



**PERENCANAAN STRUKTUR SHANGRI-LA HOTEL BREBES
DENGAN PENAMBAHAN KOLAM RENANG KANTILEVER
PADA LANTAI 7**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Dalam Rangka Memenuhi
Penyusunan Skripsi Jenjang S1
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

ALBERTIAN TOGAR SIAPUNDAN

NIM. 6519500014

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU INFORMATIKA
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “PERENCANAAN STRUKTUR SHANGRI-LA HOTEL
BREBES DENGAN PENAMBAHAN KOLAM RENANG KANTILEVER PADA
LANTAI 7”

Nama Penulis : ALBERTIAN TOGAR SIAPUNDAN

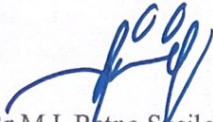
NPM : 6519500014

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang
dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti
Tegal.

Hari :

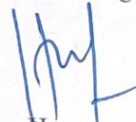
Tanggal :

Pembimbing I



(Dr.Rr.M.I. Retno Susilorini, S.T., M.T.)
NIPY. 31572931970

Pembimbing II



(Okky Hendra Hermawan, S.T., M.T.)
NIPY. 24461531983

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Kamis

Tanggal : 20 Juli 2023

Ketua Penguji

Teguh Haris Santoso, S.T., M.T.
NIDN. 060457302



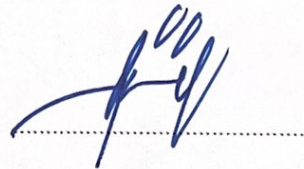
Penguji Utama

Ir. M. Yusuf S.T., M.T.
NIDN. 0620066704



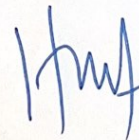
Penguji 1

Dr. Rr.M.I. Retno Susilorini, S.T., M.T.
NIDN. 0629073001



Penguji 2

Okky Hendra Hermawan, S.T., M.T.
NIDN. 0615038301



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



(Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T.)
NIDN. 0618107201

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini, Saya tidak melakukan penjiplakan. Dengan ini, Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**PERENCANAAN STRUKTUR SHANGRI-LA HOTEL BREBES DENGAN PENAMBAHAN KOLAM RENANG KANTILEVER PADA LANTAI 7**” ini dan seluruh isinya adalah benar karya sendiri, atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.



Tegal, Juli 2023

Albertian Togar Siapundan
NPM. 6519500014

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

1. Janganlah kamu kuatir akan hari besok, karena hari besok mempunyai kesusahannya sendiri. Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari. (Matius 6:34)
2. *To persevere is important for everybody. Don't give up, don't give in. There's always an answer to everything.* (Louis Zamperini)

PERSEMBAHAN:

- ❖ Kepada Tuhan Yang Maha Esa, puji dan syukur atas limpahan berkat dan rejeki yang Engkau berikan.
- ❖ Kedua orang tua saya, Bp. Bangun Sahata Pohan dan Bu Siti Fatimah (alm), untuk segala keikhlasan suka duka dalam memberi semua hal kasih sayang yang tidak terhingga.
- ❖ Dua saudara saya, Bernadietta Anggie Anggreni, Jheremy Oscar Gavrila Simanjuntak, yang mendukung dan memotivasi dengan segala bentuk perhatian.
- ❖ Bp. Okky Hendra Hermawan, S.T., M.T. , Ibu Dr.Rr.M.I Retno Susilorini, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang dengan sabar selalu memberikan masukan, arahan dan materi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga tugas akhir yang berjudul “Perencanaan struktur Shangri-la hotel brebes dengan penambahan kolam renang kantilever pada lantai 7” dapat penulis selesaikan. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Jurusan Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal.

Tugas Akhir ini terselesaikan tidak lepas karena adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Taufiqulloh, M.Hum. selaku rector Universitas Pancasakti Tegal.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal, Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T. yang telah memberi izin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal, Okky Hendra Hermawan, S.T., M.T. atas persetujuan penelitian.
4. Pembimbing I, Dr.Rr.M.I Retno Susilorini, S.T., M.T. yang penuh kesabaran dalam membimbing, memberikan masukan, arahan serta motivasi kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
5. Pembimbing II, Okky Hendra Hermawan, S.T., M.T. yang penuh kesabaran dalam membimbing, memberikan masukan, arahan serta motivasi kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
6. Triady Darmawan, Mohammad Rivaldi, Gilang Ramadhan, Moch. Reza Renaldi, Aji Kurniawan Wicaksono selaku teman yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan Skripsi ini.

7. Rekan-rekan Jurusan Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal 2019 yang selalu ada dalam memberikan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga masukan, kritik, dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang terkait pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Tegal, Juli 2023

Penulis

ABSTRAK

Albertian Togar Siapundan, 2023 **“Perencanaan Struktur Shangri-La Hotel Brebes Dengan Penambahan Kolam Renang Kantilever Pada Lantai 7”**
Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2023.

Infrastruktur suatu kota dengan fasilitas yang memenuhi kebutuhan manusia dalam ruang gerak, disertai kemudahan moda dan letak yang strategis, menjadi bagian yang dinilai praktis. Gedung Shangri-La Hotel Brebes yang berkonsep penambahan kolam renang kantilever, bermaksud mempunyai fungsi bangunan gedung yang beragam atau sama halnya dengan keberagaman pembebanan hidup. Merencanakan gedung ini didesain dengan eksisting dimensi dan perbedaan fungsi, dan merencanakan struktur gedung tahan gempa. Metode pendesainan gedung ini dengan mengumpulkan data tanah dan data gambar sebagai data dasar pendesainan. Dengan batasan analisis menggunakan SNI 1727 : 2019 mengenai Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan, SNI 1726 : 2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan dan Non-Gedung, dan SNI 2847 : 2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Dengan analisis desain struktur atas menggunakan SAP2000 v.20, , dan Allpile, serta dalam penggambaran DED struktur menggunakan AutoCAD 2019. Berdasarkan hasil analisis, pendesainan dengan dimensi eksisting dan pembebanan hidup sesuai fungsi bangunan, menunjukkan bahwa struktur desain gedung Sentraland Semarang mempunyai berat bangunan sebesar 10696130.76 kN, dan beban gempa dinamik sebesar 4677,726 kN dimana nilai tersebut memenuhi syarat yaitu lebih besar dari 85% beban statik ekuivalen.

kata kunci: Shangri-La, Struktur, Gempa, Kolam Renang Kantilever

ABSTRACT

Albertian Togar Siapundan, 2023 "*Structural Planning of the Shangri-La Hotel Brebes With the Addition of a Cantilever Swimming Pool on the 7th Floor*" Thesis Report of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Computer Science, University of Pancasakti Tegal 2023.

The infrastructure of a city with facilities that meet human needs in space for movement, along with the convenience of modes and a strategic location, are considered practical parts. The Shanri-La Hotel Brebes building, which has the concept of adding a cantilever swimming pool, intends to have various building functions or the same as the diversity of living loads. Planning this building to be designed with existing dimensions and differences in function, and planning an earthquake-resistant building structure. This building design method collects soil data and image data as the basic design data. With the limitation of analysis using SNI 1727: 2019 concerning Minimum Loads for Building Design, SNI 1726: 2019 concerning Procedures for Planning Earthquake Resistance for Building and Non-Building Structures, and SNI 2847: 2019 regarding Requirements for Structural Concrete for Buildings. With the analysis of the superstructure design using SAP2000 v.20, , and Allpile, as well as in the DED drawing of the structure using AutoCAD 2019. Based on the results of the analysis, the design with existing dimensions and live loading according to the function of the building, shows that the structural design of the Semarang Sentraland building has a building weight of 10696130.76 kN, and a dynamic earthquake load of 4677.726 kN where this value meets the requirements, namely greater than 85% static load e.g. equivalent.

keywords: *Shangri-La, Structure, Earthquake, Cantilever Swimming Pool*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Kriteria Desain Struktur	5
2.2.1. Elemen Struktur.....	5
2.2.2 Syarat – Syarat Desain Struktur	7
2.2.3 Pengecekan Ketidakberaturan	9
2.3 Sistem Ganda.....	11
2.3.1 Perilaku Struktur Rangka Pemikul Momen	13

2.3.2	Perilaku Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>)	14
2.3.3	Perilaku Struktur Rangka Pemikul Momen dan Dinding Geser (<i>Dual System</i>)	15
2.4	Perancangan Bangunan Tahanan Gempa.....	17
1.5.	Pada saat terjadi gempa ringan, struktur dan fungsi bangunan harus kuat dan tidak ada kerusakan baik pada elemen struktural maupun non struktural. .	18
2.4.1	Faktor keutamaan dan kategori resiko bangunan	19
2.4.2	Klasifikasi Situs.....	21
2.4.3	Wilayah Gempa dan Respon Spektrum	23
2.4.4	Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan.....	26
2.4.5	Kategori Desain Seismik.....	27
2.4.6	Sistem Struktur Penahan Beban Gempa	28
2.4.7	Struktur Kantilever	30
2.4.8	Kaca Laminated.....	31
2.5	Pembebanan dan kombinasinya	32
2.5.1	Deskripsi Pembebanan.....	33
2.5.2	Kombinasi Pembebanan.....	36
2.5.3	Kondisi Beban Seismik.....	37
2.6	Respon Spektra.....	39
2.7	Persyaratan Pendesainan Struktur Atas	40
2.7.1	Persyaratan Detailing Komponen Struktur Lentur SRPMK	40
2.7.2	Pesyaratan Detailing Hubungan Balok-Kolom	44
2.8	Prosedur Pendesainan Struktur Bawah	45
2.8.1	Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji N-SPT	45
2.8.2	Analisa Daya Dukung	46
2.8.3	Pemodelan Pondasi.....	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		50
2.1	Lokasi Perencanaan	50
2.2	Pengumpulan Data.....	50
2.2.1	Data Sekunder	51
2.3	Analisis Dan Pembahasan	57
2.4	Bagan Alir Penelitian.....	58

BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA	61
4.1 Gambaran Objek Kolam Renang.....	61
4.2 Data Struktur	61
4.3 Data Pemodelan.....	61
4.4 Langkah-langkah Pemodelan	63
4.6 Pemodelan Pelat Lantai.....	79
4.7 Pemodelan Shear Wall.....	80
4.8 Pemodelan Perletakan.....	80
4.9 Pembebanan Struktur.....	83
4.5 Interpretasi Hasil Penyelidikan Tanah.....	148
4.5.1 Perencanaan Pondasi.....	159
BAB V PENUTUP	170
5.1 Kesimpulan.....	170
5.2 Saran	173
DAFTAR PUSTAKA	xxi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Superimpos mode individu dari deformasi.....	16
Gambar 2. 2	Sendi Plastis	19
Gambar 2. 3	Peta Percepatan Batuan Dasar pada Perioda Pendek (Ss)	24
Gambar 2. 4	Peta Percepatan Batuan Dasar pada Perioda 1 (satu).....	24
Gambar 2. 5	Struktur Kantilever.....	31
Gambar 2. 6	Kaca Laminated	32
Gambar 2. 7	Resnpon Spektra	39
Gambar 3. 1	Lokasi Penelitian.....	50
Gambar 3. 2	Tampak Depan	51
Gambar 3. 3	Site Plan Hotel Shangri-La	52
Gambar 3. 4	Site Plan Rencana.....	53
Gambar 3. 5	Site Plan Rencana.....	54
Gambar 3. 6	Bagan Alir Perhitungan Struktur dengan SAP2000	60
Gambar 4. 1	Kolam Renang Hotel.....	61
Gambar 4. 2	Building Plan Grid System and Story Data Definition	64
Gambar 4. 3	Tampilan Grid Data.....	65
Gambar 4. 4	Material property data beton f'c 40MPa	66
Gambar 4. 5	Material property data beton f'c 35MPa	66
Gambar 4. 6	Material property Baja Ulir	67
Gambar 4. 7	Materia property Baja Polos	67
Gambar 4. 8	Beam Section	68
Gambar 4. 9	Reinforcement data pada balok.....	69

Gambar 4. 10 Analysis Property Modification Factors pada balok (Sumber: Pribadi).....	70
Gambar 4. 11 Define frame properties	70
Gambar 4. 12 Kolom Section (Sumber: Pribadi)	71
Gambar 4. 13 Reinforcement data kolom (Sumber: Pribadi)	72
Gambar 4. 14 Analysis Property Modification Factors pada kolom.....	73
Gambar 4. 15 Define Frame Properties pada kolom (Sumber: Pribadi)	73
Gambar 4. 16 Shell Section Data	74
Gambar 4. 17 Analysis Stiffness Modification Factors.....	75
Gambar 4. 18 Define Wall/Slab/Deck Sections.....	75
Gambar 4. 19 Shear Wall Section	76
Gambar 4. 20 Analysis Stiffness Modification Factors.....	77
Gambar 4. 21 Hasil penggambaran kolom	78
Gambar 4. 22 Hasil penggambaran balok.....	79
Gambar 4. 23 Hasil penggambaran pelat.....	79
Gambar 4. 24 Hasil penggambaran Shear Wall.....	80
Gambar 4. 25 Tampilan base dengan perletakan jepit	81
Gambar 4. 26 Hasil Pemodelan Struktur	81
Gambar 4. 27 Hasil pemodelan struktur tampak XY	82
Gambar 4. 28 Hasil pemodelan struktur tampak XZ	82
Gambar 4. 29 Hasil pemodelan struktur tampak YZ	83
Gambar 4. 30 Input beban dinding pada frame balok	84
Gambar 4. 31 Input beban mati pada pelat lantai.....	85

