

**STUDI KOMPARASI ANALISA STRUKTUR GEDUNG  
APARTEMEN CORNELL SURABAYA MENGGUNAKAN  
PERATURAN SNI 1726:2012 DAN SNI 1726:2019**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Sipil (S-1)**



**Disusun oleh :**

**ADI NUGROHO SANTOSO**

**17035010045**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

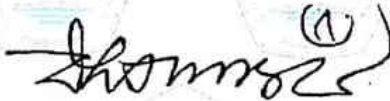
**STUDI KOMPARASI ANALISA STRUKTUR GEDUNG  
APARTEMEN CORNELL SURABAYA MENGGUNAKAN  
PERATURAN SNI 1726:2012 DAN SNI 1726:2019**

Disusun oleh :

**Adi Nugroho Santoso**  
NPM. 17035010045

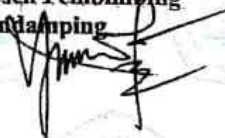
Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Hari Jumat, 29 Oktober 2021

Dosen Pembimbing Utama



**DR. Ir. Made Dharma Astawa, M.T.**  
NIDK. 8880523419

Dosen Pembimbing  
Pendamping



**Ir. Wahyu Kartini, M.T.**  
NPT. 3 6304 94 0031 1

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jatim



**Dr. Dra. Jarayah, M.P.**  
NIP. 19650403 199103 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

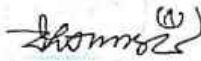
**STUDI KOMPARASI ANALISA STRUKTUR GEDUNG  
APARTEMEN CORNELL SURABAYA MENGGUNAKAN  
PERATURAN SNI 1726:2012 DAN SNI 1726:2019**

Disusun oleh :

**Adi Nugroho Santoso**  
NPM. 17035010045

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir.  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Hari Jumat, 29 Oktober 2021

Pembimbing  
1. Pembimbing Utama




**DR. Ir. Made Dharma Astawa, M.T.**  
NIDK. 8880523419

2. Dosen Pembimbing Pendamping



**Ir. Wahyu Kartini, M.T.**  
NPT. 3 6304 94 0031 1

Tim Penguji  
1. Penguji I



**Sumaldi, S.T., M.T.**  
NIP. 3 7909 05 02041

2. Penguji II



**Data Iranata, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19800430 200501 1 002

3. Penguji III



**Budi Suswanto, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19730128 199802 1 002

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jatim



**Dr. Dra. Jariyah, M.P.**  
NIP. 19650403.199103 2 001

**STUDI KOMPARASI ANALISA STRUKTUR GEDUNG  
APARTEMEN CORNELL SURABAYA MENGGUNAKAN  
PERATURAN SNI 1726:2012 DAN SNI 1726:2019**

**Oleh:**

**ADI NUGROHO SANTOSO**

**17035010045**

**ABSTRAK**

Indonesia telah beberapa kali mengalami pembaruan peraturan gempa, mulai dari Peraturan Muatan Indonesia 1970 hingga SNI 1726:2019. Pembaruan ini mensyaratkan beban gempa dengan periode ulang yang lebih besar. Hal ini berdampak kepada bangunan eksisting yang direncanakan menggunakan peraturan lama. Penelitian ini akan menggunakan studi kasus bangunan apartemen 34 lantai di kota Surabaya, yang direncanakan berdasarkan SNI 1726:2012 dengan peraturan beton SNI 2847:2013 dan akan dievaluasi dengan SNI 1726:2019. Analisa menggunakan *Performance Based Design* dengan metode *Nonlinear Time History Analysis* yang dikerjakan di program ETABS 2016. Latar belakang penggunaan metode *Performance Based Design* adalah penggunaannya yang cukup mudah diaplikasikan dan dapat digunakan juga untuk mengukur efisiensi struktur yang ditinjau. Penggunaan *Nonlinear Time History Analysis* didasari karena penggunaan metode ini telah diatur dalam SNI 1726:2019 dan penggunaan metode ini dinilai paling mendekati dengan kondisi sesungguhnya di lapangan. Analisa *Nonlinear Time History* pada penelitian ini menggunakan data Time History gempa Chichi di Taiwan pada tahun 1999. Evaluasi kinerja bangunan antara kedua peraturan didasarkan pada level kinerja struktur yang mengacu pada FEMA356. Hasil studi kasus pada perbandingan kedua peraturan menunjukkan bahwa terdapat peningkatan gaya gempa dasar sebesar 1,02%. Pada level kinerja struktur, berada pada level kinerja LS. Sedangkan dalam kaitannya dengan analisa *drift ratio* didapatkan kenaikan 1% pada sumbu X dan 5,5% pada sumbu Y dengan kenaikan daktilitas pada sumbu X sebesar 3,8% dan 3,9% pada sumbu Y .

