

TUGAS AKHIR

NOMOR: 1134/W.M/F.TS/SKR/2019

**DESAIN DAN ANALISIS KINERJA BANGUNAN
DENGAN KONFIGURASI *SOFT STORY PARTIAL*,
MENGACU PADA SNI 03-1726-2012**



DISUSUN OLEH:

FRIDUS TAEK

NOMOR REGISTRASI:

211 13 122

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
K U P A N G
2019**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**DESAIN DAN ANALISIS KINERJA BANGUNAN
DENGAN KONFIGURASI *SOFT STORY PARTIAL*,
MENGACU PADA SNI 03-1726-2012**

DISUSUN OLEH:

FRIDUS TAEK

NOMOR REGISTRASI:

211 13 122

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING 1

Ir. RANI HENDRIKUS, MS
NIDN: 08 0805 5801

PEMBIMBING 2

FREDERIKUS D. PANDOUK, ST., MT
NIDN: 08 2607 9002

DISETUJUI OLEH:

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNWIRA KUPANG

FRIDUS KALOGO, MT
NIDN: 08 0109 6303

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNWIRA KUPANG

PATRISIUS BATARIUS, ST., MT
NIDN: 08 1503 7801

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**DESAIN DAN ANALISIS KINERJA BANGUNAN
DENGAN KONFIGURASI *SOFT STORY PARTIAL*,
MENGACU PADA SNI 03-1726-2012**

DISUSUN OLEH:

FRIDUS TAEK

NOMOR REGISTRASI:

211 13 122

DIPERIKSA OLEH:

PENGUJI 1

STEPHANUS D. A. DEMON, ST., MT.

NIDN: 08 0909 7401

PENGUJI 2

CHRISTIAN C. MANUBULU, ST., M. Eng

NIDN: 08 1906 9102

PENGUJI 3

Ir. RANI HENDRIKUS, MS

NIDN: 08 0805 5801

LEMBARAN PERSEMBAHAN

SKRIPSI INI KU PERSEMBAHKAN UNTUK:

1. **TUHAN YESUS KRISTUS SEBAGAI SANG GEMBALA SEJATI YANG SELALU MENUNTUNKU DAN BUNDA MARIA SEBAGAI BUNDA PENGANTARA RAHMAT.**
2. **LEMBAGA TERCINTA, PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG.**
3. **BAPAK, MAMA, KK VINSEN, KK FRANS, KK ERNA, KK NIKO, ADE SENSI, ADIK UNO, ADE MARLY, ADIK SANDRO, ADIK YOSUA, NYADU THEO, NYADU KENS DAN PONAANKU SEKALIAN YANG SENANTIASA, MENDUKUNGKU SERTA SELALU MENDOAKANKU. KALIAN ADALAH HARTA TERBESAR DALAM HIDUPKU.**
4. **TERKUSUS UNTUK SANG SULUNG (KK VINSEN) YANG BERPERAN SEBAGAI KAPAL INDUKNYA BAPAK MAMA, UNTUK MENGANTARKAN KAMI ADIK-ADIKMU KE NEGERI SARJANA. ITULAH BUKTI TERTINGGI DALAM HIDUPMU, KARENA YANG ENKAU MAKNAI TENTANG HIDUP ITU BUKAN TENTANG APA YANG KK TERIMA MELAINKAN SEBERAPA BANYAK YANG KK BERI UNTUK KAMI ADIK-ADIK DAN ORANG LAIN.**
5. **SEMUA DOSEN TEKNIK SIPIL UNWIRA YANG TELAH MENDIDIK KAMI.**
6. **SEMUA TEMAN-TEMAN "CIVIL 13".**
7. **KEKASIHKU "MARIA YOSEFA BADJ, S. Kep. Ns" YANG SELALU MENDOAKANKU, MEMOTIVASIKU DAN SELALU MENDUKUNGKU DALAM MENGGAPAI CITA-CITAKU.**
8. **TEMAN-TEMAN KOS WILMA.**
9. **KOMUNITAS ILMIAH "CSC" YANG PERNAH TERLAHIRKAN BERSAMA ORANG HEBAT YANG PERNAH SAYA BELAJAR DARI MEREKA DAN SALING BERBAGI.**
10. **KOMUNITAS ANAK TEKNIK BIINMAFFO (ANT'BIIN).**
11. **SENAT MAHASISWA FAKULTAS TEKNIK UNWIRA, MASA BAKTI 2016-2017.**
12. **KEPADA SEMUA PENJASA TANPA NAMA YANG SUDAH MENDUKUNG SAYA DALAM MENCAPAI GELAR SARJANA TEKNIK.**

-MOTTO-

**KUTERLAHIR KEDUNIA
UNTUK MENGUBAH
DUNIAKU**

#11.49/24/06/2019/ST#

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan karunia-Nya telah memberikan hikmat, kekuatan dan kemampuan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Penyelesaian Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu disampaikan terima kasih kepada :

1. Sang gembala sejati "TUHAN YESUS KRISTUS" yang telah membimbing, menuntun dan menguatkan selama perjalanan penyelesaian Tugas Akhir ini;
2. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik;
3. Bapak Ir. Egidius Kalogo, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang;
4. Bapak Ir. Rani Hendrikus, MS, selaku Dosen Pembimbing 1;
5. Bapak Frederikus D. P. Ndouk, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing 2;
6. Yang berharga Bapak, Mama, Kaka, Adik dan segenap keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini;
7. Kekasihku "Maria Yosefa Badj, S. Kep, Ns" yang senantiasa menyemangati dan mendoakan;
8. Teman-Teman Tim Tugas Akhir Struktur (Yeri, Mones, Genjo, Roy dan Rey), yang senantiasa telah bersama-sama dan saling menopang dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
9. Teman –Teman Civil 13 dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini dan tidak dapat disebutkan namanya satu persatu;

Akhirnya disadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun diharapkan demi penyempurnaan, kiranya Tuhan Yesus senantiasa memberkati kita selalu.

