

ABSTRAK

Kebutuhan gedung untuk memenuhi fasilitas dalam pekerjaan khususnya pada perkantoran merupakan suatu kebutuhan yang krusial terutama di kota Padang, Gedung DPRD Kota Padang merupakan salah satu bangunan perkantoran yang baru dibangun di kota Padang, Sumatera Barat. Berdasarkan investigasi yang didapat di lapangan, bahwa mutu beton bangunan gedung B kantor DPRD kota Padang yang digunakan adalah K-350 ($f_c = 29,05$ Mpa), mutu baja tulangan $f_y =$ BJTS 420 Mpa (Tulangan utama), BJTS 280 Mpa (Tulangan sengkang), dengan dimensi struktur pada kolom 700 X 700 mm, kolom spiral D 800 mm, balok induk 400 X 600 mm, balok anak 300 X 600 mm dengan ketebalan plat lantai 120 mm. Analisis struktur dilakukan dengan aplikasi ETABS v16. Pembebanan gempa menggunakan beban gempa dinamis dengan metode Respon Spektrum, dengan menggunakan Respon Spektrum kota Padang yang dikeluarkan oleh PUSKIM PU. Analisis kinerja kelayakan struktur dilakukan dengan memodelkan gedung yang material dan dimensi komponen struktur sesuai data di lapangan, analisa pembebanan pada struktur gedung, analisa kapasitas lentur dan geser pada kolom dan balok, serta simpangan antar lantai pada bangunan eksisting. Hasil yang didapat dengan pemodelan kerangka terbuka (*open frame*) didapatkan bahwa kapasitas struktur eksisting cukup kuat yaitu pada kolom, balok dan simpangan antar lantai yang sudah memenuhi izin dan sesuai dengan SNI gempa 1726-2019.

Kata kunci : Analisis kinerja struktur, SNI gempa 1726-2019, Gedung Kantor DPRD Kota Padang, ETABS.

ABSTRACT

The need for buildings to fulfill work facilities, especially in offices, is a crucial need, especially in the city of Padang, the Padang City DPRD Building is one of the newly built office buildings in the city of Padang, West Sumatra. Based on investigations obtained in the field, that the quality of the concrete building B for the DPRD office in Padang city used is K-350 ($f_c = 29.05$ Mpa), the quality of reinforcing steel $f_y =$ BJTS 420 Mpa (main reinforcement), BJTS 280 Mpa (reinforcement stirrups), with structural dimensions of 700 X 700 mm column, 800 mm D spiral column, 400 X 600 mm main beam, 300 X 600 mm joists with 120 mm floor plate thickness. Structural analysis was carried out with the ETABS v16 application. Earthquake loading uses dynamic earthquake loads with the Spectrum Response method, using the Padang city Response Spectrum issued by PUSKIM PU. Structural feasibility performance analysis is carried out by modeling the building materials and dimensions of structural components according to data in the field, load analysis on building structures, analysis of bending and shear capacities of columns and beams, as well as drift between floors in existing buildings. The results obtained with open frame modeling show that the capacity of the existing structure is quite strong, namely the columns, beams and floor deviations that have complied with permits and are in accordance with SNI for earthquake 1726-2019.

Keywords: Structural performance analysis, SNI earthquake 1726-2019, Padang City DPRD Office Building, ETABS.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN DEWAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Kegagalan Struktur pada Suatu Proyek	5
2.2 Jenis-Jenis Struktur	8
2.3 Material Penyusun	9
2.3.1 Beton.....	9
2.3.1.1 Semen	12
2.3.1.2 Agregat	13
2.3.1.3 Air	14
2.3.2 Baja Tulangan.....	14

2.4	Struktur Beton Bertulang	18
2.5	Analisa Pembebanan	25
2.5.1	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	25
2.5.2	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	28
2.5.3	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	29
2.6	Analisa Kelayakan Struktur	38
2.7	Analisa Kapasitas Lentur dan Aksial Penampang Kolom	39
2.8	Analisa Kapasitas Lentur dan Geser Balok	39
2.9	Penelitian Terdahulu	41

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	52
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	53
3.3	Data dan Sumber Data	53
3.4	Teknik Pengolahan Data	54
3.5	Diagram Alir Metodologi Penelitian	54