**Kata Kunci :** Daktilitas, *Performance Level*, *Nonlinear Time History Analysis*, *Story Drift Ratio*

## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Studi Komparasi Analisa Struktur Gedung Apartemen Cornell Surabaya Menggunakan Peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1 (S1) di Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur;
2. Ibu DR. Ir. Minarni Nur Trilita, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur;
3. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan kritik dan saran dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini;
4. Orang tua tercinta serta seluruh keluarga, yang telah banyak memberikan dukungan, nasehat, kasih sayang, dan doa selama ini;
5. Segenap keluarga besar Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini;

6. Teman–teman seperjuangan Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Angkatan 2017, yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini;

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Demikian, penulis ucapkan terimakasih dan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan atau kurang dapat dipahami.

Surabaya, 28 Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Permasalahan .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Gempa Bumi .....	6
2.1.1 Gempa Bumi di Indonesia .....	6
2.2 Perancangan Bangunan Tahan Gempa.....	7
2.2.1 <i>Performance Based Design</i> .....	7
2.2.2 <i>Nonlinear Time History Analysis</i> .....	9
2.2.3 Sendi Plastis ( <i>Hinges</i> ).....	9
2.3 Revisi Peraturan Gempa di Indonesia .....	10
2.4 Daktilitas Struktur .....	12
2.4.1 <i>Story Drift Ratio</i> .....	13
2.4.2 <i>Analisa Pushover</i> .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Bagan Alir Penelitian .....	15
3.2 Lokasi dan Deskripsi Objek Penelitian .....	16
3.3 Tahapan Analisis .....	17
3.3.1 Pengumpulan Data Sekunder.....	17
3.3.2 Studi Literatur.....	18
3.3.3 <i>Preliminary Design</i> .....	18

3.3.4	Kontrol terhadap Ketidakberaturan Struktur .....	19
3.3.5	Soft Story .....	22
3.3.6	Ketidakteraturan Massa .....	23
3.3.7	Pengkajian SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019.....	23
3.3.8	Definisi Material .....	26
3.3.9	Permodelan Tiga Dimensi (3D).....	28
3.3.10	Hubungan Balok – Kolom.....	29
3.3.11	Perhitungan Pembebanan.....	30
3.3.12	Definisi Kombinasi Pembebanan .....	30
3.3.13	Analisis Pembebanan Gempa .....	31
3.3.14	Penentuan Sendi Plastis .....	32
3.3.15	<i>Nonlinear Time History Analysis</i> .....	32
3.3.16	Analisa <i>Pushover</i> .....	33
3.4	Analisis Kinerja Struktur dari Hasil <i>Nonlinear Time History</i> .....	33
3.5	Parameter Kontrol Hasil <i>Nonlinear Time History</i> .....	33
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>35</b>
4.2	Data Eksisting Perencanaan .....	35
4.2.1	Data Eksisting Struktur Beton Bertulang .....	35
4.3	<i>Preliminary Design</i> .....	36
4.3.1	<i>Soft Story</i> .....	36
4.3.2	Kontrol Ketidakteraturan Massa.....	38
4.3.3	Ketidakteraturan Horizontal .....	40
4.3.4	Kesimpulan Ketidakteraturan Struktur .....	40
4.4	Pengkajian SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 .....	40
4.4.1	Perubahan Kombinasi Pembebanan Gempa.....	40
4.4.2	Perubahan Respons Spektrum Gempa.....	40
4.4.3	Perubahan Partisipasi Massa Ragam .....	45
4.4.4	Perubahan Penskalaan Gaya Gempa .....	46
4.5	Permodelan Tiga Dimensi (3D) .....	47
4.6	Analisa Pembebanan Gempa.....	48
4.7	Analisa Gaya Gempa Statik Ekuivalen .....	49