Kupang, Juli 2019

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	I-1

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	I-2
1.3.1 Maksud	I-2
1.3.2 Tujuan	I-2
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-2
1.5 Batasan Masalah.....	I-3
1.6 Keterkaitan dengan Peneliti Terdahulu	I-4

BAB II LANDASAN TEORI

II-1

2.1 Konsep Umum Bangunan Tahan Gempa.....	II-1
2.2 Masalah <i>Soft Story</i>	II-2
2.3 Analisis Statik <i>Non-linear Pushover</i>	II-5
2.3.1 Metode Analisis Pushover	II-5
2.3.2 Konsep Analisis Statik Nonlinear	II-5
2.3.3 Sendi Plastis	II-6
2.3.4 Pola Beban Dorong	II-8
2.3.5 Waktu Getar Alami Efektif	II-8
2.3.6 Mekanisme Keruntuhan Gedung.....	II-9
2.3.7 Metode Spektrum Kapasitas (<i>Equivalent Linearization – FEMA 440</i>)	II-10
2.4 Konfigurasi Bangunan	II-12

2.4.1	Konfigurasi Horizontal	II-13
2.4.2	Konfigurasi Vertikal.....	II-16
2.5	Pengaturan Level Bangunan Gempa	II-19
2.5.1	Respon Spektrum Desain.....	II-19
2.5.2	Koefisien Modifikasi Respon Gempa (R) dan Faktor Kuat Lebih (Ω_0).....	II-24
2.5.3	Kategori Desain Gempa (<i>Seismik Design Category</i>).....	II-26
2.5.4	Gaya Geser Torsi	II-30
2.5.5	Pengaruh P-Delta	II-31
2.5.6	Faktor Redudansi	II-32
2.6	Metode Analisis	II-32
2.6.1	Proses Penentuan Metode Analisis	II-32
2.6.2	Metode Statik Equivalen.....	II-33
2.6.3	Metode Respon Spektrum.....	II-37
2.6.4	Kombinasi Pembebanan	II-41
2.6.5	Aplikasi Program ETABS 2016	II-43
2.7	Pendetailan Struktur	II-44
2.7.1	Estimasi Dimensi Balok	II-44
2.7.2	Estimasi Dimensi Kolom.....	II-45
2.7.3	Konsep Desain Kapasitas	II-46
2.7.4	Perencanaan Balok	II-47
2.7.5	Perencanaan Kolom	II-51
2.7.6	Detailing Komponen Struktur Lentur SRPMK	II-56
2.7.7	Detailing Komponen Struktur SRPMK Yang Menerima Kombinasi Lentur dan Beban Aksial	II-60
2.7.8	Detailing Hubungan Balok Kolom (HBK).....	II-62
BAB III METODE PENELITIAN.....		III-1
3.1	Umum	III-1
3.2	Data Umum Bangunan dan Pemodelan Struktur	III-1
3.3	Diagram alir Penelitian	III-4
3.4	Penjelasan Digram Alir.....	III-6
3.4.1	Preliminary Desain.....	III-6
3.4.1.1	Kategori Desain Seismik	III-6

3.4.1.2	Faktor Redudansi	III-6
3.4.1.3	Evaluasi Ketidakberaturan Kualitatif	III-6
3.4.1.4	Penentuan Metode Analisis.....	III-7
3.4.1.5	Estimasi Dimensi Awal dan Pembebanan	III-7
3.4.1.6	Analisis Dinamis Respon Spektrum ETABS	III-7
3.4.1.7	Analisis Statik Equivalen	III-7
3.4.1.8	Evaluasi Faktor Partisipasi Massa (FPM)	III-9
3.4.1.9	Evaluasi Gaya Geser Dasar Dinamis ($V_d \geq 85\% V_s$).....	III-9
3.4.1.10	Evaluasi Rotasi dan Translasi pada Gedung.....	III-9
3.4.1.11	Evaluasi Kinerja Struktur	III-10
3.4.1.11.1	Periode Struktur (T_o)	III-10
3.4.1.11.2	Evaluasi Simpangan Antar Lantai (Δa).....	III-10
3.4.1.11.3	Evaluasi Efek P-Delta (θ).....	III-10
3.4.1.12	Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif	III-11
3.4.1.13	Metode Analisis Akhir	III-11
3.4.2	Final Desain	III-12
3.4.2.1	Output Gaya Dalam.....	III-13
3.4.2.2	Desain Balok.....	III-13
3.4.2.2.1	Desain Tulangan Memanjang Balok.....	III-13
3.4.2.2.2	Desain Tulangan Geser Balok.....	III-15
3.4.2.2.3	Detailing dan Gambar Detail Balok	III-17
3.4.2.3	Desain Kolom	III-18
3.4.2.3.1	Desain Tulangan Memanjang Kolom	III-18
3.4.2.3.2	Desain Tulangan Geser Kolom.....	III-20
3.4.2.3.3	Detailing dan Gambar Detail Kolom	III-22
3.4.2.3.4	Analisis Joint Balok Kolom.....	III-23
3.4.2.3.5	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b	III-23
3.4.2.4	Analisis Pushover dengan <i>ETABS 2016</i>	III-23
3.4.2.5	Evaluasi Respons In-elastis	III-26
3.4.2.6	Pembahasan Hasil	III-26
3.4.2.7	Kesimpulan dan Saran	III-26
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1	Preliminary Desain	IV-1