Gambar 4. 32 Input beban hidup pelat lantai.....	85
Gambar 4. 33 Input beban hidup pelat kolam renang	86
Gambar 4. 34 Peta MCEr (Ss) (Sumber: Puskim.pu.go.id).....	87
Gambar 4. 35 Peta MECr (S1).....	88
Gambar 4. 36 Grafk Spectra Wilayah Brbes	88
Gambar 4. 37 Input Respon Spectra.....	89
Gambar 4. 38 Kontrol Difleksi salah satu portal sumbu x dan z (COMB2)	94
Gambar 4. 39 Kontrol Difleksi salah satu portal sumbu y dan z (COMB2)	95
Gambar 4. 40 Diagram Gaya Geser pada salah satu portal sumbu x dan z (COMB 2).....	96
Gambar 4. 41 Diagram Gaya Geser pada salah satu portal sumbu y dan z (COMB 2).....	97
Gambar 4. 42 Diagram Momen pada salah satu portal sumbu x dan z (COMB 2)	98
Gambar 4. 43 Diagram Momen pada salah satu portal sumbu y dan z (COMB 2)	99
Gambar 4. 44 Diagram Axial Force pada salah satu portal sumbu x dan z (COMB 2)	100
Gambar 4. 45 Momen plat lantai arah X (COMB2)	101
Gambar 4. 46 Momen plat lantai arah Y (COMB2)	102
Gambar 4. 47 Momen Shear Wall tampak XZ (COMB2)	103
Gambar 4. 48 Momen Shear Wall tampak YZ (COMB2)	104
Gambar 4. 49 Struktur sudah memenuhi kapasitas dinyatakan aman.....	105

Gambar 4. 50 Hasil luasan tulangan pada balok dan kolom.....	106
Gambar 4. 51 Hasil luasan tulangan pada balok dan kolom.....	107
Gambar 4. 52 Section Join Displacement.....	108
Gambar 4. 53 Section Joint Displacements	111
Gambar 4. 54 Momen rencana positif akibat beban terfaktor	114
Gambar 4. 55 Momen rencana negatif dan Gaya geser rencana akibat beban terfaktor	114
Gambar 4. 56 Data Sondir 1	149
Gambar 4. 57 Grafik Sondir 1.....	150
Gambar 4. 58 Data Sondir 2	151
Gambar 4. 59 Grafik Sondir 2	152
Gambar 4. 60 Data Bor Log.....	154
Gambar 4. 61 Data Hasil Bor Log.....	157

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sistem Rangka Momen dalam KDS	11
Tabel 2. 2 Kategori Resiko Struktur Gedung	20
Tabel 2. 3 Kelas Situs.....	22
Tabel 2. 4 Koefisien situs, F_a	25
Tabel 2. 5 Koefisien situs, F_y	26
Tabel 2. 6 Kategori Resiko	27
Tabel 2. 7 Kategori desain seismik pada periode pendek	28
Tabel 2. 8 Kategori desain seismik pada periode 1.....	28
Tabel 2. 9 Beban Hidup.....	34
Tabel 2. 10 Hubungan antara N-SPT dengan Sudut Geser dan Kepadatan Relatif	47
Tabel 2. 11 Hubungan antara N-SPT dengan berat isi tanah.....	47
Tabel 2. 12 Nilai Tipikal Beban Ijin Tiang Beton Pracetak	49
Tabel 3. 1 Detail Tie Beam.....	55
Tabel 3. 2 Detail Balok.....	55
Tabel 3. 3 Detail Balok.....	55
Tabel 3. 4 Detail Balok.....	56
Tabel 3. 5 Detail Ring Balk	56
Tabel 3. 6 Detail Kolom	56
Tabel 3. 7 Detail Kolom.....	57
Tabel 4. 1 Data Elevasi Gedung	62
Tabel 4. 2 Data Penulangan Tie Beam.....	62

Tabel 4. 3 Data Penulangan Ring Balk	62
Tabel 4. 4 Data Penulangan Kolom	62
Tabel 4. 5 Data Penulangan Balok.....	63
Tabel 4. 6 Partisipasi Massa	89
Tabel 4. 7 Perhitngan Periode T	90
Tabel 4. 8 Perhitungan Berat Bangunan.....	90
Tabel 4. 9 Perhitungan Gaya Geser Dasar.....	91
Tabel 4. 10 Kombinasi Pembebanan.....	92
Tabel 4. 11 Kombinasi Pembebanan Ultimit.....	92
Tabel 4. 12 Tabel join displacement	109
Tabel 4. 13 Simpangan Lantai Arah x (Δx).....	110
Tabel 4. 14 Simpangan Lantai Arah y (Δy).....	110
Tabel 4. 15 Tabel Joint Displacement	112
Tabel 4. 16 Simpangan Lantai Arah x (Δx).....	113
Tabel 4. 17 Simpangan Lantai Arah y (Δy).....	113
Tabel 4. 18 Perhitungan Balok 700 x 400	115
Tabel 4. 19 Perhitungan Balok 650 x 350	119
Tabel 4. 20 Perhitungan Balok 500 x 300	123
Tabel 4. 21 Perhitungan Balok 450 x 250	127
Tabel 4. 22 Perhitungan Balok 400 x 200	131
Tabel 4. 23 Perhitngan Plat Lantai.....	135
Tabel 4. 24 Perhitungan Plat Lantai Kolam Renang.....	139
Tabel 4. 25 Perhitungan Kolom.....	143

Tabel 4. 26 Perhitungan Pondasi Tiang.....	160
Tabel 4. 27 Perhitungan Kekuatan Pondasi.....	162

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I GAMBAR STRUKTUR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan konstruksi sering kali dipengaruhi oleh kemajuan dalam teknologi dan ilmu pengetahuan, serta berbagai faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan. Sebagai contoh, penggunaan teknologi digital dan informasi telah mengubah cara kontraktor merancang, membangun, dan mengelola proyek konstruksi. Begitu juga, permintaan untuk konstruksi yang lebih ramah lingkungan telah mendorong penggunaan bahan-bahan dan praktik-praktik yang lebih berkelanjutan.

Dengan berkembangnya dunia konstruksi ini, Unsur estetika dapat memberikan nilai jual pada gedung tersebut dan dapat menarik perhatian masyarakat, sehingga hal ini dapat memberikan keuntungan dari segi finansial untuk gedung-gedung tertentu seperti hotel. Salah satu hal yang dapat memberikan nilai jual pada sebuah gedung adalah dengan adanya keunikan pada gedung tersebut. Keunikan ini dapat berupa bentuk gedung yang tidak beraturan secara geometri ataupun gedung yang memiliki sesuatu yang jarang ditemukan masyarakat seperti kolam renang yang diletakan pada lantai teratas pada hotel dengan melihat pemandangan bangunan dan gedung-gedung disekitarnya.

Kolam renang kantilever merupakan sesuatu yang sangat unik dan sangat jarang ditemukan di Indonesia. Kolam renang kantilever pun akan sangat menarik perhatian banyak orang sehingga memberikan nilai jual yang sangat

tinggi pada gedung tersebut. Dengan adanya kolam renang kantilever pada sebuah gedung akan sangat mempengaruhi respon struktur gedung tersebut dan juga dapat menimbulkan ketidak beraturan geometri pada gedung. Karena itu diperlukan analisis penempatan lokasi kolam renang kantilever agar memberikan respon struktur yang baik khususnya pada negara Indonesia mengingat Indonesia merupakan salah satu negara rawan gempa di dunia.

Pada penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan program SAP2000 V.20 untuk membantu dalam menghitung gaya-gaya yang terjadi di dalam struktur Bangunan Shangri-La Hotel di Brebes, Provinsi Jawa Tengah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, rumusan masalah pada Skripsi ini adalah :

1. Bagaimana metode pengumpulan data yang dibutuhkan?
2. Bagaimana metode pemodelan struktur?
3. Bagaimana merencanakan elemen-elemen struktur atas berupa balok, kolom, plat, *shear wall* dan atap?
4. Bagaimana metode menghitung beban yang diperlukan pada struktur?
5. Bagaimana menuangkan hasil *output* dari perencanaan struktur?
6. Bagaimana merencanakan elemen-elemen struktur bawah berupa *pilecap*, *tiebeam*, dan jenis pondasi yang dibutuhkan?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dan manfaat dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui data-data yang dibutuhkan.
2. Mengetahui pemodelan struktur pada gedung hotel Shangri-La.
3. Mengetahui perhitungan struktur atas balok, kolom, plat, *shear wall* dan atap.
4. Mengetahui nilai-nilai pembebanan yang diperlukan pada struktur.
5. Mengetahui perhitungan tekanan dan kapasitas air pada kolam renang.
6. Mengetahui hasil-hasil *output* pada perencanaan struktur.
7. Mengetahui perhitungan stuktur bawah *pilecap*, *tiebeam*, dan pondasi.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan yang terdapat pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang.
2. Lokasi penelitian adalah proyek Hotel Shangri-La Kabupaten Brebes Jawa Tengah.
3. Struktur yang akan dianalisa menggunakan *software* SAP2000 V.20
4. SNI 03-2847-2019 tentang Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
5. SNI 03-1726-2019 tentang Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
6. SKBI 1.3.53.1987 tentang Pedoman Perencanaan pembebanan untuk Rumah dan Gedung.
7. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan biaya rinci dalam RAB, serta pembuatan spesifikasi teknis dan tata cara pelaksanaan pekerjaan dalam

RKS.

1.5 Sistematika Penulisan

Proposal Skripsi ini secara garis besarnya disusun dalam 6 bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang Uraian secara Umum, Kriteria Desain Struktur, Pembebanan dan Kombinasinya, Prosedur Pendesainan Struktur Atas, dan Prosedur Pendesainan Struktur Bawah.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang Tahap Pengumpulan Data, Penentuan Denah Struktur, Penentuan Beban Mati dan Hidup, Penentuan Beban Gempa, Bagan Alir Desain Struktur.

4. BAB IV ANALISIS DATA

Bab ini berisikan tentang Uraian secara Umum mengenai desain struktur, Pemodelan Struktur, Analisis Struktur, Desain Struktur Atas, Desain Struktur Bawah, Gambar DED Struktur.

5. PENUTUP

Bab ini berisikan tentang Kesimpulan, dan Saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Definisi yang sederhana tentang struktur dalam hubungannya dengan bangunan ialah bahwa struktur merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan dan/atau kehadiran bangunan di atas tanah (Shodek, 1999). Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*sub structure*). Struktur atas adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang berada di atas muka tanah, sedangkan struktur bawah adalah bagian dari struktur bangunan yang berada di bawah muka tanah. Struktur bangunan gedung harus memiliki sistem penahan gaya lateral dan vertical yang lengkap, yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang cukup untuk menahan gerak tanah desain dalam batasan-batasan kebutuhan deformasi.

2.2 Kriteria Desain Struktur

2.2.1. Elemen Struktur

Suatu struktur dapat tersusun dari beberapa elemen, dengan sifat atau karakteristik yang berlainan. Berdasarkan elemen-elemen penyusunnya, struktur dapat dibedakan menjadi 4 yaitu Struktur Balok-Kolom, Struktur Trusses (Struktur Rangka Batang), Struktur 8 Frame (Struktur Rangka Kaku), dan Struktur Shell (meliputi *plate*, *Shell* dan *Membran*) (SNI 1726:2019).

Menurut Schodek (1999:8) struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horizontal di atas elemen kaku vertikal adalah struktur yang umum dijumpai. Elemen horizontal (balok) memikul beban yang bekerja secara transversal dari panjangnya dan mentransfer beban tersebut ke kolom vertikal yang menumpunya. Kolom tersebut dibebani secara aksial oleh balok, kemudian mentransfer beban itu ke tanah. Kolom-kolom menerima gaya terpusat, umumnya dari ujung-ujung balok. Jadi, jelas ada hubungan yang erat antara pola dari sistem tumpuan yang membentang vertikal dan sistem tumpuan yang membentang horizontal.

Plat datar dan dinding adalah struktur kaku pembentuk permukaan (Schodek, 1999). Suatu dinding pemikul beban biasanya dapat memikul baik beban yang bekerja dalam arah vertikal maupun beban lateral (angin, gempa, dan lain-lain). Suatu plat datar biasanya digunakan secara horizontal dan memikul beban sebagai lentur, dan meneruskannya ke tumpuan. Dinding geser adalah slab beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur (Hasan dan Astira, 2013). Elemen struktur kaku dinding geser atau *shearwall* ini berpengaruh untuk menahan gaya lateral yang terlalu besar yang dibebankan ke kolom. Dengan begitu, dinding geser ini akan mendukung gaya-gaya horizontal sedangkan kolom hanya ada memikul gaya normal atau gaya vertikal saja.