4.7.1	SNI 1726:2012.....	49
4.7.2	SNI 1726:2019.....	54
4.7.3	Perbandingan Gaya Gempa Statik Ekvivalen.....	59
4.8	Analisa Gaya Gempa Respons Spektrum.....	59
4.8.1	SNI 1726:2012.....	59
4.8.2	SNI 1726:2019.....	62
4.9	Kombinasi dan Pengaruh Beban Seismik .....	64
4.10	Kontrol Penskalaan Gaya Gempa .....	65
4.11	Kesimpulan Perbandingan Gaya Gempa.....	65
4.12	Kontrol Sistem Ganda .....	66
4.13	Perbandingan Simpangan Maksimum Struktur.....	68
4.14	Output Gaya Dalam Analisa Linier.....	73
4.15	Perencanaan Sendi Plastis .....	74
4.15.1	<i>Hinge Properties</i> Balok .....	74
4.15.2	<i>Hinge Properties</i> Kolom.....	75
4.16	Analisa <i>Nonlinear Time History</i> .....	76
4.17	Analisa Kinerja Bangunan .....	77
4.17.1	Kontrol <i>Drift Ratio</i> .....	79
4.17.2	Kontrol Daktilitas .....	82
4.18	Level Kinerja Struktur ( <i>Level Performance Struktur</i> ) .....	83
4.19	Analisa <i>Pushover</i> SNI 1726:2012 .....	85
4.19.1	Kurva Kapasitas.....	85
4.19.2	Metode Spektrum Kapasitas .....	88
4.20	Analisa <i>Pushover</i> SNI 1726:2019 .....	90
4.20.1	Kurva Kapasitas.....	90
4.20.2	Metode Spektrum Kapasitas .....	92
4.20.3	Perbandingan Hasil Analisa <i>Pushover</i> .....	94
4.21	Rekapitulasi Kenaikan Gempa .....	94
4.22	Penulangan Pelat .....	95
4.23	Penulangan Balok.....	98
4.24	Penulangan Kolom .....	111

4.24.1	Penulangan Kolom Exterior .....	111
4.24.2	Penulangan Kolom Interior.....	120
4.24.3	Kontrol Kapasitas Beban Aksial Kolom.....	124
4.25	Desain Hubungan Balok Kolom .....	130
4.25.1	Data Perhitungan .....	130
4.25.2	Kontrol HBK Interior .....	131
4.25.3	Kontrol HBK Exterior .....	132
4.25.4	Penulangan Sengkang di Inti Joint .....	132
4.26	Perhitungan Dinding Struktur .....	133
4.26.1	Data Perencanaan.....	133
4.26.1.1	Data Perencanaan .....	134
4.26.1.2	Gaya Dalam Output ETABS :.....	134
4.26.2	Kontrol Dimensi Penampang.....	135
4.26.3	Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal Minimum.....	135
4.26.4	Desain Kombinasi Aksial dan Lentur.....	137
4.26.5	Berdasarkan analisa dengan SPCOLUMN, dilakukan koreksi tulangan menggunakan 2D16-150 mm. ....	137
4.26.6	Penulangan Transversal .....	139
4.26.7	Desain Komponen Batas Khusus.....	139
4.27	Perhitungan Dinding Struktur .....	140
4.27.1	Data Perencanaan.....	140
4.27.1.1	Data Perencanaan .....	140
4.27.1.2	Gaya Dalam Output ETABS :.....	140
4.27.2	Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal Minimum.....	142
4.27.3	Desain Kombinasi Aksial dan Lentur.....	143
4.27.4	Penulangan Transversal .....	145
4.27.5	Desain Komponen Batas Khusus.....	145
4.28	Perhitungan Dinding Struktur .....	145
4.28.1	Data Perencanaan.....	146
4.28.1.1	Data Perencanaan .....	146
4.28.1.2	Gaya Dalam Output ETABS :.....	146

4.28.2	Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal Minimum.....	148
4.28.3	Desain Kombinasi Aksial dan Lentur.....	149
4.28.4	Penulangan Transversal.....	150
4.28.5	Desain Komponen Batas Khusus.....	150
4.28.6	Perhitungan Interaksi Dinding Struktur (Iterasi Muto) .....	151
4.29	Rekapitulasi Peningkatan Gaya Dalam Struktur.....	154
4.30	Interpretasi Data .....	155
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>157</b>
5.1	Kesimpulan.....	157
5.2	Saran.....	158
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>160</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>160</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir .....	15
Gambar 3.2 Denah Tipikal Struktur.....	21
Gambar 3.3 Respon spektrum struktur berdasarkan SNI 1726.....	24
Gambar 3.4 Peta Gempa berdasarkan SNI 1726:2012.....	26
Gambar 3.5 Peta Gempa berdasarkan SNI 1726:2019.....	26
Gambar 3.6 Penentuan Rigid - end Factor ASCE 41-07 .....	29
Gambar 4.1 Kategori Resiko.....	41
Gambar 4.2 Faktor Keutamaan Gempa.....	41
Gambar 4.3 Daerah Periode Panjang Surabaya .....	43
Gambar 4.4 Kategori Desain Seismik berdasarkan SD1 .....	44
Gambar 4.5 Kategori Desain Seismik SDS .....	44
Gambar 4.6 Model 3d Struktur .....	47
Gambar 4.7 Persyaratan Analisa Gempa .....	48
Gambar 4.8 Grafik Respons Spektrum (2012).....	60
Gambar 4.9 Grafik Respons Spektrum (2019).....	63
Gambar 4.10 Simpangan Struktur pada Joint 281 .....	70
Gambar 4.11 Simpangan Struktur pada Joint 281 .....	71
Gambar 4.12 Bidang Momen akibat Gravitasi .....	73
Gambar 4.13 Bidang Momen akibat Gempa.....	73
Gambar 4.14 Data Time History Chichi, Taiwan .....	77
Gambar 4.15 FEMA 356 pasal 1.5.1 .....	78
Gambar 4.16 Grafik Drift Ratio Struktur.....	82
Gambar 4.17 Daerah Sendi Plastis pada portal 5 dan 7 (2012) .....	84
Gambar 4.18 Daerah Sendi Plastis pada portal 5 dan 7 (2019) .....	84
Gambar 4.19 Frame B121 Story 8 .....	98
Gambar 4.20 Panjang Penyaluran Sengkang .....	108
Gambar 4.21 Perbandingan Tulangan Balok .....	108
Gambar 4.22 Kolom C31 Story 17 .....	111
Gambar 4.23 Penulangan Kolom .....	113
Gambar 4.24 Diagram Interaksi Kolom.....	114