4.1.1	Data Umum Bangunan	IV-1
4.1.2	Permodelan Struktur.....	IV-2
4.1.3	Kategori Desain Seismik	IV-4
4.1.4	Faktor Redudansi	IV-5
4.1.5	Evaluasi Ketidakberaturan Bangunan.....	IV-5
4.1.5.1	Evaluasi Ketidakberaturan Kualitatif	IV-5
4.1.5.1.1	Evaluasi Ketidakberaturan Horizontal	IV-5
4.1.5.1.2	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal.....	IV-10
4.1.6	Perkiraan Metode Analisis.....	IV-17
4.1.7	Estimasi Dimensi Awal dan Pembebanan	IV-17
4.1.7.1	Estimasi Dimensi Awal	IV-17
4.1.7.2	Pembebanan	IV-18
4.1.7.2.1	Beban Mati	IV-18
4.1.7.2.2	Beban Hidup.....	IV-23
4.1.7.2.3	Beban Gempa	IV-24
4.1.7.2.4	Kombinasi Pembebanan.....	IV-25
4.1.8	Proses Analisis Dengan <i>Software</i> ETABS 2016.....	IV-27
4.1.8.1	Tahap Permodelan Struktur	IV-27
4.1.8.2	Tahap Pendefenisian (<i>Define</i>)	IV-28
4.1.8.3	Tahap Penggambaran (<i>Draw</i>).....	IV-32
4.1.8.4	Tahap Pengablikasian Beban (<i>Assign</i>).....	IV-33
4.1.8.5	Tahap Analisis (<i>Analyze</i>).....	IV-34
4.1.9	Analisis Statik Equivalen	IV-34
4.1.9.1	Faktor Partisipasi Massa	IV-34
4.1.9.2	Gaya Geser Dasar.....	IV-35
4.1.9.3	Evaluasi Rotasi dan Translasi pada Bangunan	IV-36
4.1.10	Evaluasi Kinerja Struktur	IV-37
4.1.10.1	Waktu Getar Struktur (T0)	IV-38
4.1.10.2	Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	IV-38
4.1.10.3	Evaluasi Efek P-Delta.....	IV-41
4.1.11	Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif	IV-42
4.1.11.1	Evaluasi Ketidakberaturan Horizontal.....	IV-43
4.1.11.2	Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal	IV-46

4.1.12 Metode Akhir Analisis Dinamis	IV-52
4.2 Final Desain.....	IV-53
4.2.1 Output Gaya Dalam Momen Balok <i>ETABS</i>	IV-53
4.2.2 Desain Balok.....	IV-54
4.2.2.1 Desain Tulangan Memanjang Balok	IV-54
4.2.2.2 Desain Tulangan Geser Balok	IV-75
4.2.2.3 Detailing dan Gambar Detail Balok	IV-81
4.2.3 Desain Kolom.....	IV-83
4.2.3.1 Desain Tulangan Memanjang Kolom.....	IV-83
4.2.3.1.1 Evaluasi Pergoyangan Kolom.....	IV-84
4.2.3.1.2 Menghitung Beban PU dan MU Kolom.....	IV-84
4.2.3.1.3 Evaluasi Kelangsingan Kolom	IV-88
4.2.3.1.4 Faktor Pembesaran Momen	IV-89
4.2.3.1.5 Perhitungan Tulangan Memanjang Kolom	IV-91
4.2.3.2 Desain Tulangan Geser Kolom	IV-93
4.2.3.2.1 Penulangan Geser Kolom Daerah I _o	IV-94
4.2.3.2.2 Penulangan Geser Kolom Daerah Diluar I _o	IV-95
4.2.3.3 Analisa Joint Balok Kolom.....	IV-99
4.2.3.4 Evaluasi Ketidakberaturan Vertikal 5a dan 5b.....	IV-103
4.2.3.5 Analisa Pushover dengan <i>ETABS 2016</i>	IV-106
4.2.3.5.1 Umum	IV-106
4.2.3.5.2 Proses Analisa Dengan <i>ETABS 2016</i>	IV-106
4.2.3.5.3 Defenisi Kasus Beban Statik Non-Linear (<i>Nolinear Load Case</i>) .	IV-113
4.2.3.5.4 Pola Beban Gravitasi	IV-113
4.2.3.5.5 Pembebanan Akibat Beban Lantai	IV-114
4.2.3.5.6 Prosedur Running	IV-116
4.2.3.6 Peninjauan Respons In-Elastis	IV-116
4.2.3.6.1 Titik Kinerja <i>Performance Point</i>	IV-116
4.2.3.6.2 <i>Performance Level</i>	IV-118
4.2.3.6.3 Simpangan Antar Tingkat (<i>Drift</i>)	IV-118
4.2.3.6.4 Mekanisme Sendi Plastis.....	IV-122
4.2.3.7 Pembahasan Hasil	IV-130
4.2.3.7.1 Kebutuhan Tulangan Balok dan Kolom	IV-130

4.2.3.7.2	Peninjauan Respons In- Elastis.....	IV-133
4.2.3.7.3	Gambar Detail Pembesian Struktur pada Portal Terpilih	IV-137
5	BAB V KESIMPULAN.....	V-1
5.1	KESIMPULAN	V-1
5.1.1	Kebutuhan Tulangan Balok dan Kolom.....	V-1
5.1.1.1	Kebutuhan Tulangan Balok	V-1
5.1.1.2	Kebutuhan Tulangan Kolom.....	V-2
5.1.2	Hasil Analisis Pushover	V-2
5.2	SARAN	V-3

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Level Kinerja Berdasarkan FEMA 356, 2000	II-2
Tabel 2.2 Klasifikasi Situs	II-21
Tabel 2.3 Koefesien Situs, F_a	II-21
Tabel 2.4 Koefesien Situs, F_v	II-22
Tabel 2.5 Fungsi Bangunan dan Faktor Kepentingan (I_e)	II-27
Tabel 2.6 SDC Berdasarkan nilai SD1 untuk Daerah Gempa Sangat Kuat	II-27
Tabel 2.7 SDC Berdasarkan nilai SDS untuk Daerah Gempa Kecil–Kuat.....	II-27
Tabel 2.8 SDC Berdasarkan Nilai SD1 untuk Daerah Gempa Kecil–Kuat	II-28
Tabel 2.9 Hubungan Kategori Desain Seismik dan Resiko Kegempaan.....	II-28
Tabel 2.10 Faktor Koefisien Modifikasi Respons.....	II-29
Tabel 2.11 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	II-36
Tabel 2.12 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X	II-36
Tabel 2.13 Simpangan Antar Lantai Ijin, ΔA	II-41
Tabel 2.14 Estimasi Dimensi Balok Induk.....	II-44
Tabel 2.15 Tebal Mínimum Balok Nonprategang atau Pelat Satu Arah	II-45
Tabel 2.16 Persamaan Panjang Penyaluran untuk Masing-Masing Tipe Tulangan.....	II-58
Tabel 4.1 Evaluasi Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b	IV-6
Tabel 4.2 Lanjutan Evaluasi Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Horizontal II.....	IV-7
Tabel 4.3 Lanjutan Evaluasi Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Horizontal III ...	IV-8

