



**DESAIN ULANG STRUKTUR BETON BERTULANG PADA
GEDUNG *OFFICE* PT. LEEA FOOTWEAR INDONESIA
DI KABUPATEN TEGAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil

Oleh:

HAFID MUHAEMIN

NPM. 6519500048

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “DESAIN ULANG STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG *OFFICE* PT. LEEA FOOTWEAR INDONESIA DI KABUPATEN TEGAL”.

Nama Penulis : HAFID MUHAEMIN

NPM : 6519500048

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

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I,



Dr. Rr. M.I. Retno Susilorini

NIPY. 31572931970

Dosen Pembimbing II,

13/01/2023


Okky Hendra H, S.T., M.T.

NIPY. 0615038301

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

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

Pada hari : Selasa

Tanggal : 18 Juli 2023

Ketua Penguji

Ahmad Farid, S.T., M.T.
NIDN. 0611107602



Penguji Utama

Nadya Shafira Salsabilla, S.T., M.T.
NIDN. 0618049801



Penguji 1

Dr. Rr. M.I. Retno Susilorini, S.T., M.T.
NIDN. 0629037001



Penguji 2

Rusnoto, S.T., M.Eng.
NIDN. 0604127401



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Agus Wibowo, ST., MT.
NIPY. 126518101972





HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan, dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul " DESAIN ULANG STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG *OFFICE* PT. LEEA FOOTWEAR INDONESIA DI KABUPATEN TEGAL" ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri atau tidak melakukan 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



Hafid Muhaemin
NPM. 6519500048

MOTO DAN PERSEMBAHAN

MOTO

1. “Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan.” (Imam Syafi'i)
2. “Barangsiapa yang pergi untuk menuntut ilmu, maka dia telah termasuk golongan sabilillah (orang yang menegakkan agama Allah) hingga ia pulang kembali.” (HR. Tirmidzi)
3. Keterbatasan bukan penentu keberhasilan.
4. Percaya diri adalah pondasi bagi keberanian untuk mewujudkan impian.
5. Keberuntungan adalah kesiapan ditambah kesempatan atau peluang.

PERSEMBAHAN

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan materi, moral serta doa yang tiada henti untuk kesuksesan saya.
2. Bapak dan ibu dosen yang telah membimbing, memberikan saran, masukan, motivasi, dan ilmu yang bermanfaat bagi saya.
3. Rekan-rekan mahasiswa yang memberikan dukungan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan jenjang S1 Program Studi Teknik Sipil. Tersusunnya skripsi ini tentu bukan karena buah kerja keras penulis semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak, tidak luput dari perhatian saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Ibu Dr. Rr. M. I. Retno Susilorini selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Okky Hendra H, M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa.
5. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Penulis menerima dengan terbuka semua kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini bisa tersusun lebih baik lagi. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat terutama pada dunia perilmuan teknik sipil.

Tegal, September 2023

Hafid Muhaemin

ABSTRAK

Gedung Office PT. Leea Footwear Indonesia telah berdiri sejak tahun 2021 memiliki dua lantai. Pada pembangunan Gedung Office PT. Leea Footwear Indonesia struktur utama yang digunakan adalah baja IWF. Pada penelitian ini peneliti bermaksud melakukan penelitian tentang desain ulang pada Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia dengan penggantian struktur profil balok dan kolom IWF yang ada dengan struktur beton bertulang, serta penambahan dua lantai. Studi struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 V22. Metodologi perencanaan yang digunakan adalah LRFD (*Load And Resistance Factor Design*), pendekatan desain bangunan yang memasukkan faktor beban dan elemen ketahanan material. Premis yang mendasari pendekatan desain ini adalah untuk memastikan bahwa tegangan yang dialami oleh setiap elemen struktur tetap berada dalam batas tegangan yang diijinkan. Untuk memastikan integritas struktural, sangat penting bahwa beban yang diterapkan tidak melebihi kemampuan kekuatan elemen, yang harus dibagi dengan faktor keamanan yang sesuai.