Terdapat dua jenis dinding penahan tanah, yaitu *retaining wall* beruntun dan dinding diafragma. Pada pendesainan gedung Shangri-La Hotel Kabupaten Brebes, digunakan dinding diafragma atau dinding sekat yang adalah sebuah membran buatan dengan ketebalan sesuai tebal alat penggali grabber dan kedalaman tertentu. Retaining wall merupakan konstruksi untuk pembangunan gedung bertingkat tinggi dengan basement. Adanya basement, akan membuat struktur tanah berbeda dikarenakan pekerjaan galian yang beresiko meruntuhkan tanah dan dapat berimbas pada konstruksi di sekitar galian.

2.2.2 Syarat – Syarat Desain Struktur

A. Kekakuan

Struktur bangunan gedung harus memiliki batas kekakuan tertentu guna membatasi pergerakannya. Dengan semakin tinggi gedung, semakin banyak tingkat atau lantai, sehingga menimbulkan simpangan antar lantai. Apabila simpangan antar lantai tersebut pada suatu gedung itu kecil, maka bangunan tersebut kaku.

SNI 1726 pasal 8.1.2 mensyaratkan simpangan antar tingkat yang terjadi tidak boleh melampaui $0,03/R$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan, namun bergantung mana yang lebih kecil, untuk memenuhi kinerja batas layan struktur gedung (Δ_s). Dimana membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, dari samping untuk mencegah kerusakan non struktural

dan ketidaknyamanan penghuni, Dan menetapkan kinerja batas ultimit (Δ_m) pada pasal 8.2.1, dimana simpangan antar tingkat tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi lantai yang bersangkutan dan $\Delta_m = (\text{zeta}) \times R \times \Delta_s$.

B. Kekuatan

Karakteristik struktur bangunan yang berpengaruh untuk kekuatan struktur diantaranya bentuk bangunan, massa bangunan, beban gravitasi yang bekerja, kekakuan dan lain-lain. Bentuk denah bangunan yang terbaik untuk menahan gempa adalah bentuk yang sederhana, simetris, dan tidak terlalu panjang.

Dalam prosedur perencanaan berdasarkan SNI Gempa, struktur bangunan tahan gempa pada prinsipnya boleh direncanakan terhadap beban gempa yang direduksi dengan suatu faktor modifikasi respons struktur (faktor R), yang merupakan representasi tingkat daktilitas yang dimiliki struktur. (Imran dan Hendrik, 2010).

C. Disipasi Energi

Struktur bangunan tahan gempa pada umumnya didesain terhadap gaya gempa yang lebih rendah (disipasi energi) daripada gaya gempa rencana. Hal ini dimungkinkan karena struktur didesain untuk mengalami kerusakan atau berperilaku inelastik, melalui pembentukan sendi-sendi plastik (plastifikasi) pada elemen-elemen strukturnya, pada saat menahan beban gempa rencana.

Perilaku inelastik atau plastis tersebut pada dasarnya memberikan mekanisme disipasi energi pada struktur sehingga dapat membatasi gaya gempa yang masuk ke struktur bangunan. (imam dan Hendrik, 2010).

Prosedur desain ini disebut metode desain kapasitas dan umum diaplikasikan pada perancangan elemen-elemen struktur balok, kolom, dinding dan hubungan balok-kolom (CSA,1994).

2.2.3 Pengecekan Ketidakberaturan

A. Pengecekan terhadap Torsi

Ketidakberaturan horizontal pada struktur (SNI – 1726:2019)

a. Ketidakberaturan torsi

Didefinisikan bahwa jika simpangan antar lantai (U) tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.

Jika, $U_{max}/U_{avg} \leq 1,2$

Dimana, U_{max} = simpangan antar lantai maksimum.

U_{avg} = simpangan antar lantai rerata.

b. Ketidakberaturan torsi berlebihan

Didefinisikan ada jika simpangan antar lantai (U) tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur.

Jika, $U_{max}/U_{avg} \leq 1,4$

Dimana, U_{max} = simpangan antar lantai maksimum.

U_{avg} = simpangan antar lantai rerata.

B. Pengecekan terhadap Simpangan

Pengecekan terhadap simpangan (SNI – 1726:2019)

a. Penentuan simpangan antar lantai

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Jika desain tegangan ijin digunakan, Δ harus dihitung menggunakan gaya gempa tingkat kekuatan tanpa reduksi untuk desain tegangan ijin.

Defleksi pusat massa ditingkat x (δ_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{L_e}$$

Dimana,

C_d = faktor amplifikasi defleksi.

δ_{xe} = defleksi pada lokasi yang ditentukan dengan analisis elastis.

L_e = faktor keutamaan gempa.

b. Nilai Perioda untuk menghitung simpangan antar lantai

Untuk menentukan kesesuaian dengan batasan simpangan antar lantai tingkat, diijinkan untuk menentukan simpangan antar lantai elastis δ_{xe} menggunakan gaya desain seismik

berdasarkan pada perioda fundamental struktur yang dihitung tanpa batasan atas ($C_u T_a$).

c. Batasan simpangan anatar lantai tingkat

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin (Δ_a) untuk semua tingkat.

Tabel 2. 1 Sistem Rangka Momen dalam KDS

Struktur	Kategori Resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding ekterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai.	0,025 $h\delta_x$	0,020 $h\delta_x$	0,015 $h\delta_x$
Struktur dinding geser kantilever batu-bata	0,010 $h\delta_x$	0,010 $h\delta_x$	0,010 $h\delta_x$
Struktur dinding geser batu-bata lainnya	0,007 $h\delta_x$	0,007 $h\delta_x$	0,007 $h\delta_x$
Semua struktur lainnya	0,020 $h\delta_x$	0,015 $h\delta_x$	0,007 $h\delta_x$

(sumber : SNI-1726:2019)

Dimana: $h\delta_x$ = tinggi tingkat dibawah tingkat x untuk sistem penahan gaya gempa yang terdiri dari hanya momen pada struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik D,E atau F, simpangan antar lantai tingkat desai (Δ) tidak boleh melebihi Δ_a/ρ dengan ρ = faktor redunsasi.

2.3 Sistem Ganda

Sistem ganda (*dual system*) merupakan salah satu jenis struktur yang baik sebagai sistem struktur yang tahan gempa. Sistem ganda digunakan pada perancangan gedung tingkat tinggi di daerah atau zona gempa menengah hingga kuat. Semakin tinggi suatu gedung, penggunaan sistem rangka saja kurang ekonomis karena untuk menahan gaya lateral akibat beban gempa akan

menyebabkan dimensi elemen struktur balok dan kolom yang dibutuhkan akan semakin besar. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kekauan dan kekuatan struktur terhadap gaya lateral, digunakan sistem struktur yang mengkombinasikan sistem rangka kaku dengan dinding geser, yang disebut sebagai sistem ganda (*dual system*).

Kerja sama antara sistem rangka penahan momen dengan dinding geser merupakan suatu keadaan khusus, dimana dua struktur yang berbeda sifat dan perilakunya digabungkan dan menghasilkan struktur yang lebih ekonomis dan kuat. Sesuai dengan yang terdapat pada SNI 1726 – 2019 pasal 3.49, sistem ganda adalah sistem struktur yang merupakan gabungan rangka pemikul momen sekurang-kurangnya mampu menahan 25% dari gaya lateral dan sisanya ditahan oleh dinding geser. Nilai koefisien dari sistem rangka pemikul momen dengan dinding geser dan *bresing*. Nilai koefisien modifikasi respons (R) yang direkomendasikan untuk sistem ganda dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) adalah 7.

Sistem ganda memiliki 3 ciri utama. Pertama, rangka ruang lengkap berupa sistem rangka pemikul momen (SRPM) yang penting dan berfungsi sebagai pemikul beban gravitasi. Kedua, sesuai SNI 1726 – 2019 pasal 7.2.5.1 mensyaratkan bahwa pemikul beban lateral dilakukan oleh dinding geser dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus mampu memikul setidaknya 25% dari gaya gempa desain. Ketiga, dinding geser dan rangka pemikul momen direncanakan memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan peraturan yang berlaku untuk sistem ganda.

2.3.1 Perilaku Struktur Rangka Pemikul Momen

Sistem rangka pemikul momen biasanya memiliki bentuk segi empat yang teratur dan terdiri dari balok horizontal dalam kolom vertikal yang terhubung satu sama lain secara kaku (*rigid*), sehingga pertemuan keduanya dapat menahan momen. Sifat hubungan yang kontinuitas antara kolom dengan balok menyebabkan mekanisme rangka dalam menahan beban lateral dengan respons bersama dari keduanya, terutama respons melalui lentur dari kedua jenis elemen tersebut. Hal ini mengakibatkan keberadaan kolom, balok, serta sambungan balok dan kolom menjadi sangat penting.

Sistem rangka pemikul momen dibagi menjadi 3, yaitu:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SPRMB)

Merupakan sistem rangka yang memiliki tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan pada bangunan yang memiliki Kategori Desain Seismik (KDS) B. Pada SPRMB tidak terdapat pendetailan khusus pada elemen-elemen strukturnya.

2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SPRMM)

Merupakan sistem rangka yang memiliki tingkat daktilitas sedang dan dapat digunakan pada bangunan yang memiliki maksimal kategori desain seismik C. Pada SPRMM sudah ada beberapa pendetailan khusus pada elemen-elemen strukturnya.

3. Sistem rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK)

Merupakan sistem struktur yang direncanakan berbentuk sendi plastis pada seluruh bagian balok pemikul gempa sebelum terjadi keruntuhan. SPRMK memiliki tingkat daktilitas penuh dan harus digunakan pada struktur bangunan pada KDS D,E, dan F.

2.3.2 Perilaku Dinding Geser (*Shear Wall*)

Dinding geser merupakan subsistem gedung yang memiliki fungsi utama untuk menahan gaya lateral akibat beban gempa. Semakin tinggi gedung, simpangan horizontal yang terjadi akibat gaya lateral akan semakin besar, untuk itu digunakanlah dinding geser untuk membuat struktur lebih kaku sehingga simpangan yang terjadi dapat berkurang. Selain itu, dinding geser berfungsi untuk mereduksi momen yang diterima struktur rangka akibat gaya lateral sehingga dimensi elemen pada struktur rangka dapat dibuat lebih efisien.

Gaya lateral yang terjadi pada suatu gedung, akibat beban gempa ataupun angin akan disebar melalui struktur lantai yang berfungsi sebagai diafragma horizontal yang selanjutnya akan ditahan oleh dinding geser yang memiliki kekakuan lebih besar untuk menahan gaya lateral (Shueller, 1989). Menurut SNI 2847 – 2019 dinding geser adalah dinding struktur yang ditetapkan sebagai bagian sistem penahan gaya gempa yang dapat dikategorikan menjadi:

1. Dinding beton polos struktur biasa (*Ordinary structural plain concrete wall*) yaitu yang memenuhi pasal 22.

2. Dinding struktural beton bertulang biasa (*Ordinary reinforced concrete structural wall*) yaitu yang memenuhi persyaratan pasal 1 sampai 18.
3. Dinding struktural pracetak menengah (*Intermediate precast structural wall*) yaitu yang memenuhi persyaratan 1 sampai 18 dan sesuai dengan tambahan pada 21.4.
4. Dinding struktural khusus (*Special structural wall*) yaitu dinding cor di tempat atau pracetak yang sesuai dengan persyaratan 21.1.3 sampai 21.1.7, 21.9, dan 21.10, sebagaimana sesuai dengan persyaratan untuk dinding struktur beton bertulang biasa.

Kemampuan dinding geser dalam menahan gaya lateral, torsi, dan momen guling bergantung kepada konfigurasi geometri, orientasi, dan lokasi dari dinding geser pada suatu bangunan.

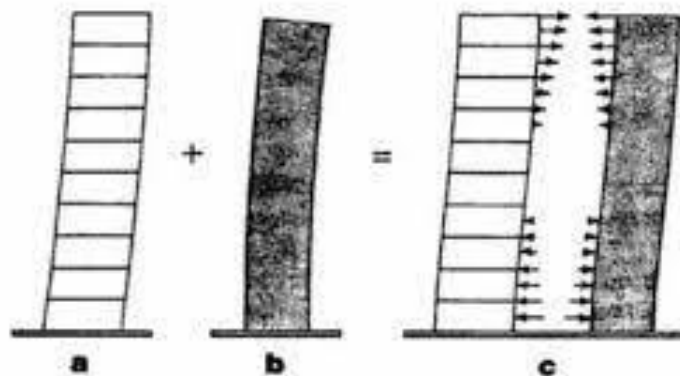
2.3.3 Perilaku Struktur Rangka Pemikul Momen dan Dinding Geser

(Dual System)

Pada struktur kombinasi ini, dinding geser dan kolom-kolom struktur akan dihubungkan secara kaku (*rigid*) oleh balok-balok pada setiap lantai bangunan. Dengan adanya hubungan yang kaku antara balok, kolom, dan dinding geser dan struktur rangka yang menyeluruh pada bangunan, sehingga keduanya dapat bekerja bersamaan dalam menahan beban yang bekerja, mulai dari beban gravitasi sampai beban lateral. Selain itu, sistem ganda mengakibatkan simpangan lateral yang

terjadi semakin berkurang seiring dengan peningkatan jumlah lantai pada struktur.