Tabel 4.4 Lanjutan Evaluasi Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Horizontal IV ...	IV-9
Tabel 4.5 Lanjutan Evaluasi Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Horizontal V	IV-10
Tabel 4.6 Evaluasi Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal 1a dan 1b.....	IV-11
Tabel 4.7 Lanjutan Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal II	IV-12
Tabel 4.8 Lanjutan Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal III.....	IV-13
Tabel 4.9 Lanjutan Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal IV	IV-14
Tabel 4.10 Lanjutan Kualitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal V	IV-15
Tabel 4.11 Rekapitulasi Dimensi Awal Komponen Struktur	IV-18
Tabel 4.12 Kombinasi Pembebanan	IV-27
Tabel 4.13 Faktor Partisipasi Massa.....	IV-35
Tabel 4.14 Nilai Akhir Respon Spektrum dan Statik Ekuivalen.....	IV-36
Tabel 4.15 Evaluasi Waktu Getar Bangunan.....	IV-38
Tabel 4.16 Perhitungan Simpangan Antar Lantai Barat Timur (B-T)	IV-39
Tabel 4.17 Perhitungan Simpangan Antar Lantai Utara Selatan (U-S).....	IV-40
Tabel 4.18 Koefisien Stabilitas Akibat Gempa Dinamis dan Gravitasi Arah (B-T).....	IV-42
Tabel 4.19 Koefisien Stabilitas Akibat Gempa Dinamis dan Gravitasi Arah (U-S)	IV-42
Tabel 4.20 Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif Struktur Horizontal 1a	IV-44
Tabel 4.21 Evaluasi Ketidakberaturan Kuantitatif Struktur Horizontal 1b	IV-45
Tabel 4.22 Evaluasi Kuantitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal 1a.....	IV-47
Tabel 4.23 Evaluasi Kuantitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal 1b.....	IV-48

Tabel 4.24 Evaluasi Kuantitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal II.....	IV-49
Tabel 4.25 Evaluasi Kuantitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal 5a.....	IV-50
Tabel 4.26 Evaluasi Kuantitatif Struktur untuk Ketidakberaturan Vertikal 5b.....	IV-51
Tabel 4.27 Mn Balok Tipe B-46, Lantai 1 Frame As-A.....	IV-55
Tabel 4.28 Desain Prototype Tulangan Tumpuan	IV-60
Tabel 4.29 Desain Prototype Tulangan Lapangan	IV-62
Tabel 4.30 Rekapitulasi Momen Terpasang Masing-Masing Tipe Tulangan.....	IV-64
Tabel 4.31 Perhitungan Momen Lentur	IV-75
Tabel 4.32 Perhitungan Gaya Geser Balok	IV-76
Tabel 4.33 Perhitungan Gaya Geser Gempa	IV-76
Tabel 4.34 Perhitungan Gaya Geser Akibat Kombinasi	IV-77
Tabel 4.35 Perhitungan Daerah Sendi Plastis ($V_c=0$)	IV-79
Tabel 4.36 Perhitungan Daerah Non Sendi Plastis ($V \neq 0$)	IV-80
Tabel 4.37 Lanjutan Perhitungan Daerah Non Sendi Plastis ($V \neq 0$)	IV-80
Tabel 4.38 Perhitungan Daerah Batas ($d/2$, $V_c \neq 0$).....	IV-81
Tabel 4.39 Lanjutan Perhitungan Daerah Batas ($d/2$, $V_c \neq 0$).....	IV-81
Tabel 4.40 Evaluasi Pergoyangan Kolom.....	IV-84
Tabel 4.41 Evaluasi Kelangsingan Kolom	IV-89
Tabel 4.42 Evaluasi Faktor Pembesaran Momen Kolom Langsing	IV-90
Tabel 4.43 Lanjutan Evaluasi Faktor Pembesaran Momen Kolom Langsing Lanjutan ..	IV-91

Tabel 4.44 Evaluasi Momen Ujung Kolom.....	IV-91
Tabel 4.45 Evaluasi Jumlah Tulangan Kolom dengan SpColumn	IV-92
Tabel 4.46 Nilai Momen Nominal untuk Setiap Kondisi Beban P	IV-93
Tabel 4.47 Mpr dan Ve dari Setiap Kondisi Beban P	IV-93
Tabel 4.48 Evaluasi Ada Tidaknya Kontribusi Vc	IV-94
Tabel 4.49 Gaya Geser Desain untuk Setiap P	IV-94
Tabel 4.50 Tulangan Memanjang dan Geser AS-A.....	IV-97
Tabel 4.51 Tulangan Memanjang dan Geser Lanjutan AS-A.....	IV-98
Tabel 5.52 Spesifikasi Balok	IV-99
Tabel 5.53 Spesifikasi Kolom	IV-99
Tabel 4.54 Evaluasi Ketidakberaturan 5a untuk Arah-X dan Arah-Y	IV-104
Tabel 4.55 Evaluasi Ketidakberaturan 5b untuk Arah-X dan Arah-Y	IV-105
Tabel 4.56 Titik Kinerja Performance Point.....	IV-117
Tabel 4.57 Tingkat Kinerja (<i>Performance Level</i>)	IV-118
Tabel 4.58 Pola Perpindahan Performance Point Arah B-T (X) –Step-26	IV-119
Tabel 4.59 Pola Perpindahan Performance Point Arah- U-S (Y) Step-26	IV-119
Tabel 4.60 Perpindahan Mencapai Drift Max Arah B-T (X) –Step-16	IV-120
Tabel 4.61 Perpindahan Mencapai Drift Max Arah- U-S (Y) Step- 16	IV-121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	USGS, Pusat Gempa Di Padang pada Kamis, 2 Juni 2016	II-3
Gambar 2.2	Kasus <i>Soft Story</i> , (Hotel Ambacang), Di Padang	II-4
Gambar 2.3	Kasus <i>Soft Story</i> , (Hotel Bumi Minang)), Di Padang	II-4
Gambar 2.4	Grafik Hubungan Gaya dengan Perpindahan	II-6
Gambar 2.5	Variasi Pola Distribusi Pembebanan Lateral FEMA 356	II-8
Gambar 2.6	Parameter Waktu Getar Fundamental Efektif dari Kurva Pushover	II-9
Gambar 2.7	Mekanisme Keruntuhan Gedung	II-10
Gambar 2.8	Lokasi Target Perpindahan Menggunakan <i>MADRS</i>	II-12
Gambar 2.9	Kriteria Ketidakberaturan Torsi	II-13
Gambar 2.10	Ketidakberaturan Sudut Dalam	II-14
Gambar 2.11	Pembatasan Bukaan Diafragma	II-15
Gambar 2.12	Ketidakberaturan Pergeseran Melintang	II-15
Gambar 2.13	Sistem Struktur Non Paralel	II-16
Gambar 2.14	Kriteria Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	II-16
Gambar 2.15	Kriteria Ketidakberaturan Massa Bangunan	II-17
Gambar 2.16	Kriteria Ketidakberaturan Geometri Vertikal	II-18
Gambar 2.17	Kriteria Ketidakberaturan Vertikal Tipe IV	II-18
Gambar 2.18	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat	II-19
Gambar 2.19	Gempa Maksimun yang Dipertimbangkan Resiko-Tertarget	