Material yang digunakan adalah beton bermutu K-300 (25 Mpa), tulangan pokok BJTS 40 dan sengkang BJTP 24. Dengan dimensi struktur balok utama 35 cm x 50 cm, balok anak 25 cm x 40 cm, kolom utama 50 cm x 50 cm, kolom kedua 40 cm x 40 cm, plat lantai 15 cm, dan plat atap 12 cm. Penulangan pada balok induk 8-D16 dengan sengkang terjauh D13-150, pada balok anak 6-D14 dengan sengkang terjauh D10-150. Pada kolom utama penulangan yang digunakan 12-D20 dengan sengkang D13-150, untuk kolom sekunder penulangan yang digunakan 10-D20 dengan sengkang D13-150, dan plat menggunakan tulangan D10 mm dipasang dengan jarak 100 mm x 150 mm. Berdasarkan rancangan desain yang telah dibuat, perencanaan mampu menahan beban-beban yang diberikan, dibuktikan dengan hasil analisa yang telah dilakukan. Penggunaan beton bertulang dapat menahan gaya lateral (beban gempa) sesuai desain respon spektrum Kabupaten Tegal.

Kata kunci: Desain ulang, Analisa struktur, SRPMK, SAP2000 v22

ABSTRACT

The Office Building of PT. Leea Footwear Indonesia has been established since 2021 and has two floors. In the construction of the PT. Leea Footwear Indonesia Office Building, the main structure used is IWF steel. In this study, the researcher intends to conduct research on the redesign of the PT. Leea Footwear Indonesia Office Building by replacing the IWF beam and column profile structure using a reinforced concrete structure and adding floors to two floors. The structural analysis of this building uses SAP2000 V22 software. The planning method used is LRFD (Load And Resistance Factor Design), a method in building planning that takes into account load factors and material resistance factors. This design concept ensures that the burdens in each structural element must be lighter than the allowable burdens. Besides, the working load must be less than the strength capacity of the element to make sure its safety.

The materials used are K-300 grade concrete (25 Mpa), BJTS 40 main reinforcement, and BJTP 24 stirrups. With the structural dimensions of main beam 35 cm x 50 cm, child beam 25 cm x 40 cm, main column 50 cm x 50 cm, second column 40 cm x 40 cm, floor plate 15 cm, and roof plate 12 cm. The reinforcement in the main beam is 8-D16 with the farthest stirrup D13-150, in the sub-beam 6-D14 with the farthest stirrup D10-150. In the main column, the reinforcement used is 12-D20 with stirrup D13-150; for the secondary column, the reinforcement used is 10-D20 with stirrup D13-150; and the plate used is a 10 diameter reinforcement installed with a distance of 100 mm x 150 mm. Based on the design that has been made, the plan is able to withstand the loads given, as proven by the results of the analysis. Furthermore, the use of reinforced concrete can withstand lateral forces (earthquake loads) according to the spectrum response design of Tegal Regency.

Keyword: Redesign, Structural Analysis, SRPMK, SAP2000 v22

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	ii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori	7
B. Tinjauan Pustaka.....	25

BAB III METODE PENELITIAN	37
A. Metode Penelitian	37
B. Tempat dan Waktu.....	39
C. Prosedur Pelaksanaan	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	46
A. Hasil Penelitian.....	46
B. Pembahasan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
A. Kesimpulan.....	88
B. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konstruksi gedung <i>Office</i> PT. Leea Footwear Indonesia	2
Gambar 2.1 Peta Seismisitas Indonesia 2019	15
Gambar 2.2 Parameter gerak tanah S_s	19
Gambar 2.3 Parameter gerak tanah, S_1	19
Gambar 2.4 PGA. Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCEG) wilayah Indonesia.	20
Gambar 2.5 CRS, Koefisien risiko terpetakan, periode 0,2 detik	20
Gambar 2.6 CR1, Koefisien risiko terpetakan, periode 1 detik.....	21
Gambar 2.7 Peta transisi periode panjang, TL	21
Gambar 3.1 Denah Lokasi	39
Gambar 3.2 Diagram alur pikir.....	45
Gambar 4.1 Denah Situasi	46
Gambar 4.2 Tampak Depan.....	47
Gambar 4.3 Tampak Belakang	47
Gambar 4.4 Tampak Samping Kanan.....	48
Gambar 4.5 Tampak Samping Kiri.....	48
Gambar 4.6 titik sambungan pada bangunan	60
Gambar 4.7 titik sambungan pada tangga	62
Gambar 4.8 titik sambungan pada lift	64
Gambar 4.9 Gaya aksial akibat kombinasi 1	66
Gambar 4.10 Gaya geser akibat kombinasi 1	66
Gambar 4.11 Gaya aksial akibat kombinasi 2	67

