenis
C_d	Faktor amplifikasi defleksi
C_s	Koefisien respons gempa
C_t	Nilai parameter perioda pendekatan
C_u	Koefisien untuk batas atas pada perioda bangunan
C_{vx}	Faktor distribusi vertikal
D	Beban mati
DL	<i>Dead load</i> (beban mati)
E	Pengaruh beban gempa
E_h	Pengaruh beban gempa horisontal
E_v	Pengaruh beban gempa vertikal
f	Faktor perbesaran pada gempa respon spektrum
F_a	Koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2detik)
F_v	Koefisien situs untuk perioda panjang (perioda 1 detik)
F_x	Bagian dari gaya geser dasar, pada tingkat i atau x
g	Percepatan gravitasi
h	Tinggi bangunan, pada lantai i atau n
I_e	Faktor keutamaan gempa
k	Eksponen yang terkait dengan perioda struktur
L	Jarak antara <i>probes</i>
LL	<i>Live load</i>
M_n lapangan	Kapasitas nominal momen lapangan
MOE	Modulus elastisitas
MOE_d	Modulus elastisitas dinamik
MOE_s	Modulus elastisitas statik
n	Jumlah data
P	Faktor redundansi untuk desain seismik D sampai F nilainya 1,3
Q_z	Pengaruh gaya seismik horizontal
R	Koefisien modifikasi respons
S	Deviasi Standar
S_1	Parameter percepatan espons spektral MCE dari peta gempa pada perioda 1detik
SA	Tanah batuan keras
SB	Tanah batuan
SC	Tanah keras sangat padat dan batuan lunak
SD	Tanah lunak
S_{DS}	Parameter percepatan respons spektral spesifik situs pada perioda pendek, redaman 5 persen
SDS	Parameter percepatan respon desain pada periode pendek

S_{D1}	Parameter percepatan respons spektral spesifik situs pada periode 1 detik, redaman 5 persen
SDL	<i>Dead load</i> (beban mati)
S_F	Tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik
S_{MS}	Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{M1}	Percepatan percepatan respon spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_s	parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek
t	Waktu rambat gelombang ultrasonik
T	Periode fundamental bangunan
T_0	$0,2 S_{D1}/S_{DS}$
T_a	Waktu getar alami fundamental pendekatan
T_{max}	Waktu getar alami fundamental maksimum
V	Koefisien variansi
V_t	Kecepatan rambat gelombang di material terkoreksi
V_0	Cepat rambat gelombang ultrasonik pada alat <i>sylvatest trio</i>
V_s	Gaya geser gempa statik
V_d	Gaya geser gempa dinamik
$V_{n \text{ lapangan}}$	Kapasitas nominal geser lapangan
W	Berat bangunan
$\bar{x}$	Rata-rata
$\bar{x}_i$	Data ke-i
ρ	Berat jenis kayu
ρ	Faktor redunsasi
Δ	Simpangan antar lantai
$\Delta_s^{a,b}$	Simpangan antar tingkat ijin
δ_{xe}	Defleksi pada lokasi yang disyaratkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Perbandingan Periode Bangunan Tanpa Dinding Batu Bata Dengan Bangunan Dengan Dinding Batu Bata.....	6
------------	---	---