MCER (S_s)	II-20
Gambar 2.20 Gempa Maksimun yang Dipertimbangkan Resiko-Tertarget	
MCER (S_1)	II-20
Gambar 2.21 Spektrum Respons Desain	II-23
Gambar 2.22 Hubungan R , R_d , Ω_0 dan C_d	II-25
Gambar 2.23 Gaya Torsi yang terjadi pada Lantai Bangunan	II-30
Gambar 2.24 Koefisien Amplifikasi Torsi	II-30
Gambar 2.25 Efek P-Delta	II-31
Gambar. 2.26 Model Gaya Dinamis Lateral	II-33
Gambar 2.27 Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	II-40
Gambar 2.28 Persyaratan Tulangan Lentur	II-47
Gambar 2.39 Diagram Tegangan dan Regangan pada Balok	II-48
Gambar 2.30 Gaya Geser Rencana Balok	II-50
Gambar 2.31 Konsep Kolom Kuat Balok Lemah.....	II-53
Gambar 2.32 Konsep Desain Kapasitas.....	II-53
Gambar 2.33 Gaya Geser Rencana Kolom.....	II-55
Gambar 2.34 Ketentuan Dimensi Penampang Balok.....	II-56
Gambar 2.35 Persyaratan Tulangan Lentur	II-57
Gambar 2.36 Persyaratan Sambungan Lewatan	II-57
Gambar 2.37 Persyaratan Tulangan Transversal.....	II-59

Gambar 2.38 Sengkang Tertutup (Hoops) Tunggal dan Rangkap	II-60
Gambar 2.39 Persyaratan Geometri Kolom	II-60
Gambar 2.40 Sambungan Lewatan pada Kolom.....	II-61
Gambar 2.41 Persyaratan Kekangan untuk Sengkang Tertutup Persegi.....	II-62
Gambar 3.1 Denah Lantai 1	III-3
Gambar 3.2 Frame As A	III-3
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian.....	III-4
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)	III-5
Gambar 3.5 Diagram Alir Perhitungan Analisis Static Equivalen.....	III-8
Gambar 3.6 Diagram Alir Penentuan Metode Analisis	III-12
Gambar 3.7 Prosedur Desain Tulangan Memanjang Balok.....	III-14
Gambar 3.8 Diagram Alir Perhitungan Tulangan Geser Balok	III-16
Gambar 3.9 Diagram Alir Penentuan Tulangan Memanjang Kolom	III-19
Gambar 3.10 Diagram Alir Perhitungan Tulangan Geser Kolom	III-21
Gambar 3.11 Diagram Alir <i>Analysis Pushover</i> dengan ETABS 2016	III-24
Gambar 4.1 Denah Lantai 1	IV-2
Gambar 4.2 Denah Lantai 2-10.....	IV-2
Gambar 4.3 Frame As A-E, Arah Y (B-T)	IV-3
Gambar 4.4 Frame As 3-6 Arah X (U-S).....	IV-3
Gambar 4.5 Frame As 1-2 Arah X (U-S).....	IV-4

Gambar 4.6 Diagram Alir Perkiraan Metode Analisis	IV-17
Gambar 4.7 Superimposed Dead Load (SDL) Lantai 1-9	IV-19
Gambar 4.8 Superimposed Dead Load (SDL) Lantai 10.....	IV-19
Gambar 4.9 Beban Mati Tambahan pada Balok Lantai 1	IV-20
Gambar 4.10 Beban Mati Tambahan pada Balok Lantai 2	IV-21
Gambar 4.11 Beban Mati Tambahan pada Balok Lantai 3-4	IV-21
Gambar 4.12 Beban Mati Tambahan pada Balok Lantai 5-9	IV-22
Gambar 4.13 Beban Mati Tambahan pada Balok Lantai 10	IV-22
Gambar 4.14 Beban Hidup Lantai 1-9	IV-23
Gambar 4.15 Beban Hidup Lantai 10	IV-24
Gambar 4.16 Gambar Respons Spektrum Gempa Rencana.....	IV-25
Gambar 4.17 <i>Model Initialization Option</i>	IV-28
Gambar 4.18 Pemodelan Grid (XY) dan <i>Story Data</i>	IV-28
Gambar 4.19 Material Property Data Beton dan Tulangan	IV-29
Gambar 4.20 <i>Form Section Property Data</i>	IV-29
Gambar 4.21 <i>Slab Section Property Data</i>	IV-30
Gambar 4.22 <i>Response Spectrum Functions</i>	IV-30
Gambar 4.23 <i>Form Pendefinisian Load Patterns</i>	IV-31
Gambar 4.24 <i>Form Pendefinisian Massa</i>	IV-31
Gambar 4.25 <i>Form Pendefinisian Load Combination</i>	IV-32