BAB IV ANALISA STRUKTUR

4.1	Jenis Struktur	56
4.2	Data Struktur Gedung	56
4.3	Analisis Pembebanan	62
4.3.1	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	62
4.3.2	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	64
4.3.4	Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	64
4.4	Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik.....	70
4.5	Faktor Redudansi	73
4.6	Pengaruh Beban Seismik	74
4.7	Kombinasi Pembebanan.....	75
4.8	Skala Faktor	76
4.9	Kontrol Struktur Gedung	77
4.9.1	Partisipasi Massa Ratio	77
4.9.2	Mode Shape Gedung.....	77
4.9.3	Simpangan antar Lantai	79

4.9.4 Pengaruh P-delta	80
4.10 Analisis Kapasitas Penampang Struktur Kondisi Eksisting....	82
4.10.1 Kapasitas Penampang Kolom	82
4.10.2 Kapasitas Penampang Balok.....	85
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva Tegangan dan Regangan Beton	11
Gambar 2.2	Hubungan Tegangan dan Regangan Kuat Tekan Beton	11
Gambar 2.3	Hubungan Tegangan dan Regangan Baja Tulangan	18
Gambar 2.4	Gaya Tarik Struktur Bertulang dan Non Bertulang.....	18
Gambar 2.5	Jenis Kolom Berdasarkan Jenis Penguatan Tulangan	21
Gambar 2.6	Konsep Kestabilan oleh Mac Gregor	24
Gambar 2.7	Grafik Respon Spektrum	36
Gambar 3.1	Peta Lokasi Pelaksanaan Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang	53
Gambar 4.1	Pemodelan Struktur Eksisting	56
Gambar 4.2	Detail Kolom Utama Lantai 1	57
Gambar 4.3	Detail Kolom Utama Lantai 2	58
Gambar 4.4	Detail Kolom Utama Lantai 3	58
Gambar 4.5	Detail Kolom Spiral Lantai 1	59
Gambar 4.6	Detail Kolom Spiral Lantai 2	59
Gambar 4.7	Detail Kolom Spiral Lantai 3	60
Gambar 4.8	Detail Balok Induk	60
Gambar 4.9	Detail Balok Anak	61
Gambar 4.10	Denah Gedung B Kantor DPRD Kota Padang	61
Gambar 4.11	Spektrum Respon Desain	68
Gambar 4.12	Respon Spektrum Padang	70
Gambar 4.13	Mode Shape Gedung	78
Gambar 4.14	Simpangan antar Lantai Arah X-Y	80
Gambar 4.15	Diagram Interaksi P-M Kolom LT-1.....	83
Gambar 4.16	Diagram Interaksi P-M Kolom LT-2.....	83
Gambar 4.17	Diagram Interaksi P-M Kolom LT-3.....	83
Gambar 4.16	Diagram Interaksi P-M Kolom Spiral LT-1	84
Gambar 4.17	Diagram Interaksi P-M Kolom Spiral LT-2.....	84
Gambar 4.18	Diagram Interaksi P-M Kolom Spiral LT-3.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Semen Portland (Ordinary Portland Cement, OPC)..	13
Tabel 2.2	Syarat Mutu Agregat.....	14
Tabel 2.3	Ukuran Baja Tulangan	15
Tabel 2.4	Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip atau Ulir	16
Tabel 2.5	Beban Hidup Terdistribusi Minimum Merata dan Terpusat.....	26
Tabel 2.6	Lanjutan Beban Hidup Terdistribusi Minimum Merata dan Terpusat	26
Tabel 2.7	Lanjutan Beban Hidup Terdistribusi Minimum Merata dan Terpusat	27
Tabel 2.8	Beban Material Konstruksi	28
Tabel 2.9	Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	30
Tabel 2.10	Faktor Keutamaan Gempa	32
Tabel 2.11	Kelas Situs	32
Tabel 2.12	Koefisien Situs Fa.....	33
Tabel 2.13	Koefisien Situs Fv.....	34
Tabel 2.14	Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan X.....	36
Tabel 4.1	Kategori Risiko Bangunan.....	64
Tabel 4.2	Faktor Keutamaan Gempa	65
Tabel 4.3	Koefisien Situs Fa.....	66
Tabel 4.4	Koefisien Situs Fv.....	66
Tabel 4.5	Respon Spektrum Desain.....	69
Tabel 4.6	Sitem Pemikul Gaya Seismik	70
Tabel 4.7	Gempa Statik Arah X.....	71
Tabel 4.8	Gempa Statik Arah Y.....	71
Tabel 4.9	Gempa Dinamik Arah X.....	71
Tabel 4.10	Gempa Dinamik Arah Y	72
Tabel 4.11	Gempa Desain.....	72
Tabel 4.12	Nilai Dinamik Belum Terkoreksi	73