Semakin tinggi suatu struktur gedung, semakin kecil simpangan yang terjadi. Besar simpangan secara keseluruhan yang terjadi pada sistem rangka kaku dengan dinding geser didapatkan dengan cara menggabungkan perilaku dari kedua elemen yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Superimpos mode individu dari deformasi (sumber: Schueller, 1989)

Penjelasan dari gambar di atas sebagai berikut:

1. Deformasi mode geser untuk sistem rangka kaku. Pada struktur rangka kaku, sudut deformasi (lendutan) paling besar terjadi pada dasar struktur dimana terjadi geser maksimum.
2. Deformasi mode lentur untuk dinding geser. Pada struktur dinding geser, sudut deformasi (lendutan) paling besar terjadi pada bagian atas bangunan sehingga sistem dinding geser memberikan kekauan paling kecil pada bagian atas bangunan.

3. Deformasi mode untuk gabungan sistem rangka kaku dengan dinding geser.

Interaksi antara struktur rangka kaku dengan dinding geser diperoleh dengan membuat superposisi mode s defleksi terpisah yang menghasilkan kurva S datar. Perbedaan sifat defleksi antara dinding geser menahan simpangan rangka kaku menyebabkan dinding geser menahan simpangan rangka kaku pada bagian bawah, dinding geser pada lantai bagian atas. Dengan demikian, geser akibat gaya lateral akan dipikul oleh rangka pada bagian atas bangunan dan dipikul oleh dinding geser di bagian bawah bangunan.

2.4 Perancangan Bangunan Tahanan Gempa

Perancangan bangunan tahan gempa adalah proses merancang struktur bangunan yang mampu menahan dan meredam getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi. Tujuan perancangan bangunan tahan gempa adalah untuk mengurangi risiko kerusakan dan kehancuran bangunan serta melindungi keselamatan manusia yang berada di dalamnya selama terjadinya gempa bumi. Perancangan bangunan tahan gempa melibatkan perhitungan dan penggunaan material serta teknik konstruksi yang tepat guna mencapai kekuatan dan kekakuan struktur yang diperlukan.

Menurut Budiono (2011), struktur bangunan tahan gempa harus memiliki kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya keruntuhan bangunan. Konsep dasar dari perancangan bangunan tahan gempa ialah sebagai berikut :

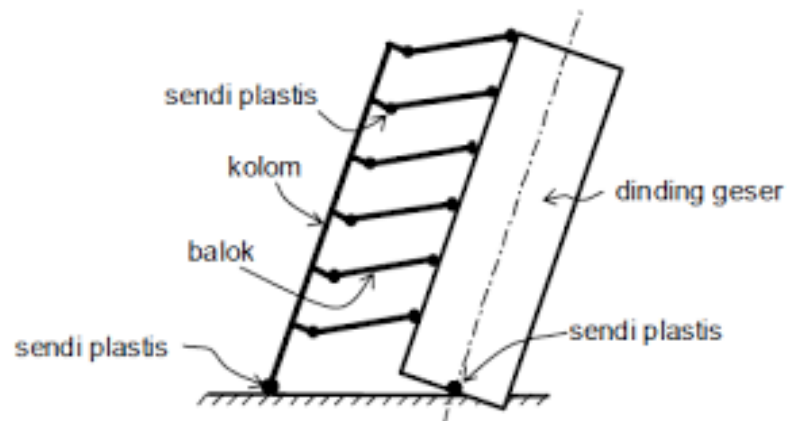
1.5. Pada saat terjadi gempa ringan, struktur dan fungsi bangunan harus kuat dan tidak ada kerusakan baik pada elemen struktural maupun non struktural.

1. Pada saat terjadi gempa sedang, struktur diperbolehkan mengalami kerusakan pada elemen nonstruktural namun tidak diperbolehkan pada elemen struktural.

2. Pada saat terjadi gempa besar, kerusakan diperbolehkan pada elemen struktural dan nonstruktural namun bangunan tidak boleh runtuh.

Perancangan bangunan baru dapat menggunakan konsep basis kinerja.

FEMA 273 (1997) menetapkan level kinerja untuk perancangan struktur bangunan tahan gempa yaitu *Operational*, *Immediate Occupancy (IO)*, *Life Safety (LS)*, serta *Collapse Prevention (CP)*. Dalam mendesain struktur tahan gempa diperlukan metode untuk mengkaji ulang sifat struktur. Metode yang berkembang adalah metode *Performance Based Design (PBD)*. Desain struktur harus memenuhi syarat “*Strong Column Weak Beam*”, yang berarti ketika bangunan menerima beban gempa hanya boleh terjadi pada sendi plastis di ujung balok, kaki kolom, dan kaki dinding geser. (Tavio dan Kusuma, 2009)



Gambar 2. 2 Sendi Plastis
 (sumber : Narotama University Repository)

2.4.1 Faktor keutamaan dan kategori resiko bangunan

Faktor keutamaan dalam penilaian risiko bangunan adalah faktor yang menjadi fokus utama dalam menilai risiko suatu bangunan terhadap bencana atau ancaman tertentu. Faktor-faktor tersebut dapat meliputi kondisi bangunan, lokasi, kegunaan bangunan, dan jumlah orang yang tinggal atau bekerja di dalamnya. Faktor keutamaan dapat berbeda-beda tergantung pada jenis ancaman atau bencana yang dinilai.

Kategori risiko bangunan merupakan klasifikasi tingkat risiko suatu bangunan terhadap ancaman atau bencana tertentu, seperti gempa bumi, kebakaran, atau banjir. Kategori risiko ini dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas dalam pengambilan tindakan mitigasi risiko atau perbaikan pada bangunan. Kategori risiko biasanya dilihat berdasarkan tingkat kerusakan atau bahaya yang mungkin terjadi pada bangunan apabila terjadi ancaman atau bencana tertentu. Kategori risiko dapat dikelompokkan menjadi beberapa tingkatan, seperti rendah, sedang, atau tinggi, tergantung pada skala atau kriteria penilaian yang digunakan.

Menurut SNI 1726-2019 gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen. Akibat pengaruh gempa rencana, struktur gedung secara keseluruhan masih berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan. Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung sesuai pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan menurut Tabel.

Tabel 2. 2 Kategori Risiko Struktur Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: -Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan -Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan -Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo	III

<p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi 	IV
<p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran. Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan - Bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat. Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV. 	IV

(sumber : SNI 1726-2019)

2.4.2 Klasifikasi Situs

Klasifikasi situs merujuk pada proses pengelompokan atau penentuan kategori suatu lokasi atau tempat berdasarkan sejumlah kriteria tertentu. Klasifikasi situs dapat dilakukan dalam berbagai konteks, seperti dalam bidang arkeologi, geologi, lingkungan hidup, dan pembangunan. Sebagai contoh, dalam bidang arkeologi, klasifikasi situs dapat dilakukan berdasarkan jenis sisa-sisa arkeologis yang ditemukan, seperti tembok, artefak, atau struktur

bangunan. Sementara itu, dalam bidang geologi, klasifikasi situs dapat dilakukan berdasarkan jenis batuan atau jenis formasi geologi tertentu yang terdapat di suatu lokasi. Dalam lingkungan hidup, klasifikasi situs dapat dilakukan berdasarkan faktor seperti jenis vegetasi, keanekaragaman hayati, atau jenis tanah yang ada di suatu lokasi. Sedangkan dalam bidang pembangunan, klasifikasi situs dapat dilakukan untuk menentukan jenis bangunan atau infrastruktur yang dapat dibangun di suatu lokasi, berdasarkan kriteria seperti kemiringan tanah, ketinggian air tanah, dan ketersediaan akses transportasi.

Menurut SNI 1726-2019 Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah di situs harus diklasifikasikan sesuai dengan Tabel, berdasarkan profil tanah lapisan 30 m paling atas.

Tabel 2. 3 Kelas Situs

Kelas Situs	V_s (m/detik)	\bar{N} atau N_{ch}	S_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	≥ 100
SD(tanah sedang)	175 sampai 350	15 samapai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50

	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ 3. Kuat geser nilalir $S_u < 25$ kPa
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis dan respons spesifik situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : <ul style="list-style-type: none"> - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah. - Lempung sangat organic dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) - Lapisan lempung luna/setengah teguh dalam ketebalan $H > 35$ m dengan $S_u < 50$ kPa)

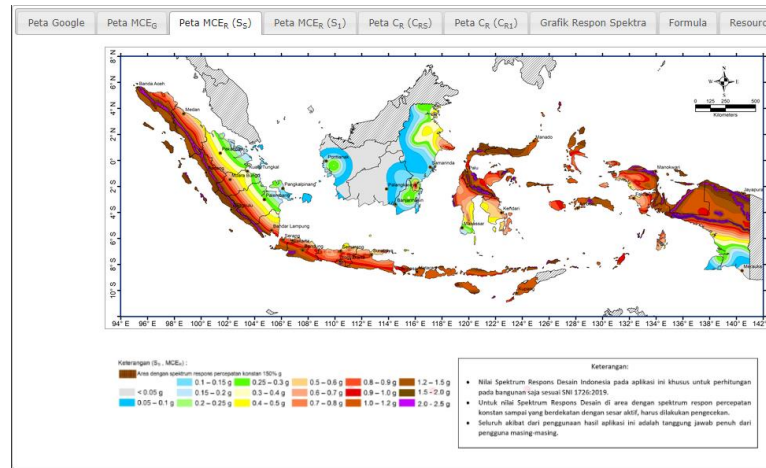
(sumber : SNI 1726-2019)

2.4.3 Wilayah Gempa dan Respon Spektrum

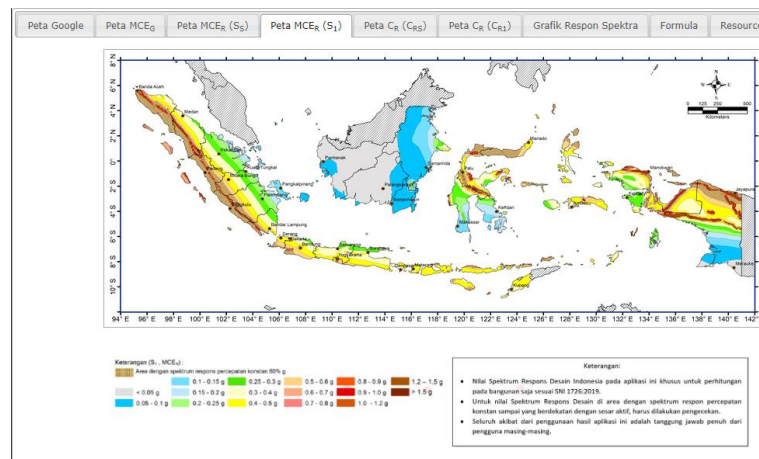
Wilayah gempa merujuk pada daerah atau wilayah yang memiliki potensi terjadinya gempa bumi. Wilayah gempa biasanya ditentukan berdasarkan analisis sejarah gempa bumi, keadaan geologi, dan aktivitas seismik di daerah tersebut. Wilayah gempa umumnya dikelompokkan ke dalam beberapa kategori atau tingkatan, seperti wilayah dengan risiko tinggi, sedang, atau rendah terjadinya gempa bumi.

Penentuan wilayah gempa penting dilakukan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan terhadap gempa bumi. Informasi mengenai wilayah gempa dapat digunakan untuk mengembangkan rencana darurat dan mitigasi risiko terhadap bencana gempa bumi, termasuk dalam perancangan dan konstruksi bangunan tahan gempa. Selain itu, informasi mengenai wilayah gempa juga berguna bagi para ilmuwan dan peneliti untuk melakukan studi seismik dan memahami mekanisme terjadinya gempa bumi.

Respon spektrum adalah kurva yang menunjukkan respons dinamik struktur terhadap gerakan seismik atau getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi. Kurva respon spektrum menunjukkan bagaimana getaran tersebut mempengaruhi berbagai frekuensi dalam spektrum gelombang seismik.



Gambar 2. 3 Peta Percepatan Batuan Dasar pada Periode Pendek (Ss)
(Sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)



Gambar 2. 4 Peta Percepatan Batuan Dasar pada Periode 1 (satu)
(sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)

Menurut SNI 1726-2019 untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 0,1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor

amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (S_{MS}) dan perioda 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_S$$

$$S_{M1} = F_v S_1$$

S_S merupakan parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda pendek, sedangkan S_1 merupakan parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik. Nilai dari S_S dan S_1 ditentukan dari peta gerak tanah seismik. Nilai F_a didapat dari Tabel 6, dan nilai F_v didapat dari Tabel 7. Dengan koefisien situs F_a dan F_v mengikuti Tabel 6 dan Tabel 7. Jika kelas situs SE digunakan sebagai kelas situs berdasarkan 0, maka nilai F_a tidak boleh kurang dari 1,2. Jika digunakan prosedur desain sesuai dengan pasal 0, maka nilai F_a harus ditentukan sesuai 0 serta nilai F_v , S_{MS} , dan S_{M1} tidak perlu ditentukan.