Gambar 4.26 Model Desain 3D pada ETABS 2016	IV-33
Gambar 4.27 Assign Beban yang Bekerja pada Model.....	IV-33
Gambar 4.28 Perpindahan Lantai Atap pada Saat Mode 1	IV-37
Gambar 4.29 Grafik Simpangan Antar Lantai Tingkat (<i>Story Drift</i>)	IV-41
Gambar 4.30 Momen Tumpuan Kiri Output ETABS, B-46.....	IV-54
Gambar 4.31 Momen Lapangan Output ETABS, B-46	IV-54
Gambar 4.32 Momen Tumpuan Kanan Output ETABS, B-46.....	IV-55
Gambar 4.33 Tipe Tulangan Balok B-46, Lantai 1 Frame As-A.....	IV-58
Gambar 4.34 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 1	IV-65
Gambar 4.35 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 2	IV-66
Gambar 4.36 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 3	IV-67
Gambar 4.37 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 4	IV-68
Gambar 4.38 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 5	IV-69
Gambar 4.39 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 6	IV-70
Gambar 4.40 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 7	IV-71
Gambar 4.41 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 8	IV-72
Gambar 4.42 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 9	IV-73
Gambar 4.43 Jumlah Tulangan Tumpuan pada Lantai 10	IV-74
Gambar 4.44 Bidang Gaya Geser Akibat Gempa Kanan.....	IV-78
Gambar 4.45 Bidang Gaya Geser Akibat Gempa Kiri	IV-78

Gambar 4.46 Bidang Gaya Geser Gabungan Akibat Gempa Kiri dan Kanan	IV-78
Gambar 4.47 Detail Balok 46, Lantai 1 Frame As-A	IV-82
Gambar 4.48 Nomor Pada Joint, Balok-Kolom pada Frame As-1	IV-83
Gambar 4.49 Beban P Akibat Gravitasi (Frame As-1)	IV-86
Gambar 4.50 Reaksi Perletakan Akibat Momen Gempa Kanan (Frame As-1)	IV-86
Gambar 4.51 Gaya Normal Akibat Gempa (Frame As-1)	IV-87
Gambar 4.52 Rekapitulasi Beban Aksial (Pu) Frame As-1	IV-87
Gambar 4.53 Diagram Interaksi sp-Column Lt 1. Frame As 1-2.....	IV-92
Gambar 4.54 Detail Tulangan Kolom C-1, Lantai 3.....	IV-96
Gambar 4.55 Denah Tipe Tulangan Memanjang D22.....	IV-107
Gambar 4.56 Penentuan Tipe Tulangan Balok	IV-108
Gambar 4.57 Penentuan Property Reinforcement Data Balok	IV-109
Gambar 4.58 Penentuan Tipe Tulangan Kolom	IV-109
Gambar 4.59 Penentuan Tipe Tulangan Sengkang Kolom.....	IV-110
Gambar 4.60 Pemodelan Tegangan Regangan.....	IV-111
Gambar 4.61 Pemodelan Sendi Plastis Balok.....	IV-112
Gambar 4.62 Pemodelan Sendi Plastis Kolom.....	IV-113
Gambar 4.63 Penentuan Load Case Data Gravitasi	IV-114
Gambar 4.64 Pushover Case–X dan Case–Y	IV-115
Gambar 4.65 Rosedur Running Beban Gravitasi dan Beban Lateral	IV-116

Gambar 4.66 Kurva Performance Point Push-X.....	IV-117
Gambar 4.67 Kurva Performance Point Push-Y.....	IV-117
Gambar 4.68 Grafik Gabungan Perpindahan Performance Point.....	IV-120
Gambar 4.69 Grafik Gabungan Batas Drift Maximum.....	IV-121
Gambar 4.70 Model Elevation D, Model 3D dan Pola Distribusi Sendi Plastis Arah B-T Step-16 pada Saat Mencapai Batas Nilai Simpangan Maximum	IV-122
Gambar 4.71 Hinge Response C22 pada Arah B-T Step-16 Saat Leleh Awal.....	IV-123
Gambar 4.72 Hinge Response C23 pada Arah B-T Step-16 Saat Leleh Awal.....	IV-123
Gambar 4.73 Model Elevasi A, Model 3D dan Pola Distribusi Sendi Plastis Arah B-T Step-26 pada Saat Mencapai Perpindahan Performance Point	IV-124
Gambar 4.74 Hinge Response C6 pada Arah B-T Step-26 Saat Performance Point.....	IV-125
Gambar 4.75 Hinge Response C5 pada Arah B-T Step-26 Saat Performance Point.....	IV-125
Gambar 4.76 Model Elevasi E, Model 3D dan Pola Distribusi Sendi Plastis Arah U-S Step-16 Pada Saat Mencapai Batas Nilai Simpangan Maximum.....	IV-126
Gambar 4.77 Hinge Response B2 pada Arah U-S Step-16 Saat Leleh Awal.....	IV-127
Gambar 4.78 Model Elevation D, Model 3D dan Pola Distribusi Sendi Plastis Arah U-S Step-26, Saat Mencapai Nilai Perpindahan Performance Point.....	IV-128
Gambar 4.79 Hinge Response C10 pada Arah U-S Step-26 Saat Performance Point ...	IV-128
Gambar 4.80 Hinge Response C16 pada Arah U-S Step-26 Saat Performance Point ...	IV-128
Gambar 4.81 Jumlah Tulangan pada Lantai 1	IV-132