Gambar 4.12 Gaya geser akibat kombinasi 2	67
Gambar 4.13 Gaya aksial akibat kombinasi 3	68
Gambar 4.14 Gaya geser akibat kombinasi 3	68
Gambar 4.15 Gaya aksial akibat kombinasi 4	69
Gambar 4.16 Gaya geser akibat kombinasi 4	69
Gambar 4.17 Gaya aksial akibat kombinasi 5	70
Gambar 4.18 Gaya geser akibat kombinasi 5	70
Gambar 4.19 Gaya aksial akibat kombinasi 6	71
Gambar 4.20 Gaya geser akibat kombinasi 6	71
Gambar 4.21 Gaya aksial akibat kombinasi 7	72
Gambar 4.22 Gaya geser akibat kombinasi 7	72
Gambar 4.23 Gaya aksial akibat kombinasi 8	73
Gambar 4.24 Gaya geser akibat kombinasi 8	73
Gambar 4.25 Gaya aksial akibat kombinasi 9	74
Gambar 4.26 Gaya geser akibat kombinasi 9	74
Gambar 4.27 Gaya aksial akibat kombinasi 10	75
Gambar 4.28 Gaya geser akibat kombinasi 10	75
Gambar 4.29 Momen arah x pada plat atap.....	76
Gambar 4.30 Momen arah y pada plat atap.....	77
Gambar 4.31 Momen arah x pada plat lantai.....	78
Gambar 4.32 Momen arah y pada plat lantai.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baja tulangan.....	10
Tabel 2.2 Beban hidup terdistribusi merata.....	12
Tabel 2.3 Faktor arah angin.....	13
Tabel 2.4 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung.....	16
Tabel 2.5 Faktor keutamaan gempa.....	17
Tabel 2.6 Koefisien situs, F_a	17
Tabel 2.7 Koefisien situs, F_v	18
Tabel 2.8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek.....	22
Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik.....	22
Tabel 2.10 Kategori desain seismik dan resiko kegempaan.....	22
Tabel 2.11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	23
Tabel 2.12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	24
Tabel 3.1 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$	44
Tabel 4.1 Beban mati.....	50
Tabel 4.2 Beban mati tambahan pada lantai (SDL).....	50
Tabel 4.3 Beban mati tambahan pada atap (SDL).....	50
Tabel 4.4 Beban hidup.....	51
Tabel 4.5 Modal partisipasi masa.....	57
Tabel 4.6 Base reactions.....	58
Tabel 4.7 Kontrol skala gaya.....	59

Tabel 4.8 Gaya geser sambungan pada bangunan.....	61
Tabel 4.9 Kontrol simpangan lantai arah x	61
Tabel 4.10 Kontrol simpangan lantai arah y	61
Tabel 4.11 Sambungan pada tangga.....	62
Tabel 4.12 Kontrol simpangan lantai arah x pada tangga	63
Tabel 4.13 Kontrol simpangan lantai arah y pada tangga	63
Tabel 4.14 Sambungan dekat elevator.....	64
Tabel 4.15 Kontrol simpangan lantai arah x pada lift	65
Tabel 4.16 Kontrol simpangan lantai arah y pada lift	65
Tabel 4.17 Spesifikasi balok.....	80
Tabel 4.18 Desain tulangan lentur balok.....	80
Tabel 4.19 Desain tulangan geser balok.....	81
Tabel 4.20 Detail balok	82
Tabel 4.21 Spesifikasi kolom	83
Tabel 4.22 Desain tulangan utama kolom.....	83
Tabel 4.23 Desain tulangan sengkang kolom.....	84
Tabel 4.24 Detail kolom.....	85
Tabel 4.25 Desain tulangan plat	86
Tabel 4.26 Detail plat	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1, <i>Longitudinal Reinforcing</i>	92
Lampiran 2, <i>Shear Reinforcing</i>	92
Lampiran 3, Tampilan 3D SAP2000.....	93
Lampiran 4, Ilustrasi desain office.....	95
Lampiran 5, Dokumentasi Pembangunan	100

LAMBANG DAN SINGKATAN

mm = Milimeter

cm = sentimeter

m = Meter

km = Kilometer

kg = Kilogram

N = Newton

kN = Kilonewton

MPa = Megapascal

h = *Hour* (jam)

s = *Second* (detik)

α = Alpha

β = Beta

Ω = Omega

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Tegal merupakan daerah dengan luas 878,79 km² dengan populasi 1.437.542 jiwa menjadikan Kabupaten Tegal daerah yang ramai. Kabupaten Tegal merupakan wilayah yang berbatasan langsung dengan Kota Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Brebes. Berdasarkan letak geografi yang strategis dan banyaknya jumlah penduduk ini mampu menarik minat pengusaha untuk mendirikan perusahaan atau pabrik di Kabupaten Tegal.