Tabel 2. 4 Koefisien situs, F_a

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko – tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_S					
	$S_S \leq 0,25$	$S_S = 0,5$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1,0$	$S_S = 1,25$	$S_S \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$(SS^{(a)})$					

(sumber : SNI 1726-2019)

Catatan : SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 0

Tabel 2. 5 Koefisien situs, F_y

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko – tertarget (MCE_R) ditetapkan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,1$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	$SS^{(a)}$					

(sumber : SNI 1726-2019)

Catatan : SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 0

Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek, S_{DS} dan pada perioda 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek;

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik;

2.4.4 Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan

Kategori risiko struktur bangunan adalah sistem klasifikasi yang digunakan untuk menilai risiko kerusakan atau kegagalan struktural pada bangunan akibat gempa bumi atau getaran seismik. Kategori risiko struktur

bangunan umumnya digunakan untuk menentukan persyaratan desain dan pemeliharaan bangunan tahan gempa.

Kategori risiko struktur bangunan mencakup beberapa kategori, yang sering diatur berdasarkan tingkat kerusakan atau kegagalan struktural yang mungkin terjadi pada bangunan. Beberapa sistem kategori risiko struktur bangunan yang umum digunakan termasuk kategori risiko tinggi, sedang, dan rendah, atau kategori risiko I, II, III dan IV.

Tabel 2. 6 Kategori Risiko

Kategori Risiko	Faktor keutamaan gempa, l_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

(sumber : SNI 1726-2019)

2.4.5 Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik adalah sistem klasifikasi yang digunakan untuk menentukan persyaratan desain bangunan tahan gempa berdasarkan tingkat potensi risiko gempa bumi di wilayah tersebut. Kategori desain seismik biasanya ditetapkan oleh standar teknis yang berlaku di suatu negara atau daerah, dan dapat bervariasi tergantung pada karakteristik geologi, seismik, dan topografi wilayah tersebut.

Kategori desain seismik mencakup klasifikasi bangunan menjadi beberapa kategori, mulai dari Kategori A (tingkat risiko gempa bumi yang rendah) hingga Kategori F (tingkat risiko gempa bumi yang sangat tinggi). Kategori desain seismik ini biasanya berdasarkan beberapa faktor seperti

besar kecilnya getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi, tipe tanah di lokasi bangunan, dan tingkat risiko kegagalan struktur akibat gempa.

Kategori desain seismik memiliki peran penting dalam menentukan persyaratan desain bangunan yang sesuai dengan tingkat risiko gempa bumi di wilayah tersebut. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa bangunan dapat bertahan dan mengurangi risiko kerusakan atau kerugian pada saat terjadi gempa bumi. Kategori desain seismik juga digunakan sebagai acuan bagi para insinyur dan arsitek dalam merancang bangunan yang aman dan tahan gempa. Berdasarkan SNI 1726-2019 nilai S_{DS} dan S_{D1} , maka kategori desain seismik bangunan dapat ditentukan sesuai Tabel.

Tabel 2. 7 Kategori desain seismik pada periode pendek

Nilai S_{DS}	Kategori Risiko	
	I,II,III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(sumber : SNI 1726-2019)

Tabel 2. 8 Kategori desain seismik pada periode 1

Nilai S_{D1}	Kategori Risiko	
	I,II,III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} \leq 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

(sumber : SNI 1726-2019)

2.4.6 Sistem Struktur Penahan Beban Gempa

Sistem struktur penahan beban gempa adalah suatu sistem struktur pada bangunan yang dirancang untuk menahan beban gempa atau getaran seismik dengan cara menyalurkan dan menyebar beban gempa ke seluruh struktur

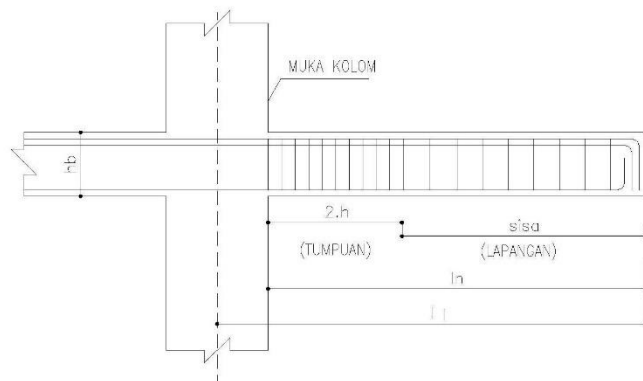
bangunan dengan baik dan merata. Sistem ini dirancang untuk memberikan keamanan dan kenyamanan pada penghuni bangunan selama gempa bumi atau getaran seismik.

Sistem struktur penahan beban gempa dapat terdiri dari beberapa elemen, seperti dinding, balok, kolom, dan pelat beton bertulang, atau elemen struktural baja seperti bingkai rangka baja atau sistem truss. Sistem ini dirancang dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti sifat dan kekuatan material struktur, geometri dan massa bangunan, serta karakteristik seismik dari wilayah tersebut.

Tujuan dari sistem struktur penahan beban gempa adalah untuk mengurangi risiko kerusakan atau kegagalan struktural pada bangunan selama gempa bumi atau getaran seismik. Dalam perancangan sistem ini, para insinyur sipil dan arsitek biasanya mempertimbangkan faktor-faktor seperti tingkat kerentanan bangunan terhadap gempa bumi, jenis dan kualitas material yang digunakan, serta metode konstruksi yang paling cocok untuk kondisi lingkungan dan geografis di wilayah tersebut. Beberapa jenis sistem struktur penahan beban gempa yang umum digunakan termasuk sistem rangka balok dan kolom, sistem dinding geser, dan sistem hibrida yang menggabungkan elemen dari sistem struktural yang berbeda. Sistem ini memainkan peran penting dalam perancangan bangunan tahan gempa, dan dapat membantu memastikan keamanan dan kenyamanan penghuni bangunan selama gempa bumi atau getaran seismik.

2.4.7 Struktur Kantilever

Struktur kantilever adalah jenis struktur yang biasanya terdiri dari balok atau papan yang ditempatkan secara horizontal dan didukung pada satu ujungnya, sedangkan ujung lainnya bebas atau terbuka. Struktur ini bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan gaya, dengan berusaha untuk mempertahankan kestabilan pada satu titik dan menahan beban pada ujung yang terbuka. Struktur kantilever dapat ditemukan dalam berbagai aplikasi, seperti jembatan, menara, bangunan tinggi, dan bahkan papan ski atau skateboard. Desain struktur kantilever biasanya mempertimbangkan faktor-faktor seperti panjang balok, jenis dan kualitas material yang digunakan, serta beban yang akan ditanggung oleh struktur. Keuntungan dari struktur kantilever adalah kemampuannya untuk menahan beban pada ujung terbuka tanpa perlu dukungan tambahan, sehingga sering digunakan dalam situasi di mana akses terbatas atau pembatasan ruang membatasi penggunaan dukungan struktural yang lebih tradisional. Namun, struktur kantilever juga memiliki kelemahan, yaitu kecenderungan untuk menjadi tidak stabil jika beban terlalu berat atau struktur tidak dirancang dengan benar. Dalam industri konstruksi, struktur kantilever sering digunakan sebagai elemen desain yang menarik dan fungsional pada bangunan atau jembatan. Selain itu, struktur kantilever juga dapat digunakan sebagai alat untuk mempelajari prinsip keseimbangan gaya dan mekanika dasar dalam pendidikan teknik atau sains.

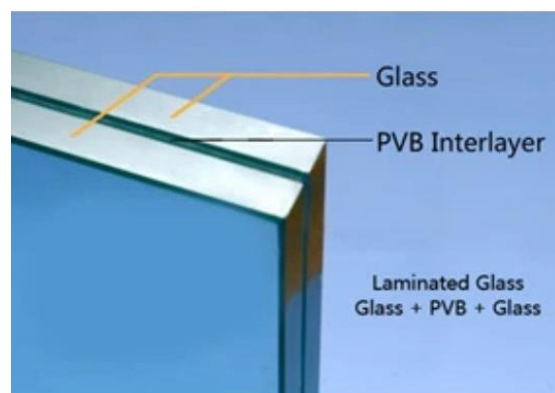


Gambar 2. 5 Struktur Kantilever
(sumber : blogspot.com)

2.4.8 Kaca Laminated

Kaca laminated adalah jenis kaca yang terbuat dari dua atau lebih lembar kaca yang digabungkan dengan bahan perekat (*interlayer*) yang elastis seperti PVB (*Polyvinyl Butyral*). Proses penggabungan ini biasanya melibatkan pemanasan dan tekanan yang tinggi untuk menghasilkan kaca yang lebih kuat dan tahan terhadap kerusakan. Dalam proses pembuatan kaca laminated, dua atau lebih lembar kaca diletakkan di atas interlayer yang elastis, lalu ditekan bersama-sama di bawah suhu dan tekanan yang tinggi. *Interlayer* tersebut membentuk ikatan kuat antara dua lembar kaca, sehingga kaca laminated yang dihasilkan memiliki sifat kekuatan dan keamanan yang lebih baik daripada kaca biasa. Keuntungan utama dari kaca laminated adalah keamanannya yang lebih tinggi. Kaca ini tidak akan pecah menjadi pecahan-petakan yang tajam ketika terkena benturan atau tekanan, karena interlayer yang menahan dan menstabilkan fragmen kaca. Oleh karena itu, kaca laminated sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi, seperti jendela gedung, kaca mobil, kaca dinding

pembatas, dan peralatan kaca lainnya. Selain keamanan, kaca laminated juga memiliki sifat-suara yang baik, yaitu dapat meredam suara dan meminimalkan getaran, serta memiliki sifat penghambat sinar UV yang tinggi. Kaca laminated tersedia dalam berbagai ukuran, ketebalan, dan warna, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi konstruksi dan desain interior.



Gambar 2. 6 Kaca Laminated
(sumber : blogspot.com)

2.5 Pembebanan dan kombinasinya

Perencanaan pembebanan ini digunakan beberapa acuan standar sebagai berikut:

1. SNI 03-2847-2019 tentang Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 03-1726-2019 tentang Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
3. SKBI 1.3.53.1987 tentang Pedoman Perencanaan pembebanan untuk Rumah dan Gedung.

Berdasarkan peraturan-peraturan diatas, struktur sebuah gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap bebab-beban berikut:

1. Beban Mati (Dead Load), dinyatakan dengan lambang DL;

2. Beban Hidup (Live Load), dinyatakan dengan lambang LL;
3. Beban Gempa (Earthquake Load), dinyatakan dengan lambang E;
4. Beban Angin (Wind Load), dinyatakan dengan lambang W.

2.5.1 Deskripsi Pembebanan

Beban menurut SNI 1727:2019 adalah gaya atau aksi lainnya yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni, barang-barang yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi.

A. Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan yang terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727:2019). Beban mati dapat dinyatakan sebagai gaya statis yang disebabkan oleh berat setiap unsur didalam struktur. Gaya-gaya yang menghasilkan beban mati terdiri dari berat unsur pendukung beban dari bangunan, lantai, penyelesaian fasade, tangka simpan, sistem distribusi mekanis, dan seterusnya. Gabungan beban semua unsur ini menjadikan beban mati dari suatu bangunan (Schuller, 1989). Pada analisis pemodelan *software* SAP2000, pembebanan mati dapat dihitung secara langsung.

B. Beban Hidup

Menurut SNI 1727:2019, beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Beban hidup berada dengan beban mati karena sifatnya: beban ini berubah-ubah dan sulit diprakirakan. Perubahan beban hidup terjadi tidak hanya sepanjang waktu, tetapi juga sebagai fungsi tempat. Perubahan ini bisa berjangka pendek ataupun panjang sehingga menjadi hamper mustahil untuk memperkirakan beban-beban hidup secara statis. Beban yang disebabkan oleh isi benda-benda di dalam atau di atas suatu bangunan dinamai beban penghuni (Schueller, 1989).

Beban hidup pada lantai gedung menurut SNI 1727:2019, yaitu:

Tabel 2. 9 Beban Hidup

Hunian atau penggunaan	Beban	
	Merata (kN/m ²)	Terpusat (kN)
Apartemen	1,92	
Hotel	1,92	
Kantor	2,4	8,9
Ruang Mesin		1,33
Parkir		1,92
Tangga	4,79	
Toko - Eceran Lt.1	4,79	4,45
Toko - Eceran Lt.diatasnya	3,59	4,45

(sumber: SNI 1726: 2019)

C. Beban Gempa

Beban Gempa adalah beban yang timbul akibat percepatan getaran tanah pada saat gempa terjadi. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya beban gempa yang terjadi pada struktur bangunan, yaitu massa dan kekakuan struktur, waktu getar alami dan pengaruh redaman pada struktur, kondisi tanah, dan wilayah kegempaan dimana struktur gedung tersebut berada.

D. Beban Angin

Beban mempunyai definisi yang kompleks. Beban angin mempunyai efek statis dan dinamis. Efek statis menurut (Schodek, 1999), struktur yang berada pada lintasan angin akan menyebabkan angin berbelok atau berhenti. Sebagai akibatnya, energi kinetik angin berubah bentuk menjadi energi potensial yang berupa tekanan atau isapan pada struktur.

Sedangkan efek dinamis menurut (Schodek, 1999), efek dinamis dapat muncul dengan berbagai cara. Salah satunya adalah bahwa angin sangat jarang mempunyai fenomena *steady-state* (dalam keadaan tetap). Dengan demikian, gedung dapat mengalami beban yang berbalik arah. Apabila ada gedung-gedung yang terletak berdekatan, pola angin menjadi kompleks karena dapat terjadi suatu aliran yang turbulen di antara gedung-gedung itu. Aksi

angin tersebut dapat menyebabkan terjadinya goyangan pada gedung ke berbagai arah.