DAFTAR NOTASI

- A : Awal pembebanan, belum terbentuk sendi plastis.
- a : Panjang bukaan (m)
- a : Dimensi horisontal terbesar bangunan
- (ab)n : Luas bukaan (m²)
- B : Batas elastis, sendi plastis pertama terbentuk dalam warna merah muda.
- B; M; K: Biasa; Menengah; Khusus
- b_c : Lebar penampang kolom (mm)
- b_w : Lebar penampang balok (mm)
- b : Lebar bukaan (m)
- b : Dimensi horisontal terkecil bangunan
- C_d : Faktor pembesaran defleksi dalam
- C_s : Koefisien respons seismik yang ditentukan sesuai dengan Persamaan 2.15
- C : Collapse, sendi plastis terbentuk dalam warna kuning
- C_m : Faktor massa efektif.
- CP : Collapse Prevention, sendi plastis terbentuk dalam warna hijau.
- C_{vx} : Faktor distribusi vertikal
- C0 : Faktor modifikasi untuk mengkonversi spectral displacement struktur SDOF ekuivalen menjadi roof displacement struktur sistem MDOF, sesuai FEMA 356.
- C1 : Faktor modifikasi untuk menghubungkan peralihan inelastik maksimum dengan peralihan respons elastik linier. Nilai C1 = 1,0 untuk $T_e \geq T_s$ dan untuk $T_e < T_s$
- C2 : Faktor modifikasi untuk memperlihatkan pinched hysteresis shape, degradasi kekakuan dan penurunan kekuatan pada respon peralihan maksimum, sesuai FEMA 356,2000.
- C3 : Faktor modifikasi untuk memperlihatkan kenaikan peralihan akibat efek p-delta. Untuk gedung dengan perilaku kekakuan pasca-leleh bernilai positif maka C3 = 1,0.
- d_b : Diameter batang tulangan, mm.
- D : Residual point, sendi plastis terbentuk dalam warna orange.
- E : Runtuh, sendi plastis terbentuk dalam warna merah.

F_i : Bagian dari geser dasar seismik (V) (kN) yang timbul di tingkat ke- i
 F : Gaya gempa disain tingkat kekuatan
 G : Percepatan gravitasi 9,81 m/det².
 h_c : Tinggi penampang kolom (mm)
 h_t : Tinggi penampang balok (mm)
 h_i, h_x : Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam meter (m)
 h_n : Ketinggian struktur (m)
 H_x : Tinggi tingkat dibawah tingkat x
 I_e : Faktor keutamaan yang ditentukan sesuai dengan Pasal 4.1.2
 I_{kolom} : Inersia kolom (mm⁴)
 I_{balok} : Inersia balok (mm⁴)
 IO : Immediate Occupancy, sendi plastis terbentuk dalam warna biru tua.
 k_i : Kekakuan awal bangunan pada arah yang di tinjau.
 k_x : Kekakuan tingkat yang ditinjau
 k_{x+1} : Kekakuan tingkat diatas tingkat yang ditinjau
 k_e : Kekakuan lateral efektif pada kondisi elastis
eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut :

- untuk struktur yang memiliki $T = 0,5$ detik atau kurang; $k = 1$.
- untuk struktur yang memiliki $T = 2,5$ detik atau lebih; $k = 2$.

 K

- untuk struktur yang memiliki antara 0,5 dan 2,5 detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

 L_{kolom} : Tinggi kolom (mm)
 L_{balok} : Panjang balok (mm)
 L_c : Tinggi kolom (mm)
 L_x : Panjang bentang arah- x
 L_y : Panjang bentang arah- y
 LS : Life Safety, sendi plastis terbentuk dalam warna biru muda.
 m_x : Massat pada tingkat yang ditinjau
 m_{x+1} : Massa pada tingkat diatas tingkat yang tinjau

m_{x-1} : Massa pada tingkat dibawah tingkat yang ditinjau
 n : Jumlah bukaan yang ada pada lantai yang ditinjau
 P_x : Beban desain vertikal total pada dan diatas tingkat x
 p_x : Panjang proyeksi arah-x
 p_y : Panjang proyeksi arah-y
 PF : Modal partisipasi factor mode-1
 R : Faktor modifikasi respon
 R_i : Respon mode ke i
 R_j : Respon mode ke j
 P_{ij} : Fungsi dari frekuensi dan koefisien redaman
 S_a : Akselerasi spektrum respons pada waktu getar alami fundamental efektif dan rasio redaman pada arah yang ditinjau.
 S_{DS} : Parameter percepatan spektrum respons desai dalam rentang periode pendek
 SDS : Sistem Dinding Struktur
 S_{D1} : Parameter percepatan spektrum respons desai pada periode 1 detik
 S_1 : Parameter percepatan spektrum respon maksimum yang dipetakan
 T : Periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan dalam Persamaan 2.19
 T_e : Waktu getar alami efektif.
 T_i : Periode alami awal elastis
 T_s : Waktu getar karakteristik respons spektrum.
 T_0 : Perioda awal bangunan
 V : Gaya geser dasar (kN)
 V : Gaya lateral desain total geser didasr struktur, dinyatakan dalam (kN)
 V_D : Geser dasar dari kombinasi ragam yang disyaratkan
 V_s : Geser dasar prosedur gaya lateral ekuivalen,
 V_u : Gaya geser tingkat (N)
 V_x : Gaya geser dasar pada gedung, diperoleh dari story stiffness hasil out put Etabs

- V_x : Gaya geser desain seismik yang bekerja antar tingkat x dan $x-1$
 V_y : Gaya geser dasar pada saat leleh.
 w_i, w_x : Bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x .
 W : Berat bangunan (kN)
 x : Panjang bangunan (m)
 $x.y$: Luas lantai (m²)
 y : Lebar bangunan (m)
 α : Faktor lokasi penulangan.
 1,3 jika tulangan berada diatas beton setebal > 300 mm.
 1,0 untuk tulangan lain.
 α : Rasio kekakuan pasca leleh dengan kekakuan elastik efektif, dimana hubungan gaya peralihan nonlinier diidealisasikan sebagai kurva bilinier (Gambar 2.4).
 β : Faktor pelapis.
 1,5 jika batang atau kawat tulangan berlapis epoksi dengan selimut beton kurang dari 3.d atau spasi bersih kurang dari 6.d.
 1,2 jika batang kawat tulangan berlapis epoksi lainnya
 1,0 jika tulangan tanpa pelapis.
 β_0 : Damping awal diambil 5%
 δ_1 : $C_d \delta_{e1} / I_E$ = perpindahan yang diperbesar
 δ_{avg} : Perpindahan rata-rata dititik-titik terjauh struktur ditingkat- x
 δ_{e1} : Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa disain tingkat kekuatan
 δ_2 : $C_d \delta_{e2} / I_E$ = perpindahan yang diperbesar
 δ_{e2} : Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa disain tingkat kekuatan
 δ_3 : Perpindahan Total
 δ_3 : $C_d \delta_{e3} / I_E$ = perpindahan yang diperbesar
 δ_{e3} : Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa disain tingkat kekuatan

