

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Keaslian Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB 3 LANDASAN TEORI	9
3.1 Analisis Dinamik	9
3.1.1 Beban Dinamik	10
3.1.2 Karakteristik Dinamik	12
3.1.3 Pengukuran Dinamik Pada Struktur	14
3.2 Persamaan Gerak	15
3.2.1 <i>Single degree of freedom system</i> (SDOF)	15
3.2.2 <i>Multi degree of freedom system</i> (MDOF).....	17
3.2.3 Pemrosesan Sinyal Dinamik	21
3.3 Pembebanan Pada Model Numerik	26

vii

3.3.1	Beban Mati	26
3.3.2	Beban Gempa	26
BAB 4 METODE PENELITIAN		38
4.1	Lokasi Penelitian	38
4.2	Alur Penelitian	38
4.3	Peralatan Penelitian	39
4.4	Prosedur Penelitian di Lapangan	41
4.5	Pemodelan Numerik Menggunakan SAP2000	46
4.5.1	Data Gedung	47
4.5.2	Pembebanan	47
4.5.3	Langkah-langkah Pemodelan Struktur	50
4.6	Pemrosesan Sinyal	56
4.6.1	Pengubahan Format File	57
4.6.2	Sinyal Hasil Rekaman Getaran	61
4.6.3	Perataan Sinyal dengan Program FFTDW05D	62
4.6.4	Respon Spektrum Hasil Olahan FFTDW05D	69
4.7	Pemrosesan Sinyal Untuk Simpangan	70
4.8	Nilai Percepatan Tiap Lantai Pada Pemodelan SAP2000	74
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN		79
5.1	Frekuensi Sinyal	79
5.2	Simpangan (<i>Displacement</i>)	80
5.3	Faktor Amplifikasi	82
5.4	Pola Goyangan (<i>Mode Shape</i>)	84
5.5	Indeks Kerentanan (<i>Vulnerability index – K value</i>)	85
5.6	Percepatan Maksimum yang Masih dapat Diterima oleh Struktur (<i>Maximum Acceptable Acceleration</i>)	87
5.7	Pemodelan Numerik Menggunakan SAP2000	89
5.7.1	Perbandingan Nilai Frekuensi	89
5.7.2	Perbandingan Faktor Amplifikasi	90
5.7.3	Perbandingan Indeks Kerentanan	92
5.7.4	Perbandingan Percepatan Maksimum yang Masih dapat	

Diterima oleh Struktur	94
5.8. Analisis Elemen Struktur	96
5.8.1 Analisis Kolom	96
5.8.2 Analisis Balok	104
5.9. Perbedaan Hasil Perhitungan Metode Nakamura Dengan Perhitungan Menggunakan SNI 2847:2013.....	116
5.10. Perbandingan Uji Eksperimen dan Perhitungan Numerik	118
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	119
6.1 Kesimpulan	119
6.2 Saran	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN	123

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Prosedur analisis pembebanan gempa (SNI 1726:2012 Tabel 13)	27
Tabel 3.2	Faktor keutamaan gempa, I_e (SNI 1726:2012 Tabel 2)	28
Tabel 3.3	Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung-1 (SNI 1726: 2012 Tabel 1)	29
Tabel 3.4	Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung-2 (SNI 1726: 2012 Tabel 1)	29
Tabel 3.5	Klasifikasi Situs (SNI 1726: 2012 Tabel 3)	30
Tabel 3.6	Koefisien situs, F_a (SNI 1726: 2012 Tabel 4)	31
Tabel 3.7	Koefisien situs, F_v (SNI 1726: 2012 Tabel 5)	31
Tabel 3.8	Kategori desain seismik berdasarkan SDS (SNI 1726:2012 Tabel 6)	33
Tabel 3.9	Kategori desain seismik berdasarkan SD1 (SNI 1726:2012 Tabel 7)	33
Tabel 3.10	Koefisien batas atas perioda (SNI 1726:2012 Tabel 14)	34
Tabel 3.11	Parameter C_t dan x (SNI 1726:2012 Tabel 15)	35
Tabel 3.12	Simpangan antar lantai ijin, Δ_a (SNI 1726:2012 Tabel 16)	37
Tabel 4.1	Perhitungan waktu penelitian	43
Tabel 5.1	Data Frekuensi dan Percepatan Pengujian di Lapangan Arah U-S.....	79
Tabel 5.2	Data Frekuensi dan Percepatan Pengujian di Lapangan Arah B-T.....	79
Tabel 5.3	Perhitungan Nilai Simpangan dan <i>Story Drift</i> Arah U-S	82
Tabel 5.4	Perhitungan Nilai Simpangan dan <i>Story Drift</i> Arah B-T	82
Tabel 5.5	Perbandingan Simpangan Arah U-S	82
Tabel 5.6	Perbandingan Simpangan Arah B-T	82
Tabel 5.7	Perhitungan Nilai Faktor Amplifikasi Struktur Arah U-S	83
Tabel 5.8	Perhitungan Nilai Faktor Amplifikasi Struktur Arah B-T	83
Tabel 5.9	Perhitungan Nilai Indeks Kerentanan Arah U-S	86
Tabel 5.10	Perhitungan Nilai Indeks Kerentanan Arah B-T	86
Tabel 5.11	Perhitungan Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur Arah U-S	87
Tabel 5.12	Perhitungan Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima	