2.5.2 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan adalah proses menggabungkan beberapa jenis beban yang mungkin diterapkan pada sebuah struktur atau bangunan, dan kemudian menghitung respons struktur terhadap beban-beban tersebut. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa struktur atau bangunan tersebut memiliki keamanan dan keandalan yang memadai untuk menahan semua beban yang mungkin terjadi selama umur pakai struktur tersebut. Pada umumnya, kombinasi pembebanan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, seperti tipe beban (statis atau dinamis), karakteristik beban (beban mati atau hidup, beban angin, gempa, dll.), dan faktor keamanan atau faktor muatan. Faktor keamanan adalah angka yang digunakan untuk memperhitungkan ketidakpastian dalam perencanaan struktur, seperti ketidakpastian dalam beban yang diterapkan atau dalam karakteristik material struktur.

Menurut SNI 1726-2019 Beban-beban di bawah ini harus ditinjau dengan kombinasi-kombinasi berikut untuk perencanaan struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi. Pengaruh dari satu atau beberapa beban lain yang tidak disebutkan harus ditinjau. Pengaruh beban seismik harus dikombinasikan dengan beban lain seperti dijelaskan pada pasal ini. Beban angin dan beban seismik tidak

perlu ditinjau secara bersamaan. Lihat 0 untuk definisi khusus mengenai pengaruh beban gempa E.

Peningkatan tegangan izin tidak boleh diterapkan pada beban atau kombinasi beban yang disampaikan pada tata cara ini, kecuali bila hal tersebut dapat dibuktikan berlaku akibat pengaruh laju atau durasi pembebanan.

1. D
2. D + L
3. D + (L_r atau R)
4. D + 0,75 L + 0,75 (L_r atau R)
5. D + 0,6 W
6. D + 0,75 (0,6 W) + 0,75 L + 0,75 (L_r atau R)
7. 0,6 D + 0,6 W

2.5.3 Kondisi Beban Seismik

Kondisi beban seismik mengacu pada kondisi lingkungan sekitar yang terkena dampak guncangan dan getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi. Beban seismik ini dapat dinyatakan sebagai percepatan tanah maksimum yang terjadi selama gempa bumi, dan besarnya tergantung pada berbagai faktor, seperti jarak dari sumber gempa, karakteristik tanah di sekitar lokasi, dan parameter gempa bumi lainnya. Kondisi beban seismik ini sangat penting dipertimbangkan dalam desain struktur bangunan, jembatan, dan infrastruktur lainnya untuk

memastikan bahwa mereka mampu bertahan terhadap guncangan yang kuat selama gempa bumi.

Menurut SNI 1726-2109 Apabila suatu struktur menerima pengaruh beban seismik, maka kombinasi-kombinasi beban berikut harus diperhitungkan bersama dengan kombinasi beban dasar di atas. Apabila pengaruh beban seismik yang dimaksud, $E = f(E_v, E_h)$ (pada 0) dikombinasikan dengan pengaruh beban lainnya, maka kombinasi beban seismik yang harus digunakan adalah:

8. $1,0D + 0,7E_v + 0,7E_h$

9. $1,0D + 0,552E_v + 0,552E_h + 0,75L$

10. $0,6D - 0,7E_v + 0,7E_h$

Apabila pengaruh beban seismik dengan kuat lebih yang ditinjau $E_m = f(E_v, E_{mh})$ (pada 0) dikombinasikan dengan pengaruh beban lainnya, maka kombinasi beban seismik untuk struktur yang harus digunakan adalah:

7. $1,0D + 0,7E_v + 0,7E_{mh}$

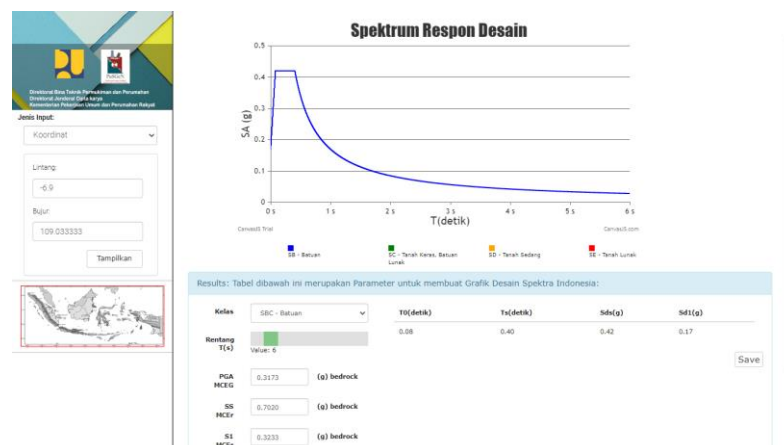
8. $1,0D + 0,525E_v + 0,525E_{mh} + 0,75L$

9. $0,6D - 0,7E_v + 0,7E_{mh}$

Apabila metode tegangan izin digunakan bersamaan dengan pengaruh beban seismik sesuai 0 dan diaplikasikan pada kombinasi beban 8, 9, atau 10, tegangan izin diperbolehkan untuk ditingkatkan sebesar 1,2 kali.

2.6 Respon Spektra

Respon spektra merujuk pada representasi grafis dari respons sistem struktur terhadap gempa bumi, di mana percepatan, kecepatan, atau deformasi struktur diplotkan sebagai fungsi dari frekuensi getaran. Respon spektra digunakan untuk menganalisis dan memprediksi perilaku sistem struktur selama gempa bumi dengan memperhitungkan karakteristik gempa bumi yang berbeda dan respons dinamik sistem struktur terhadap gempa bumi tersebut. Respon spektra digunakan dalam desain struktur untuk memperkirakan gaya inersia dan momen lentur yang dihasilkan oleh gempa bumi, yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan ukuran dan kekuatan elemen struktur, sehingga struktur dapat bertahan selama gempa bumi. Respon spektra sering digunakan dalam desain bangunan, jembatan, dan infrastruktur lainnya untuk memastikan bahwa mereka memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan.



Gambar 2. 7 Resnpon Spektra
(sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)

Menurut SNI 1726-2019 Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan,

maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan;

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

2. Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_S , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} .

3. Untuk periode lebih besar dari T_S tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

4. Untuk periode lebih besar dari T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2}$$

Keterangan :

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek.

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik.

T = periode getar fundamental struktur.

2.7 Persyaratan Pendesainan Struktur Atas

2.7.1 Persyaratan Detailing Komponen Struktur Lentur SRPMK

A. Persyaratan Geometri

Menurut (Imran dan Hendrik, 2010) Komponen struktur lentur didefinisikan sebagai komponen struktur di mana gaya aksial tekan terfaktor yang bekerja pada penampangnya tidak melebihi $0,1 A_g F_c'$, Dengan A_g adalah luas penampang komponen struktur. Secara Geometri, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur yaitu:

- a. Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya (lentur).
- b. Perbandingan lebar terhadap tinggi komponen struktur tidak boleh kurang dari 0,3. Persyaratan ini terkait stabilitas penampang komponen struktur, khususnya pada saat penampang mengalami deformasi inelastik yang cukup signifikan.
- c. Syarat lebar penampang ≥ 250 mm, dan \leq lebar kolom ditambah jarak pada tiap sisi kolom yang tidak melebihi tiga per empat tinggi komponen struktur lentur.

B. Persyaratan Tulangan Lentur

Ada beberapa persyaratan tulangan lentur yang perlu diperhatikan pada perencanaan komponen lentur SRPMK (Imran dan Hendrik, 2010), diantaranya adalah:

- a. Masing-masing luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang dipersyaratkan, yaitu $(0,25B_w D \sqrt{f_c'})/f_y$ atau $(1,4B_w D)/f_y$ (dengan B_w dan d masing-masing adalah lebar dan tinggi efektif penampang komponen

lentur). Rasio tulangan lentur maksimum (ρ_{max}) juga dibatasi sebesar 0,0025.

- b. Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih besar atau sama dengan setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang di sepanjang bentang harus tidak kurang dari seperempat kuat lentur terbesar pada bentang.
- c. Sambungan lewatan untuk penyambungan tulangan lentur harus diberi tulangan spiral atau Sengkang tertutup disepanjang sambungan.

C. Persyaratan Tulangan Transversal

Tulangan Transversal pada komponen lentur dibutuhkan terutama untuk menahan gaya geser, mengekang daerah inti penampang beton dan menyediakan tahanan lateral bagi batang-batang tulangan lentur dimana tegangan leleh dapat terbentuk (Imran dan Hendrik, 2010).

Tulangan Sengkang tertutup dapat dipasang sebagai tulangan tunggal atau bertumpuk. Adapun contoh penggunaan Sengkang tertutup yang dipasang bertumpuk, dengan memanfaatkan tulangan pengikat silang (crosstie).

D. Persyaratan Kuat Geser untuk Komponen Struktur Lentur

Menurut (Imran dan Hendrik, 2010) kuat geser perlu V_e untuk perencanaan geser bagi komponen struktur lentur SRPMK harus

ditentukan dari peninjauan gaya statik pada komponen struktur antara dua muka tumpuan.

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L} \pm \frac{W_u}{2}$$

Dimana,

V_e = kuat geser perlu diujung-ujung balok.

M_{pr1} = kuat lentur paling maksimum yang mungkin termobilisasi diperletakkan kiri akibat goyangan ke kiri (atau kanan).

M_{pr2} = kuat lentur paling maksimum yang mungkin termobilisasi diperletakkan kanan akibat goyangan ke kiri (atau kanan).

W_u = pengaruh beban grafitasi
= $1,2D + 1,0L$ (reduksi faktor beban hidup dapat diterapkan sesuai ketentuan).

L = panjang bentang bersih balok.

Momen unung M_{pr} (*probable moment capacity*) didefinisikan sebagai momen maksimum yang diperlukan untuk membuat penampang desain yaitu penampang dengan dimensi dan konfigurasi baja tulangan yang sesuai desain.

Diagram kuat geser perlu yang diperoleh kemudian digunakan untuk merencanakan kuat geser disepanjang komponen lentur, perencanaan geser dilakukan dengan mengasumsikan bahwa baik beton maupun baja tulangan transversal sama-sama berkontribusi dalam menahan gaya geser rencana yang terjadi.

2.7.2 Persyaratan Detailing Hubungan Balok-Kolom

A. Persyaratan Gaya dan Geometri

Menurut Imran dan Hendrik, (2010) pada perencanaan hubungan balok kolom, gaya pada tulangan lentur di muka hubungan balok-kolom, dapat ditentukan berdasarkan tegangan $1,25 f_y$ dan faktor reduksi pada join dapat diambil sebesar 0,8.

Beberapa persyaratan geometri harus dipenuhi untuk join SRPMK, diantaranya:

- a. Untuk beton normal, dimensi kolom pada hubungan balok kolom dalam arah parallel tulangan longitudinal balok minimal harus 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar pada balok.
- b. Untuk beton ringan, dimensi minimumnya adalah 26 kali diameter.

B. Persyaratan Tulangan Transversal

Tulangan transversal seperti Sengkang tertutup yang dipasang pada daerah sendi plastis kolom harus dipasang juga di daerah hubungan balok-kolom (HBK), kecuali bila hubungan tersebut dikekang oleh komponen-komponen struktur balok yang merangka padanya.

Gaya geser horizontal pada daerah HBK dapat dihitung dengan mengasumsikan bahwa elemen lentur yang merangka pada HBK tersebut telah mencapai kapasitasnya, dengan menetapkan gaya tarik tulangan lentur balok sebesar $A_s (1,25 f_y)$

2.8 Prosedur Pendesainan Struktur Bawah

2.8.1 Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji N-SPT

Uji SPT (*Standard Penetration Test*) merupakan sebuah cara yang dilakukan untuk memperoleh *N-value* dari contoh lapisan tanah yang hendak diketahui daya dukung ijin tanah tersebut. Uji SPT dapat dilakukan pada setiap titik bor dengan interval 2 meter atau tiap-tiap pergantian lapisan tanah. Nilai N rata-rata di kedalaman tertentu dapat menunjukkan kondisi kepadatan tanah secara kasar. Hasil uji SPT dari beberapa titik bor dapat berbeda-beda, dengan demikian nilai N rata-rata yang dihasilkan diambil nilai yang terkecil sebagai acuan untuk menghitung daya dukung ijin tanah. Daya dukung ijin sangat berpengaruh dalam pemilihan pondasi yang sesuai. Perhitungan daya dukung pondasi berdasar data N-SPT dapat menggunakan metode Terzaghi atau metode Meyerhof. Metode ini mendasar pada nilai phi (ϕ) dan kohesi c serta berat volume tanah (γ_s).

Menurut Hardiyatmo (2011), fondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Fondasi tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin,

Menurut Sosrodarsono dan Nakazawa (2000) dalam Kriswanto dan Faisal (2007), pondasi tiang merupakan pondasi yang mampu menahan

gaya orthogonal kepada sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi. Pondasi tiang biasanya dipergunakan untuk kasus yang apabila dibagian atas tanah merupakan tanah kohesif atau terkesan lembek, sedangkan tanah keras berada jauh kedalam hingga dimungkinkan atau tidak memungkinkan mengenai tanah keras tersebut. Sehingga dikenal dua jenis pondasi tiang, yaitu tiang *friction* yang tidak mengenai tanah keras, dan *end boring* yang tiang mengenai tanah keras.