Tabel 4.13	Nilai Dinamik Terkoreksi	73
Tabel 4.14	Kombinasi Pembebanan Akibat Gempa	76
Tabel 4.15	Partisipasi Massa	77
Tabel 4.16	Periode Struktur dan Mode Shape Struktur	78
Tabel 4.17	Simpangan Antar Lantai Arah X	79
Tabel 4.18	Simpangan Antar Lantai Arah Y	80
Tabel 4.19	Pengaruh P-Delta	81
Tabel 4.20	P-Delta Arah X	81
Tabel 4.21	P-Delta Arah Y	81
Tabel 4.22	Kapasitas Geser Kolom	85
Tabel 4.23	Kapasitas Lentur Balok Gedung B Kantor DPRD Kota Padang .	85
Tabel 4.24	Kapasitas Geser Balok Gedung B Kantor DPRD Kota Padang ..	86

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Parameter respons spektral percepatan pada perioda pendek	34
Persamaan 2.2	Parameter respons spektral percepatan pada perioda 1 detik	34
Persamaan 2.3	Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek	35
Persamaan 2.4	Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik	35
Persamaan 2.5	Untuk $T \leq T_0$	35
Persamaan 2.6	Untuk $T_0 \leq T \leq T_S$	35
Persamaan 2.7	Untuk $T > T_S$	35
Persamaan 2.8	Untuk T_0	35
Persamaan 2.9	Untuk T_S	35
Persamaan 2.10	Periode fundamental pendekatan	36
Persamaan 2.11	Koefisien respons seismik	37
Persamaan 2.12	Koefisien respons seismik maks	37
Persamaan 2.13	Koefisien respons seismic min	37
Persamaan 2.14	Gaya geser dasar seismik	37
Persamaan 2.15	Perbandingan gaya gempa statis dan dinamis	38
Persamaan 4.1	Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan untuk getaran yang periode pendek (F_a)	66
Persamaan 4.2	Faktor amplifikasi percepatan yang mewakili getaran pada periode 1 detik (F_v)	66
Persamaan 4.3	Parameter respons spektral percepatan pada perioda pendek (SMS)	66
Persamaan 4.4	Parameter respons spektral percepatan pada perioda 1 detik (SM1)	66
Persamaan 4.5	Periode getar fundamental pendekatan (SDS)	67
Persamaan 4.6	Periode getar fundamental pendekatan (SD1)	67
Persamaan 4.7	T_0	67
Persamaan 4.8	T_S	67
Persamaan 4.9	Spektrum Respons Percepatan Desain S_a	67

Persamaan 4.9 Spektrum Respons Percepatan Desain Sa	67
Persamaan 4.10 Spektrum Respons Percepatan Desain Sa.....	68
Persamaan 4.11 Spektrum Respons Percepatan Desain Sa.....	68
Persamaan 4.12 T_0	68
Persamaan 4.13 T_s	68
Persamaan 4.14 E (Kombinasi Beban)	74
Persamaan 4.15 E (Kombinasi Beban)	74
Persamaan 4.16 Pengaruh Beban Seismik Horizontal.....	75
Persamaan 4.17 Pengaruh Beban Seismik Vertikal.....	75
Persamaan 4.18 Skala Faktor	76
Persamaan 4.19 Pengaruh P-delta.....	80
Persamaan 4.20 θ_{max} P-delta.....	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Aksial Kolom K1 Lt 1	91
Lampiran 2 Perhitungan Aksial Kolom K1 Lt 2	92
Lampiran 3 Perhitungan Aksial Kolom K1 Lt 3	93
Lampiran 4 Perhitungan Aksial Kolom KS (D80) CM Lt 1	94
Lampiran 5 Perhitungan Aksial Kolom KS (D80) CM Lt 2	95
Lampiran 6 Perhitungan Aksial Kolom KS (D80) CM Lt 3	96
Lampiran 7 Perhitungan Geser Kolom K1 Lt 1	97
Lampiran 8 Perhitungan Geser Kolom K1 Lt 2	98
Lampiran 9 Perhitungan Geser Kolom K1 Lt 3	99
Lampiran 10 Perhitungan Geser Kolom KS (D80) Lt 1	100
Lampiran 11 Perhitungan Geser Kolom KS (D80) Lt 2	101
Lampiran 12 Perhitungan Geser Kolom KS (D80) Lt 3	102
Lampiran 13 Perhitungan Kapasitas Lentur Balok Induk (Tumpuan)	103
Lampiran 14 Perhitungan Kapasitas Lentur Balok Induk (Lapangan)	104
Lampiran 15 Perhitungan Kapasitas Lentur Balok Anak (Tumpuan)	105
Lampiran 13 Perhitungan Kapasitas Lentur Balok Anak (Lapangan)	106