oleh Struktur Arah B-T	87
Tabel 5.13 Perbandingan Nilai Frekuensi dari Hasil Numeris dengan Hasil Pengujian di Lapangan untuk arah U-S	90
Tabel 5.14 Perbandingan Nilai Frekuensi dari Hasil Numeris dengan Hasil Pengujian di Lapangan untuk arah B-T	90
Tabel 5.15 Perhitungan Nilai Faktor Amplifikasi Struktur Arah U-S untuk Pemodelan SAP2000 dengan Dinding.....	90
Tabel 5.16 Perhitungan Nilai Faktor Amplifikasi Struktur Arah B-T untuk Pemodelan SAP2000 dengan Dinding.....	91
Tabel 5.17 Perhitungan Nilai Indeks Kerentanan Arah U-S untuk Pemodelan SAP2000 dengan Dinding	93
Tabel 5.18 Perhitungan Nilai Indeks Kerentanan Arah B-T untuk Pemodelan SAP2000 dengan Dinding	93
Tabel 5.19 Perhitungan Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur Arah U-S untuk Pemodelan SAP2000 dengan Dinding.....	94
Tabel 5.20 Perhitungan Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur Arah B-T untuk Pemodelan SAP2000 dengan Dinding.....	95
Tabel 5.21 Konfigurasi tulangan kolom K2	98
Tabel 5.22 Rekapitulasi kapasitas lentur dan aksial kolom output pemodelan SAP2000 dengan dinding	103
Tabel 5.23 Rekapitulasi kapasitas lentur balok output pemodelan SAP2000 dengan dinding	115
Tabel 5.24 Perbandingan Uji Eksperimen dan Perhitungan Numerik	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Analisis Struktur (Suhendro,2002)	9
Gambar 3.2	Beban dinamik akibat mesin (Suhendro,2002)	11
Gambar 3.3	Cara pengukuran struktur dengan analisis dinamik (Priyosulistyo,2013)	15
Gambar 3.4	Model matematik struktur SDOF	16
Gambar 3.5	Struktur 3-DOF, free body diagram dan model matematik	17
Gambar 3.6	Hubungan antara pola getaran dan simpangan (Nakamura dkk, 2000)	20
Gambar 3.7	Percepatan dalam <i>domain</i> waktu dapat diuraikan seperti penjumlahan dari banyak gelombang sinus dengan berbagai variasi amplitudo (Priyosulistyo,2013)	21
Gambar 3.8	Fenomena Aliasing (Priyosulistyo,2013)	24
Gambar 3.9	Jenis <i>Filtering</i> dalam Basis Waktu dan Basis Frekuensi (Priyosulistyo,2013)	25
Gambar 3.10	Spektrum respon desain (SNI 1726:2012 Gambar 1)	32
Gambar 3.11	Penentuan simpangan antar lantai (SNI 1726:2012 Gambar 5)	36
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 4.2	<i>Accelerometer</i>	39
Gambar 4.3	<i>Analog to Digital Converter</i> dan Amplifier	40
Gambar 4.4	<i>Accu</i>	40
Gambar 4.5	Peralatan yang telah dihubungkan	41
Gambar 4.6	Titik Berat Bangunan.....	42
Gambar 4.7	Lokasi titik penelitian	42
Gambar 4.8	Sketsa 3D contoh perletakan <i>accelerometer</i>	43
Gambar 4.9	Menu <i>Settings</i>	44
Gambar 4.10	<i>Hardware Setup</i>	44
Gambar 4.11	<i>New Setup</i>	44
Gambar 4.12	Atur <i>Channel</i> yang digunakan	45