2.8.2 Analisa Daya Dukung

Daya dukung ijin tanah sangat bergantung pada kuat geser tanah dengan hipotesis pertama oleh Coulomb dinyatakan dengan:

$$T = c + \sigma \tan \phi$$

dimana:

T = kekuatan geser tanah (kg/cm²)

c = kohesi tanah (kg/cm²)

σ = tegangan normal yang terjadi pada tanah (kg/cm²)

ϕ = sudut geser tanah (°)

Angka penetrasi standard berguna sebagai pedoman dalam memperkirakan kondisi lapisan tanah. Berikut ini merupakan hubungan antara angka N-SPT dengan sudut geser dalam dan kepadatan relatif.

Tabel 2. 10 Hubungan antara N-SPT dengan Sudut Geser dan Kepadatan Relatif

Angka Penetrasi Standart, N	Kepadatan Relatif Dr (%)	Sudut Geser Dalam ϕ (°)
0 - 5	0 - 5	26 - 30
5 - 10	5 - 30	28 - 35
10 - 30	30 - 60	35 - 42
30 - 50	60 - 65	38 - 46

(sumber: Das, 1985)

Tabel 2. 11 Hubungan antara N-SPT dengan berat isi tanah

Tanah tidak kohesif	Harga N	<10	10 - 30	30 - 50	>50
	Berat isi γ kN/m ³	12 - 16	14 - 18	16 - 20	18 - 23
Tanah kohesif	Harga N	<4	4 - 15	16 - 25	>25
	Berat isi γ kN/m ³	14 - 18	16 - 18	16 - 18	>20

(sumber: Sosrodarsono, 1983)

Tanah dikatakan mempunyai daya dukung yang baik dinilai dari ketentuan berikut ini:

1. Lapisan tanah mempunyai nilai SPT, $N > 35$.
2. Lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan (q_u) $3 - 4 \text{ kg/cm}^2$.

Yang perlu diperhatikan dalam uji penetrasi adalah pada kedalaman 15 cm pertama (N_1) tidak dihitung, karena permukaan tanah dianggap sudah terganggu.

Daya dukung pondasi tiang pada tanah kohesif dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p$$

dimana: A_p = luas penampang tiang (m^2)

C_u = kohesi underained (kN/m^2)

$$C_u = (N-SPT) \times 2/3 \times 10$$

sedangkan tahanan geser slimut tiang pada tanah kohesif mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$Q_s = a \times C_u \times p \times L_i$$

dimana: a = koefisien adhesi antara tanah dan tiang

C_u = kohesi undrained (kN/m^2)

p = keliling tiang (m)

L_i = panjang lapisan tanah (m)

2.8.3 Pemodelan Pondasi

Pemodelan pondasi adalah suatu teknik simulasi yang digunakan untuk memodelkan perilaku dan respons pondasi suatu struktur bangunan pada tanah. Pemodelan ini bertujuan untuk memastikan keamanan, kestabilan, dan ketahanan struktur bangunan terhadap berbagai beban dan tekanan yang diterima dari tanah di sekitarnya. Pondasi yang digunakan yaitu pondasi tiang pancang / *spunpile*.

Tiang beton pracetak yaitu tiang dari beton yang dicetak di suatu tempat dan kemudian diangkut ke lokasi rencana bangunan, Menurut Hardiyatmo (2011).

Tabel 2. 12 Nilai Tipikal Beban Ijin Tiang Beton Pracetak

Diameter Tiang (cm)	Beban tiang maksimum (kN)
30	300 - 700
35	350 - 850
40	450 - 1200
45	500 - 1400
50	700 - 1750
60	800 - 2500

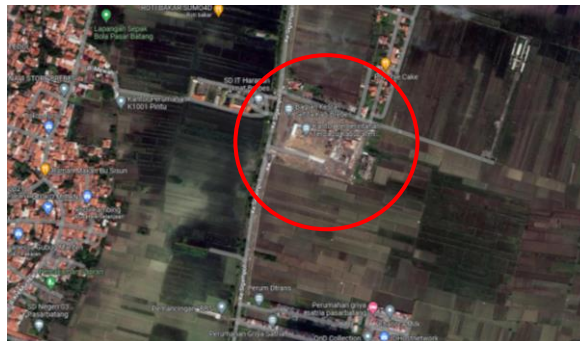
(sumber : SNI 1726-2019)

Spunpile merupakan jenis dari beton pracetak yang berbentuk lingkaran dengan mempunyai rongga. Sambungan antara spun pile dengan pile cap didesain dengan memasang tulangan tusuk konde (*auxiliary steel bars*) yang dimasukkan ke dalam lubang spun pile dengan kedalaman yang ditentukan dan dicor secara monolit dengan pile cap.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Perencanaan

Proyek pembangunan gedung 7 lantai Shangri-La Hotel Brebes berlokasi di Jalan Raya Sigempol nomor 42 Brebes yang berada di Desa Silenggang Pasar Batang, Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah dengan titik koordinat 6°51'32,50" S, 106°02'57,39" E. Proyek pembangunan gedung ini direncanakan oleh PT. Andaru Koncer Jagad bertempat di Kabupaten Sleman, dan dilaksanakan pekerjaannya oleh PT. Istaka Karya (persero). Berikut lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian
(sumber : <https://www.google.co.id/maps/>)

2.2 Pengumpulan Data

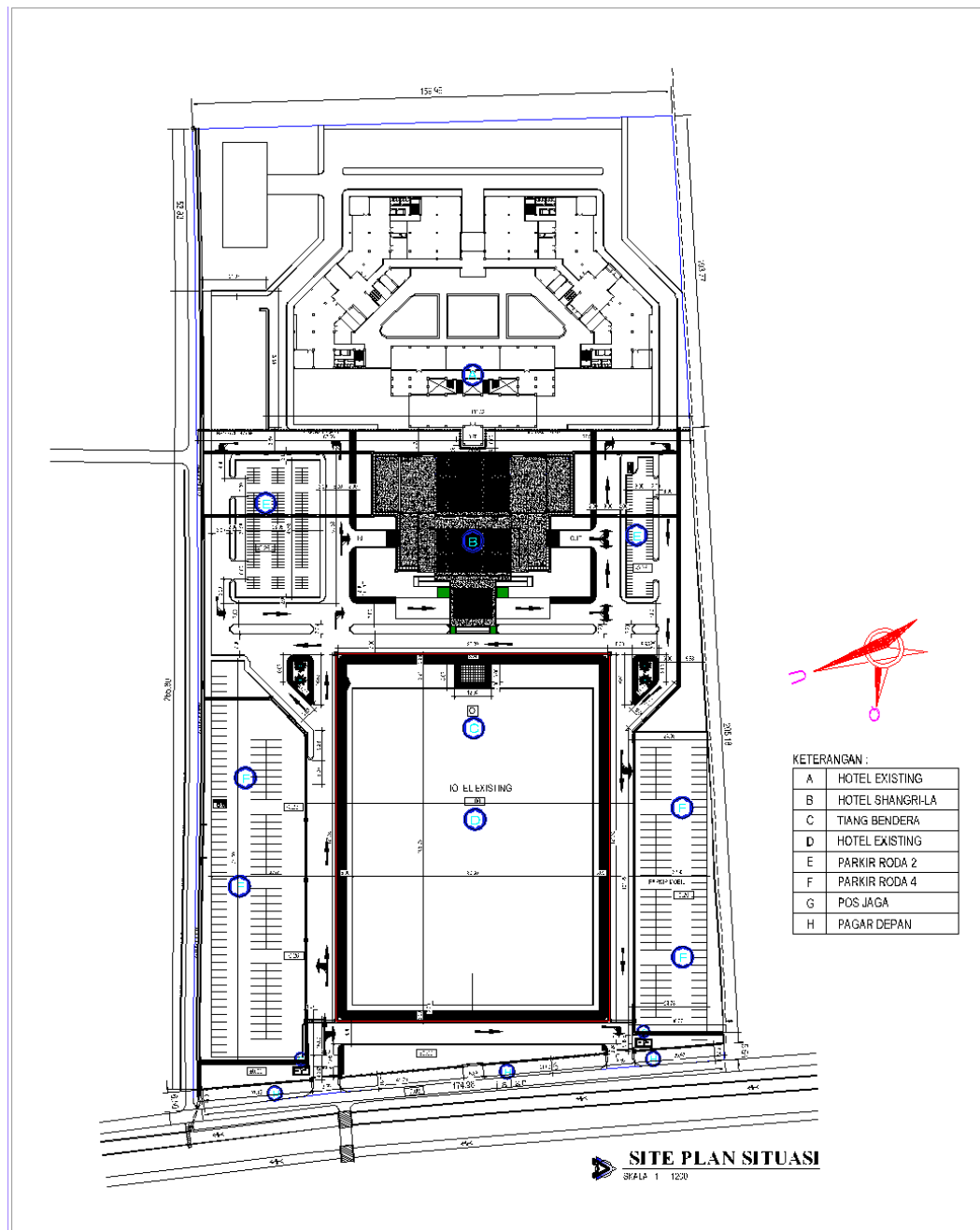
Pengumpulan data dilakukan dengan cara studi dokumen yaitu mendapatkan informasi, catatan, gambar, dan data-data yang berhubungan dengan topik penelitian ini. Data yang diperoleh dari dokumen proyek PT. Andaru Koncer Jagad dan PT. Istaka Karya (persero). Data yang digunakan meliputi :

2.2.1 Data Sekunder

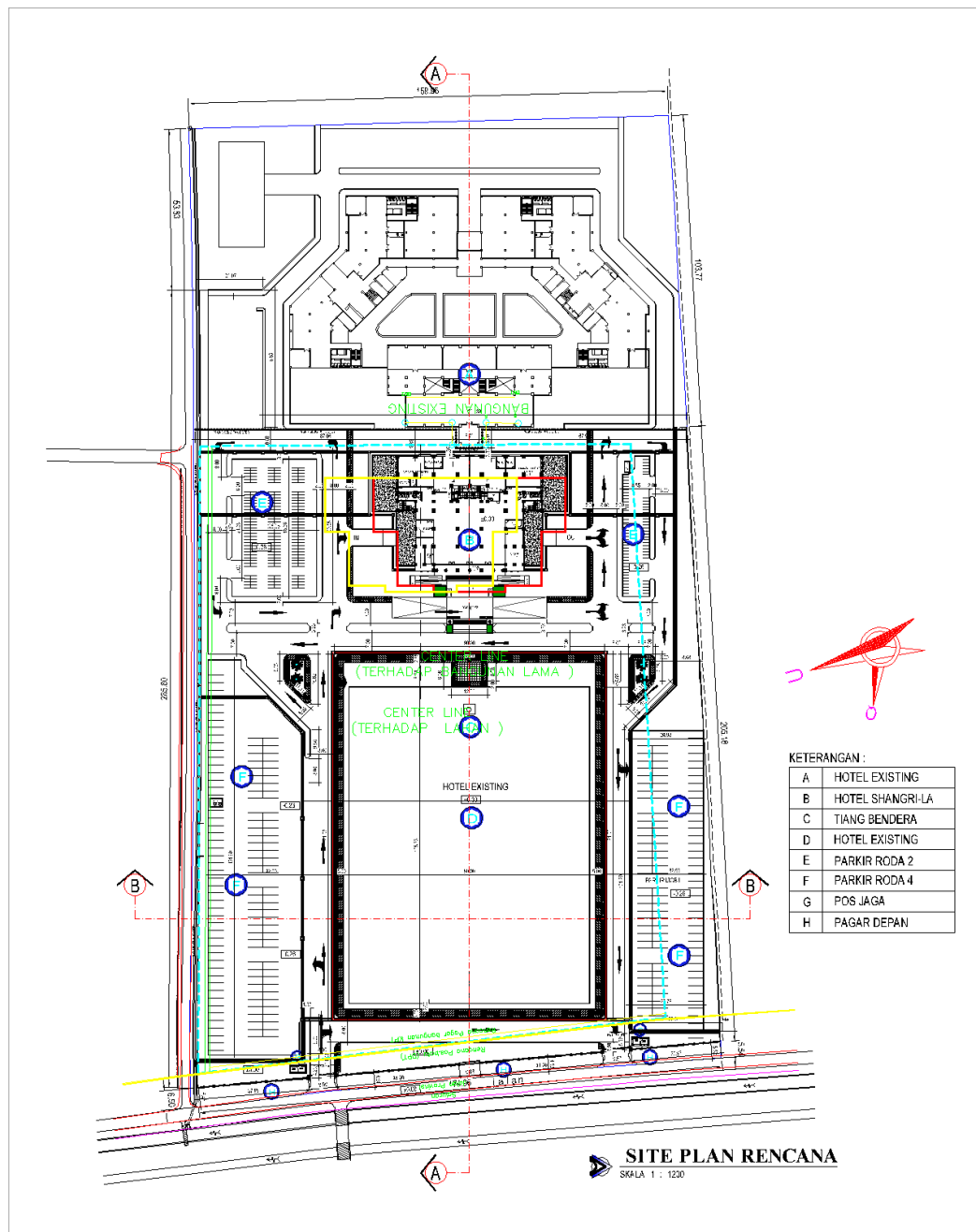
Data sekunder yang digunakan yaitu data hasil penyelidikan tanah dengan metode. *Standrad Penetration Test* (SPT) dan data laboratorium tanah yang di dapatkan dari PT. Andaru Koncer Jagad. Gambar struktur bangunan Shangri-La Hotel Brebes meliputi gambar denah lantai 1-7, gambar detail pondasi, gambar detail struktur bangunan, dan data beban-beban yang bekerja pada bangunan yang didapatkan dari PT. Istaka Karya (persero).