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan Gedung Kantor DPRD Kota Padang merupakan wujud dari visi dan misi pemerintahan Kota Padang sejak beberapa tahun yang lalu sehingga dapat terlaksana pada tahun 2021. Kantor DPRD Kota Padang merupakan sarana dan prasarana, wadah kegiatan lembaga yang akan digunakan oleh suatu pemerintahan ataupun masyarakat setempat sehingga, bangunan kantor DPRD Kota Padang ini diharapkan sebagai bangunan yang memiliki fasilitas yang layak dan dapat menjadi sarana prasarananya pemerintahan setempat dan rumah rakyat yang bisa mencerminkan bangunan yang merakyat. Terlepas dari itu demi menunjang tingkat keamanan, kelayakan kegunaan fasilitas yang optimal maka pembangunan gedung kantor tersebut harus memperhatikan pembangunannya dengan memiliki analisis struktur yang detail, tepat dan aman dimana, melihat zona bencana pada Kota padang ini merupakan zona rawan gempa maka dari segi pembangunan harus baik dan betul dalam perhitungan struktur supaya tidak terjadi kerusakan pada gedung tersebut bila terjadi suatu bencana alam seperti gempa, cuaca ekstrim maupun beban yang ada pada gedung tersebut. Analisis struktur dilakukan dengan beberapa tahapan seperti perencanaan dimulai dari design atau pemodelan, pembebanan struktur dan gaya yang terjadi pada struktur. Analisis pada struktur dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa software tertentu seperti SAP2000, ETABS dan lain sebagainya yang sudah memiliki peraturan standar ketentuan dan layak.

Dalam perencanaan struktur bangunan banyak evaluasi yang digunakan agar struktur dapat berdiri kokoh dan memiliki standar yang layak terhadap struktur dan penggunaannya. Untuk mencapai kelayakan kinerja dari suatu struktur bangunan tidak cukup jika hanya dilihat dari segi pemodelan dan desain perencanaannya tetapi perlu diperhatikan juga dari segi material dan tenaga kerja dilapangan yang melaksanakan pembangunan struktur bangunan tersebut supaya

realisasi yang sudah ditetapkan dapat terlaksana dengan tepat dan layak untuk dipakai sehingga perencanaan pada struktur terevaluasi dengan benar.

Oleh karena itu, agar dalam suatu struktur bangunan dapat terevaluasi dengan benar maka, Penulis tertarik untuk melakukan evaluasi kelayakan terhadap struktur atas pada Gedung B Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang yang berlokasi di Jln. Bagindo Aziz Chan No.1 Kel. Aie pacah Kec. Koto Tangah, Kota Padang dengan menggunakan *software* ETABS dan standar SNI Gempa 03-1726-2019 yang berlaku pada saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan pemodelan dan asumsi pembebanan?
2. Bagaimana perhitungan dengan merujuk pada SNI yang berlaku sebagai acuan dalam evaluasi struktur gedung B Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang?
3. Bagaimana hasil akhir evaluasi struktur gedung B pada Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat desain pemodelan struktur yang akan dianalisis dengan menggunakan aplikasi ETABS.
2. Menghitung dan menganalisis struktur bangunan eksisting gedung B pada Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang berdasarkan SNI 2847: 2019, SNI 1726: 2019 dan SNI1727-2020.
3. Mengetahui dan mengevaluasi kondisi kelayakan eksisting gedung B pada Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang.