Gambar 4.13 Mengisi Data dan Konversi Alat Sensor	45
Gambar 4.14 Proses Perekaman	46
Gambar 4.15 Data dinding	48
Gambar 4.16 Parameter Gempa	49
Gambar 4.17 <i>Grid</i> dalam SAP2000	51
Gambar 4.18 Definisi Material	52
Gambar 4.19 Defini Penampang	52
Gambar 4.20 Menggambar elemen gedung	53
Gambar 4.21 Pemodelan tumpuan	53
Gambar 4.22 Pemodelan <i>joint</i>	54
Gambar 4.23 <i>Load Patterns</i>	54
Gambar 4.24 <i>Input</i> beban gempa statik ekuivalen	55
Gambar 2.25 <i>Input</i> respon spektrum beban gempa	55
Gambar 4.26 Pemodelan modal	56
Gambar 4.27 Tampilan Rekaman Sinyal Digital pada DEWESoft X1 SP7	57
Gambar 4.28 Tampilan Program DEWESoft X1 SP7	58
Gambar 4.29 Tampilan <i>IIR Filter</i>	58
Gambar 4.30 Tampilan <i>IIR Filter setup</i>	59
Gambar 4.31 Tampilan Sinyal Digital setelah di <i>Filter</i>	59
Gambar 4.32 <i>Export</i> data	60
Gambar 4.33 <i>MS Excel</i> hasil <i>export</i>	60
Gambar 4.34 <i>Save as</i> ke *.csv	61
Gambar 4.35 Hubungan Amplitudo terhadap Waktu pada Ch 2 arah U-S	62
Gambar 4.36 Tampilan Program FFTDW05D	64
Gambar 4.37 Tampilan Program FFTDW05D	64
Gambar 4.38 <i>Input channel</i>	64
Gambar 4.39 <i>Input</i> jumlah data yang akan diolah	65
Gambar 4.40 <i>Input</i> Faktor Pengali	65
Gambar 4.41 <i>Input Unit</i>	66
Gambar 4.42 Memastikan data benar	66
Gambar 4.43 <i>Input</i> jumlah spektrum	67

Gambar 4.44 Pemrosesan Data	67
Gambar 4.45 Tampilan Respon Spektrum K61US Ch 2	68
Gambar 4.46 Tampilan file K61US_1.FNL pada Microsoft Excel	68
Gambar 4.47 Respon Spektrum untuk Ch 2 pada 6 lantai arah U-S	69
Gambar 4.48 Tampilan Program DEWESoft X1 SP7	70
Gambar 4.49 Tampilan <i>IIR Filter</i>	71
Gambar 4.50 Tampilan <i>IIR Filter setup</i>	71
Gambar 4.51 Tampilan Sinyal Digital setelah diubah ke simpangan	72
Gambar 4.52 <i>Export data</i>	72
Gambar 4.53 <i>MS Excel hasil export</i>	73
Gambar 4.54 <i>Save as ke *.csv</i>	73
Gambar 4.55 Tampilan SAP2000	74
Gambar 4.56 Menu <i>Define</i>	75
Gambar 4.57 Menu <i>Axes</i>	75
Gambar 4.58 Menu <i>Direction</i>	76
Gambar 4.59 Menu <i>Frequency</i>	76
Gambar 4.60 Menyimpan konfigurasi	76
Gambar 4.61 <i>Show Tables</i>	77
Gambar 4.62 <i>Choose Tables for Display</i>	77
Gambar 4.63. Data percepatan tiap lantai	78
Gambar 4.64. <i>Export ke Excel</i>	79
Gambar 5.1 Grafik Faktor Amplifikasi Arah U-S dan B-T	84
Gambar 5.2 Pola Goyangan untuk Arah U-S (kiri) dan B-T (kanan)	85
Gambar 5.3 Grafik Indeks Kerentanan Arah U-S dan B-T	86
Gambar 5.4 Grafik Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur U-S	88
Gambar 5.5 Grafik Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur B-T	88
Gambar 5.6 Perbandingan Grafik Faktor Amplifikasi Arah U-S	91
Gambar 5.7 Perbandingan Grafik Faktor Amplifikasi Arah B-T	92
Gambar 5.8 Perbandingan Grafik Indeks Kerentanan Arah U-S	93

Gambar 5.9 Perbandingan Grafik Indeks Kerentanan Arah B-T	94
Gambar 5.10 Perbandingan Grafik Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur U-S	95
Gambar 5.11 Perbandingan Grafik Percepatan Maksimum yang Masih Dapat Diterima oleh Struktur B-T	95
Gambar 5.12 Kolom K2 yang ditinjau	96
Gambar 5.13 Diagram interaksi kolom K1B arah x	101
Gambar 5.14 Diagram interaksi kolom K1B arah y	101
Gambar 5.15 Grafik nilai α menurut Bresler (Priyosulistyo, 2012)	103
Gambar 5.16 Balok B1A yang ditinjau	104
Gambar 5.17 Respons Spektrum.....	116
Gambar 5.17 Void pada Lantai 2.....	117