Gambar 3. 2 Tampak Depan
(sumber : PT. Andaru Koncer Jagad)

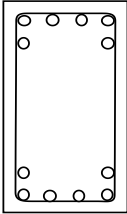
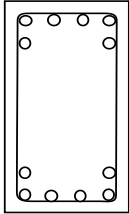
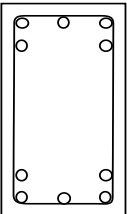
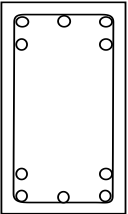


Gambar 3. 3 Site Plan Hotel Shangri-La
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)



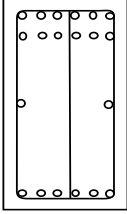
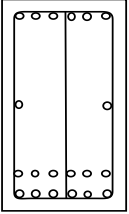
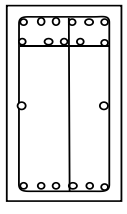
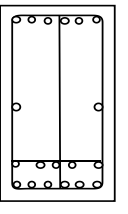
Gambar 3. 4 Site Plan Rencana
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 1 Detail Tie Beam

Dimensi	300/600		Dimensi	300/500	
Type	Tumpuan	Lapangan	Type	Tumpuan	Lapangan
Balok - TB 1			Balok - TB 2		
Tulangan Atas	6D19	6D19	Tulangan Atas	5D19	5D19
Tulangan Bawah	6D19	6D19	Tulangan Bawah	5D19	5D19
Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10	Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10
Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-100	Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-100

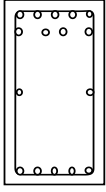
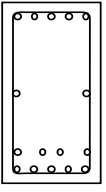
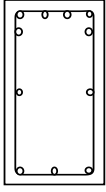
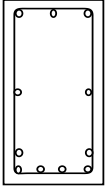
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 2 Detail Balok

Dimensi	700/400		Dimensi	650/350	
Type	Tumpuan	Lapangan	Type	Tumpuan	Lapangan
Balok - B1			Balok - B2		
Tulangan Atas	12D19	6D19	Tulangan Atas	11D19	6D19
Tulangan Bawah	6D19	12D19	Tulangan Bawah	6D19	11D19
Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10	Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10
Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150	Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150

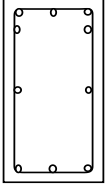
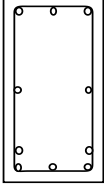
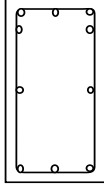
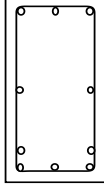
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 3 Detail Balok

Dimensi	500/300		Dimensi	450/250	
Type	Tumpuan	Lapangan	Type	Tumpuan	Lapangan
Balok - B3			Balok - B4		
Tulangan Atas	9D19	5D19	Tulangan Atas	6D19	3D19
Tulangan Bawah	5D19	9D19	Tulangan Bawah	3D19	6D19
Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10	Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10
Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150	Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150

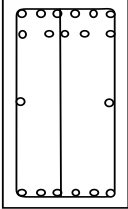
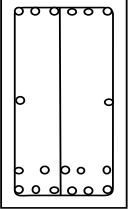
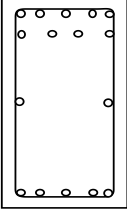
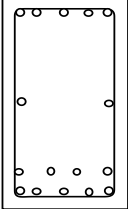
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 4 Detail Balok

Dimensi	400/200		Dimensi	300/200	
Type	Tumpuan	Lapangan	Type	Tumpuan	Lapangan
Balok - B5			Balok - B6		
Tulangan Atas	5D19	3D19	Tulangan Atas	5D16	3D16
Tulangan Bawah	3D19	5D19	Tulangan Bawah	3D16	5D16
Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10	Tulangan Pinggang	Ø10-100	Ø10-150
Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150	Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150

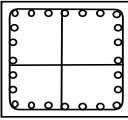
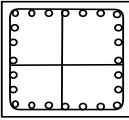
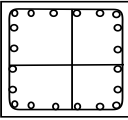
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 5 Detail Ring Balk

Dimensi	650/350		Dimensi	500/300	
Type	Tumpuan	Lapangan	Type	Tumpuan	Lapangan
Balok - RB1			Balok - RB2		
Tulangan Atas	11D19	6D19	Tulangan Atas	9D19	5D19
Tulangan Bawah	6D19	11D19	Tulangan Bawah	5D19	9D19
Tulangan Pinggang	2Ø10	2Ø10	Tulangan Pinggang	Ø10-100	Ø10-150
Tulangan Sengkang	3DØ10-100	3DØ10-150	Tulangan Sengkang	Ø10-100	Ø10-150

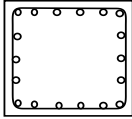
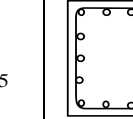
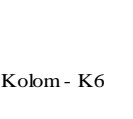
(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 6 Detail Kolom

Dimensi	700/700	Dimensi	650/650	Dimensi	600/600
Type	Type	Type	Type	Type	Type
Kolom - K1		Kolom - K2		Kolom - K3	
Tulangan Pokok	24D22	Tulangan Pokok	24D19	Tulangan Pokok	20D19
Tulangan Sengkang	2DØ10-125	Tulangan Sengkang	2DØ10-125	Tulangan Sengkang	2DØ10-125

(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

Tabel 3. 7 Detail Kolom

Dimensi Type	550/550	Dimensi Type	500/500	Dimensi Type	450/450
Kolom - K4		Kolom - K5		Kolom - K6	
Tulangan Pokok	18D19	Tulangan Pokok	16D19	Tulangan Pokok	16D19
Tulangan Sengkang	2DØ10-125	Tulangan Sengkang	2DØ10-150	Tulangan Sengkang	2DØ10-150

(sumber: PT. Andaru Koncer Jagad)

2.3 Analisis Dan Pembahasan

Proses analisis pada proyek pembangunan Shangri-La Hotel Brebes. Adapun tahap pengerjaannya sebagai berikut:

1. Tahap pertama

Tahap pertama yaitu tahap analisis struktur gedung akibat pembebanan untuk mengetahui seberapa besar beban yang akan diterima oleh pondasi. Padapenelitian ini melakukan analisis pembebanan menggunakan aplikasi SAP2000. Analisis pembebanan pada SAP2000 dilakukan dengan memasukan data struktur gedung yang meliputi data kolom, balok, dan plat, serta beban yang bekerja yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Dari data tersebut kemudian dianalisis dan diperoleh gaa-gaya yang bekerja pada bangunan, meliputi gaya aksial, geser, dan momen yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya.

2. Tahap kedua

Tahap kedua merupakan pembahasan hasil output dari analisis struktur yang sudah di *run analzye* dengan hasil deformasi dan gaya-gaya yang

berpengaruh pada gedung terhadap beban sendiri dan beban kombinasi dibantu dengan program bantu Ms. Excel.

3. Tahap ketiga

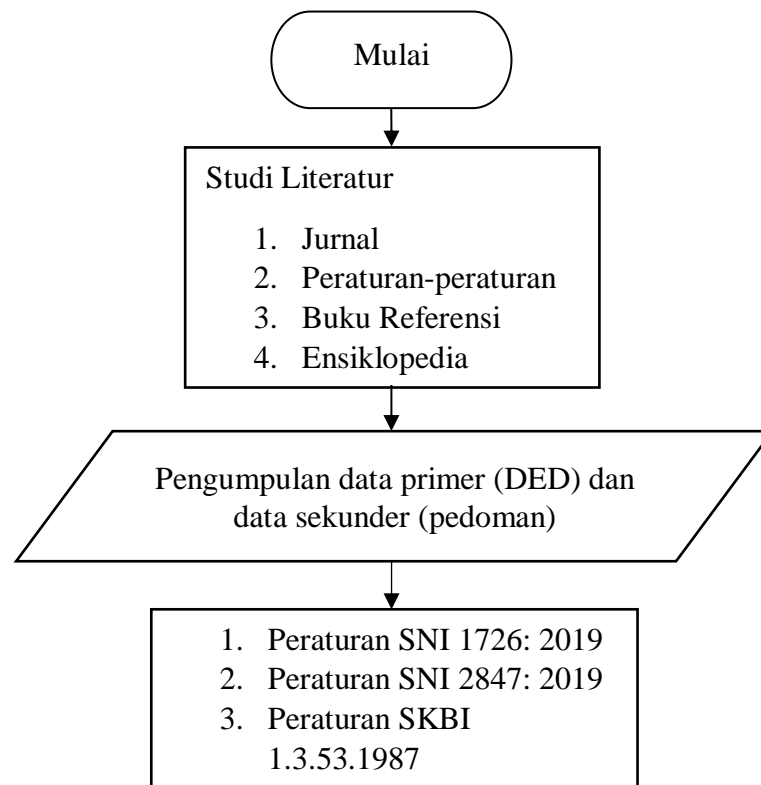
Tahap ketiga adalah analisa daya dukung lateral tiang dan defleksi tiang menggunakan metode Borm's dengan hasil daya dukung pondasi tiang tunggal, tiang kelompok, penurunan pondasi.

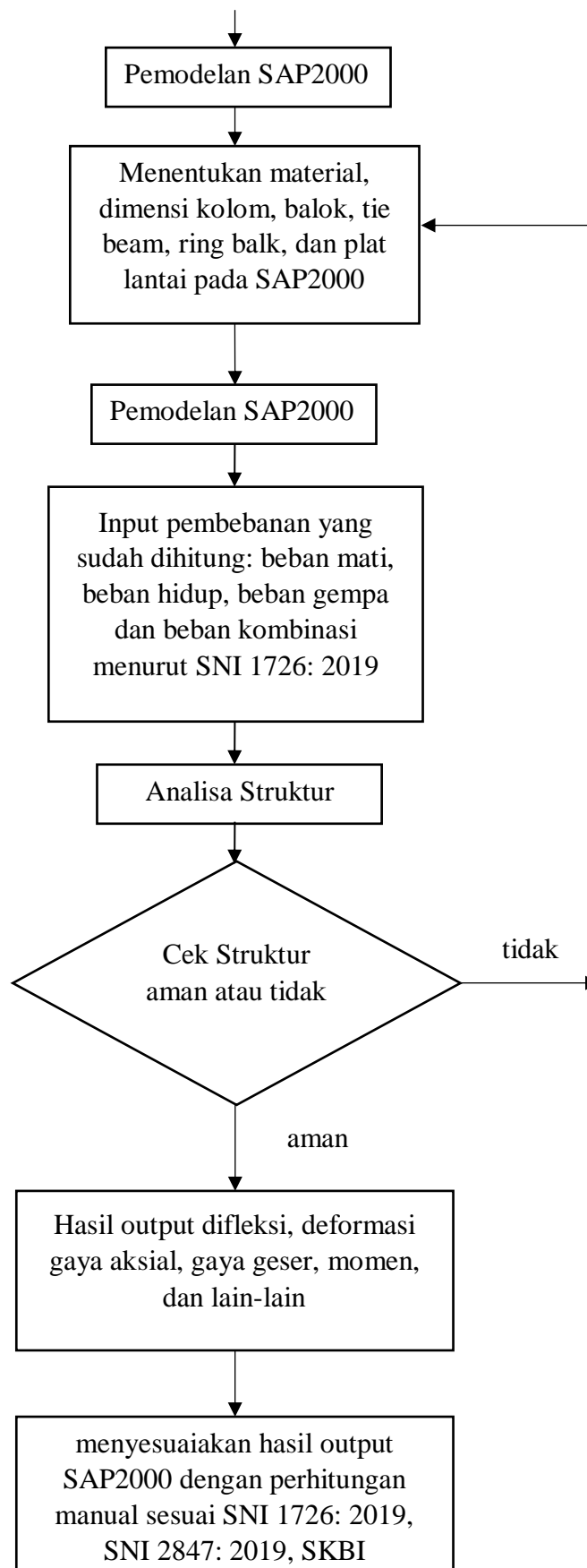
4. Tahap keempat

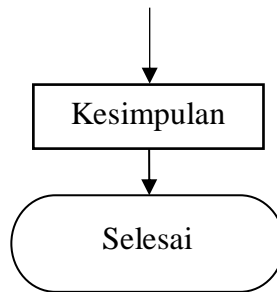
Tahap keempat merupakan penarikan kesimpulan dan saran atas penelitian yang telah dilakukan.

2.4 Bagan Alir Penelitian

Adapun bagan alir penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.3 dan tahapan analisis struktur gedung menggunakan SAP2000 dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut.







Gambar 3. 6 Bagan Alir Perhitungan Struktur dengan SAP2000