1.4 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang menjadi batasan masalah dalam struktur gedung ini adalah :

1. Struktur yang dianalisa adalah struktur atas bangunan (*upper structure*).

2. Tidak meninjau struktur bawah yang meliputi basement dan pondasi.
3. Bentuk Struktur bangunan yang digunakan yaitu gedung B Proyek Pembangunan Kantor DPRD Kota Padang dengan data struktur komponen-komponen utama seperti balok, kolom, dan plat lantai.
4. Mutu beton didapatkan dari hasil investigasi lapangan dengan cara melakukan uji *hammer test*.
5. Analisis pembebanan dan gaya dalam dihitung dengan menggunakan program (*software*) analisis struktur ETABS.
6. Beban yang diperhitungkan dalam analisis perencanaan gedung :
 - a) Beban mati/ berat sendiri bangunan (*Dead Load*)
 - b) Beban mati tambahan (*Super Dead Load*)
 - c) Beban hidup (*Live Load*)
 - d) Beban gempa (*Earthquake Load*)
7. Pedoman peraturan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :
 - a) SNI 2847: 2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
 - b) SNI 1726: 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung;
 - c) SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan gedung dan Struktur lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui konsep evaluasi struktur gedung pada wilayah yang rentan terhadap gempa.
2. Mengetahui hal-hal yang harus diperhatikan pada saat evaluasi struktur sehingga menghasilkan kesimpulan yang rasional dan mampu diterapkan.
3. Menambah wawasan dalam menganalisis, perhitungan dan mengevaluasi struktur gedung beton bertulang tepatnya di daerah yang rentan gempa.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk menghasilkan penulisan yang tersusun dan rapi Alur untuk sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Isi dari bab ini meliputi dari latar belakang, tujuan dan manfaat dari tugas akhir, serta batasan masalah dan sistematika penulisan untuk dalam penyusunan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas uraian tentang dasar-dasar teori atau persyaratan - persyaratan terkait dengan hal yang berhubungan dengan tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan penjelasan tentang metoda yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil dan pembahasan dari Tugas Akhir ini.

BAB IV PEMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR

Meliputi bentuk pemodelan struktur bangunan yang akan diberi pembebanan, kemudian dilakukan perhitungan analisis struktur untuk mengetahui gaya-gaya dalam dan perpindahan struktur.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran penulis dari perhitungan hasil penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kegagalan Struktur pada Suatu Proyek

Pada umumnya kegagalan struktur sering dikaitkan dengan tidak terpenuhinya kualitas dan spesifikasi teknik yang seharusnya pada saat proses konstruksi berlangsung. Sedangkan kegagalan bangunan dikaitkan dengan tidak berfungsinya suatu bangunan setelah masa pemeliharaan selesai atau setelah serah terima pekerjaan. Oleh karena itu perlu banyak informasi yang mendefinisikan pengertian “kegagalan” (*failure*) baik konstruksi maupun bangunan. Berikut ini merupakan beberapa definisi-definisi yang dapat menjelaskan hal dari kegagalan konstruksi ataupun bangunan antara lain sebagai berikut :

- a. UU Nomor 18 tahun 1999, Bab 1, pasal 1 ayat 6 mengatakan bahwa ”kegagalan bangunan adalah keadaan bangunan, yang setelah diserahkan oleh penyedia jasa kepada pengguna jasa, menjadi tidak berfungsi baik sebagian atau secara keseluruhan dan/atau tidak sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam kontrak kerja konstruksi atau pemanfaatannya yang menyimpang sebagai akibat kesalahan penyedia jasa dan/atau pengguna jasa.”
- b. Lembaga Perlindungan Konsumen dan Industri Jasa Konstruksi Indonesia (LKJK-I) juga menerangkan definisi kegagalan konstruksi sebagai rendahnya mutu yang meliputi cacat fisik dan cacat prosedur hingga terjadi keruntuhan konstruksi, disfungsi bangunan, *high cost economics*, dimana dapat menimbulkan sengketa konsumen jasa konstruksi, yang berujung pada kerugian masyarakat secara materil, imateril, ekonomi, cacat hingga kematian. Lebih lanjut lagi dijelaskan bahwa kegagalan konstruksi merupakan bukti dan indikator tindak pidana korupsi di sektor konstruksi.