- δ_{xe} : Defleksi pada lokasi yang disyaratkan pada Pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastis
- δ_{xe} : Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa gempa desain tingkat kekuatan
- Δ : Simpangan antar lantai tingkat desain pada lantai yang ditinjau.
- Δ_i : Simpangan Antar Lantai
- Δ_i/L_i : Rasio Simpangan Antar Lantai
- Δ_e : Perpindahan yang diperbesar.
- Δ_a : Simpangan antar lantai ijin.
- δ_t : Target perpindahan.
- λ : Faktor ukuran batang tulangan.
 0,8 jika digunakan D-19 atau lebih kecil.
 1,0 jika digunakan tulangan D- 22 atau lebih besar.
- λ_d : Panjang penyaluran, mm $\lambda_d > 300$ mm
- Σp_u : Gaya aksial kolom (N)

Desain Dan Analisis Kinerja Bangunan Dengan Konfigurasi *Soft Story Parsial*, Mengacu Pada SNI 03-1726-2012

Fridus Taek ¹⁾, Rani Hendrikus ²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

²⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang

e-mail: Fridsersan230193@gmail.com

ABSTRAKSI

Soft story disebabkan karena tinggi lantai dasar jauh lebih tinggi dari lantai di atasnya, sehingga dengan sendirinya mengurangi nilai kekakuan lantai dasar tersebut. Dalam perencanaan struktur tahan gempa di Indonesia SNI 03-1726-2012, *Soft story* didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat dimana kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan lateral tingkat di atasnya, atau kurang 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya. Sedangkan yang dimaksud dengan *soft story parsial* adalah kasus *soft story* yang disebabkan oleh sebagian kolom lantai dasar yang memiliki tinggi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tinggi lantai dasar sebagian dan lantai di atas yang memiliki tinggi normal. Pada kasus ini, bangunan selain mengalami efek *soft story* juga akan mengalami torsi atau puntiran sebagai akibat adanya *soft story parsial*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan tulangan balok dan kolom pada bangunan dengan *soft story parsial*, mengetahui kinerja struktur yang direncanakan dengan *soft story parsial* setelah dilakukan evaluasi dengan analisis pushover dan mengetahui gambar detail pembesian struktur pada portal terpilih.

Berdasarkan hasil evaluasi tahap 1, 2, 3 maka dapat disimpulkan bahwa bangunan dengan tipikal seperti pada penelitian ini memiliki ketidakberaturan horizontal 1a, 1b dan ketidakberaturan vertikal 1a, 1b, 5a dan 5b. Kategori desain seismik pada penelitian ini dikategorikan D dan faktor reduksi 1,3. Merujuk pada evaluasi tersebut maka analisis yang digunakan adalah analisis dinamis.

Secara umum rasio luas tulangan memanjang balok di daerah tumpuan (A_s^+/A_s^-) untuk semua tipe tulangan lebih besar dari 50% dan rasio tulangan terpasang hasil desain pada elemen balok bervariasi antara 0.005 sampai 0.015. Nilai tersebut masih berada antara rentangan rasio tulangan minimum dan maksimum (0.0035 sampai 0.025). Jika dilihat dari aspek sebaran tulangan balok dapat disimpulkan bahwa balok-balok tepi umumnya memiliki jumlah tulangan terpasang yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tulangan terpasang pada balok-balok interior dan untuk tulangan memanjang balok lantai 10 tetap didesain dengan Desain Kapasitas karena pada beberapa frame terdapat jumlah tulangan memanjang yang jumlahnya masih lebih besar dari jumlah tulangan minimum.

Semua tulangan geser pada elemen balok utama dibagi dalam 3 zona, yaitu zona-A sebagai daerah sendi plastis, zona-B dan zona-C sebagai zona di luar sendi plastis. Untuk tulangan geser pada elemen balok tepi umumnya menggunakan 2 kaki sengkang D-12 mm dengan jarak yang bervariasi pada masing-masing zona (Zona-A 100 mm, Zona-B 150 mm dan Zona-C 200 mm). Tulangan geser pada elemen-elemen balok interior menggunakan kaki sengkang yang lebih banyak yakni 3 sampai dengan 4 kaki sengkang D-12 mm, dengan jarak yang bervariasi (Zona-A 100 mm, Zona-B 150 mm dan Zona-C 200 mm).

Pada saat *performance point* bangunan mengalami perpindahan atap (*Roof Displacement*) pada Arah-X = 268,296 mm dan Arah-Y = 274,477 mm. Serta nilai gaya geser dasar (*Shear*) pada Arah-X = 29.660,7387 kN dan Arah-Y = 28.861,9496 kN. Nilai *drift ratio* untuk Arah-X = 0,0074 dan untuk Arah-Y = 0,0075. Pada saat mencapai *performance point* struktur berada pada level *immediate occupancy*. Ketika bangunan mengalami beban gempa, struktur bangunan tidak mengalami keruntuhan dan hanya butuh perbaikan pada bangunan dengan resiko korban jiwa yang menjadi kecil. Berdasarkan mekanisme dan distribusi sendi plastis yang terbentuk di atas dapat disimpulkan bahwa konsep desain Kolo m Kuat-Balok Lemah yang digunakan dalam konsep desain kapasitas tidak sepenuhnya menjamin bahwa ketika struktur dikenai beban gempa rencana akan mengalami pola perilaku yang sama sesuai dengan konsep Kolom Kuat-Balok Lemah itu sendiri.

Kata Kunci : Kinerja Bangunan, Konfigurasi, *Soft Story Parsial*, SNI Gempa 2012