Gambar 4.25 Kolom C18 Story 9 .....	120
Gambar 4.26 Perencanaan Kolom.....	123
Gambar 4.27 Diagram Interaksi Kolom.....	123
Gambar 4.28 Hubungan Balok Kolom .....	132
Gambar 4.29 Dinding Struktur Pier 3 Story 17 .....	133
Gambar 4.30 Sketsa Dinding Struktur .....	137
Gambar 4.31 Diagram Interaksi Dinding Struktur.....	137
Gambar 4.32 Pier 2 .....	140
Gambar 4.33 Sketsa Dinding Struktur .....	143
Gambar 4.34 Diagram Interaksi Dinding Struktur.....	143
Gambar 4.35 Pier 2 .....	146
Gambar 4.36 Sketsa Dinding Struktur .....	149
Gambar 4.37 Diagram Interaksi Dinding Struktur.....	149

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Ketidakberaturan Horizontal.....	21
Tabel 3. 2 Ketidakberaturan Vertikal.....	22
Tabel 3. 3 Matrix Performance Level .....	33
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Elemen Struktur Eksisting .....	35
Tabel 4.2 Rekapitulasi Pelat.....	36
Tabel 4.3 Tabel Rekapitulasi Kolom Eksisting.....	36
Tabel 4. 4 Kontrol Ketidakberaturan Vertikal .....	37
Tabel 4. 5 Ketidakberaturan Massa.....	39
Tabel 4. 6 Kombinasi Beban antara SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 .....	40
Tabel 4. 7 Data Respons Spektrum Surabaya .....	45
Tabel 4. 8 Partisipasi Massa Ragam .....	46
Tabel 4. 9 Perhitungan Massa Efektif.....	50
Tabel 4. 10 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah - X .....	52
Tabel 4. 11 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah - Y .....	53
Tabel 4. 12 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah - X (2019) .....	56
Tabel 4. 13 Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Arah - Y (2019) .....	58
Tabel 4. 14 Perbandingan Gaya Gempa.....	59
Tabel 4. 15 Periode Struktur .....	61
Tabel 4. 16 Periode Struktur .....	63
Tabel 4. 17 Faktor Penskalaan Gaya Gempa .....	65
Tabel 4. 18 Join Reaction Struktur.....	67
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Joint Reaction.....	68
Tabel 4. 20 Simpangan Struktur Gedung Arah X.....	70
Tabel 4. 21 Simpangan Struktur Gedung Arah Y .....	72
Tabel 4. 22 Level Performansi Struktur FEMA 356.....	79
Tabel 4. 23 Analisa Drift Ratio Arah X .....	79
Tabel 4. 24 Analisa Drift Ratio Arah Y .....	81
Tabel 4. 25 Ratio Kenaikan Gaya Gempa.....	94
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Elemen Balok.....	109
Tabel 4. 27 Momen Nominal Kolom .....	115

Tabel 4. 28 Momen Nominal Kolom .....	125
Tabel 4. 29 Gaya Dalam Dinding Struktur .....	134
Tabel 4. 30 Momen Nominal Dinding Struktur .....	138
Tabel 4. 31 Gaya Dalam Dinding Struktur .....	141
Tabel 4. 32 Momen Nominal Dinding Struktur .....	144
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Peningkatan Gaya Dalam.....	154