- c. HAKI pada tahun 2001 coba mengkaitkan dengan UU No.18 Tahun 1999 Tentang Jasa Konstruksi, dan memberikan usulan definisi sebagai berikut :
- 1) Definisi Umum: Suatu bangunan baik sebagian maupun keseluruhan dinyatakan mengalami kegagalan bila tidak mencapai atau melampaui nilai-nilai kinerja tertentu (persyaratan minimum, maksimum dan toleransi) yang ditentukan oleh Peraturan, Standar dan Spesifikasi yang berlaku saat itu sehingga bangunan tidak berfungsi dengan baik.
 - 2) Definisi Kegagalan Bangunan akibat Struktur. Suatu bangunan baik sebagian maupun keseluruhan dinyatakan mengalami kegagalan struktur bila tidak mencapai atau melampaui nilai-nilai kinerja tertentu (persyaratan minimum , maksimum dan toleransi) yang ditentukan oleh Peraturan, Standar dan Spesifikasi yang berlaku saat itu sehingga mengakibatkan struktur bangunan tidak memenuhi unsur-unsur kekuatan (*strength*), stabilitas (*stability*) dan kenyamanan layak pakai (*serviceability*) yang disyaratkan.
- d. PP No 29 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi, Bab V, Pasal 34 “kegagalan bangunan merupakan keadaan bangunan yang tidak berfungsi, baik secara keseluruhan maupun sebagian dari segi teknis, manfaat, keselamatan dan kesehatan kerja dan atau keselamatan umum sebagai akibat kesalahan penyedia jasa dan atau pengguna jasa setelah penyerahan akhir pekerjaan konstruksi.”

Dari berbagai definisi tentang kegagalan konstruksi yang dipaparkan di atas, bahwa dapat ditarik kegagalan konstruksi dan kegagalan bangunan merupakan suatu pengertian yang identik meskipun tidak sepenuhnya sama. Secara umum, semua bangunan sipil harus

dirancang sesuai dengan mengindahkan persyaratan kekuatan, kekakuan, kestabilan dan ketahanan terhadap lingkungan. Namun setelah bangunan berdiri, terjadi kerusakan yang dapat berakibat persyaratan tersebut tidak terpenuhi lagi. Kerusakan atau kegagalan dapat terjadi sejak bangunan dibuat maupun setelah beroperasi.

Berikut ini beberapa faktor yang menyebabkan kegagalan atau kerusakan pada struktur :

a. Kesalahan Perencanaan

- 1) Kesalahan perhitungan yang berasal dari sistem mekanika yang salah, kombinasi pembebanan dan lendutan yang terlalu besar.
- 2) Kesalahan pendetailan yang seperti kekurangan tulangan, tulangan terlalu rapat, persyaratan selimut tidak terpenuhi dan pendetailan tulangan yang tidak sesuai dengan perencanaan.
- 3) Kesalahan lainnya seperti investigasi tanah yang minim sehingga kesalahan dalam penentuan kedalaman tanah keras. Sehingga, hal ini mengakibatkan *settlement* atau penurunan struktur yang tidak diperkirakan.

b. Kesalahan Pelaksanaan

- 1) Material dan komposisinya, misalnya jumlah semen yang tidak cukup, agregat yang reaktif, material yang mengandung sulfat dan bahan organik.
- 2) Cetakan, misalnya kurang stabil sehingga menyebabkan perubahan bentuk, cetakan yang bocor dan penyambungan yang kurang baik.
- 3) Pengerjaan, misalnya pemadatan yang kurang baik, terjadinya segregasi akibat tinggi jatuh lebih dari 1,5 meter dan *bleeding*.
- 4) Perawatan beton yang kurang terkontrol dan pembongkaran cetakan yang terlalu cepat.

- c. Kesalahan Penggunaan
 - 1) Adanya pembebanan berlebih
 - 2) Penambahan struktur misalnya suatu bangunan yang didesain untuk struktur 3 lantai kemudian dilakukan penambahan jumlah lantai menjadi 4 lantai.
- d. Pengaruh Eksternal
 - 1) Bencana yang sering diluar perkiraan sebelumnya, antara lain disebabkan oleh gempa, tanah longsor, kebakaran, dan penurunan pondasi yang berlebihan.
 - 2) Perubahan peraturan atau *code*.

2.2 Jenis-Jenis Struktur

Karena gedung tinggi umumnya merupakan perpaduan dari beberapa jenis struktur, maka penjelasan mengenai sistem struktur utama yang tercantum dalam SNI 03-1729-2002 Tabel 3 antara lain akan dijelaskan sebagai berikut ini :

- a. Sistem Dinding Penumpu

Pada sistem dinding penumpu, tidak terdapat ruang rangka pemikul secara lengkap. beban gravitasi maupun beban lateral didukung sepenuhnya oleh dinding penumpu.

- b. Sistem Rangka Gedung

Sistem rangka gedung umumnya digunakan pada daerah dengan wilayah gempa sedang sampai tinggi. Pada dasarnya sistem struktur ini memiliki rangka sebagai pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul oleh dinding geser. Pada sistem rangka gedung, kolom dianggap tidak memikul beban lateral. Walaupun demikian, karena dinding geser dan struktur portal merupakan satu kesatuan sistem struktur yang mendukung beban secara bersama-sama, maka struktur dipastikan akan mengalami perpindahan bersama-sama. Oleh karena itu, struktur portal harus

di desain sehingga kompatibel dengan dinding geser saat terjadi pembebanan akibat gempa besar.

c. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur antara balok dan kolom. Oleh karena itu, pada sistem ini peranan balok, kolom serta sambungan antara balok dan kolom sangatlah penting.

d. Sistem Ganda

Sistem ganda merupakan system kombinasi dari Dinding Geser dan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM), cara kerja Sistem Ganda dalam hal ini adalah: rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi, beban lateral dipikul oleh dinding geser dengan kombinasi rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur, rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang kurangnya 25% dari seluruh beban lateral, kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi sistem ganda.

e. Sistem Struktur Gedung Kolom Kantilever

Sistem yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral.

f. Sistem Interaksi Dinding Geser Dengan Rangka

g. Subsistem Tunggal

Subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan.

2.3 Material Penyusun

2.3.1 Beton

Pada umumnya beton merupakan suatu material yang dicampur dari berbagai material seperti semen Portland atau semen hidrolis lainnya,

agregat kasar, agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan lainnya. Sifat beton pada umumnya memiliki daya kuat tekan yang kuat dan tahan, kekuatan lekat, kerapatan air, tahan terhadap keausan, cuaca, zat kimia, susutan pengerasan, dan elastisitas. Beton yang sudah jadi biasanya dipasang bersama-sama dengan material batang baja yang digunakan pada pengerjaan suatu struktur sehingga biasanya kombinasi kedua material itu disebut dengan beton bertulang.

Adapun kelebihan dan kelemahan pada beton ini antara lain sebagai berikut :

a. Kelebihan Beton :

- 1) Harga yang relative murah dan ekonomis.
- 2) Biaya untuk perawatan beton ini lebih rendah dan hemat.
- 3) Kualitas yang tahan lama atau awet.
- 4) Masa layan atau perawatannya yang lebih panjang pada konstruksi.
- 5) Materialnya mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dipakai.

b. Kelemahan Beton :

- 1) Pada umumnya beton ini lemah terhadap gaya tarik, sehingga menyebabkan retakan pada beton.
- 2) Beton yang sudah dibentuk dapat menyusut, mengembang apabila terjadi perubahan suhu.
- 3) Pengerjaan beton ini membutuhkan ketelitian agar campuran atau material pada beton ini dicampur sempurna dan mendapatkan kepad air yang sesuai dengan standarnya.

Dari semua properti yang menjadi ciri khas setiap material, ada pembahasan tentang tegangan dan regangan yang menarik untuk menggambarkan hasil kurva dari kondisi tegangan maupun regangan pada beton. Tegangan pada beton merupakan sebuah gaya dan momen yang bekerja pada sebuah titik dari potongan penampang menghasilkan