Hal ini berdampak signifikan pada pertumbuhan ekonomi Kabupaten Tegal dari tahun-ketahun dan mengurangi tingkat pengangguran. Pada daerah Lebaksiu dan Balapulang khususnya, banyak perusahaan dan pabrik yang melakukan ekspansi dan baru berdiri. Salah satunya PT. Leea Footwear Indonesia. Banyaknya perusahaan yang baru berdiri menjadi tantangan dan kompetitor dalam persaingan antarperusahaan. Oleh karena itu, PT. Leea Footwear Indonesia, perlu menambah jumlah karyawan.

PT. Leea Footwear Indonesia yang berlokasi di Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal ini adalah pabrik sepatu bermerek ASICS asal Korea Selatan. Pabrik ini direncanakan mampu menyerap tenaga kerja lokal sebanyak 7.500 orang. Di dalam kawasan pabrik seluas kurang lebih 24 hektare ini terdapat beberapa gedung utama yaitu *Office* (*Office* perusahaan), mess untuk pegawai, poliklinik,

mushola, kantin, dan tentunya *Warehouse* sebagai rumah produksi untuk memproduksi sepatu.



Gambar 1.1 Konstruksi gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia
(Sumber: Pribadi)

Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia telah berdiri sejak tahun 2021 memiliki dua lantai. Pada pembangunan Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia struktur utama yang digunakan adalah baja IWF. Baja IWF dipilih karena proses pemasangannya yang cepat. Baja IWF juga memiliki kuat tarik dan kuat tekan yang mampu menahan seluruh beban pada bangunan.

Pada kesempatan kali ini peneliti bermaksud melakukan penelitian tentang desain ulang pada Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia dengan mengganti struktur kolom serta balok profil IWF menjadi struktur dengan beton bertulang. Desain ulang ini dilakukan karena adanya penambahan lantai menjadi tiga lantai. Dengan adanya penambahan lantai maka bertambah pula beban yang harus

ditopang oleh struktur sehingga untuk mencegah terjadinya *overload* pada struktur maka dilakukan desain ulang. Desain ulang ini juga perlu dilaksanakan untuk atas pertimbangan aspek keamanan dan kenyamanan bagi pemakai gedung ini. Analisa yang dilakukan pada proses desain ini menggunakan metode elemen hingga yaitu software SAP2000 versi 22.0.0. dengan memperhatikan berbagai beban yang terjadi pada Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia.

B. Batasan Masalah

Pada penelitian perlu diberikan batasan pada permasalahan utama, oleh karena itu batasan masalah yang ada menyangkut berbagai hal berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia di Kabupaten Tegal.
2. Analisa perhitungan struktur menggunakan software analisis metode elemen hingga yaitu software SAP2000 versi 22.0.0 Ultimate 64 bit.
3. Fokus penelitian adalah penambahan lantai dan penggantian struktur balok dan kolom dari baja profil IWF menjadi beton bertulang.
4. Penelitian yang dilakukan tidak menjelaskan metode pelaksanaan lapangan.
5. Penelitian desain ulang ini tidak mencakup perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi pada latar belakang, isu-isu utama yang dapat ditemukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perencanaan ulang Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia di Kabupaten Tegal, yang meliputi penambahan jumlah lantai dari dua menjadi tiga lantai, dengan peraturan bangunan gedung yang menjamin keamanan dan kenyamanan pengguna sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), dengan tetap mempertimbangkan perencanaan struktur?
2. Apakah beton bertulang mampu untuk menyalurkan gaya lateral (beban gempa) yang terjadi pada struktur Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil perencanaan ulang dari *Office* PT. Leea Footwear Indonesia melalui penggunaan beton bertulang yang mempunyai kekuatan yang memadai untuk menopang beban-beban di dalamnya. Hal ini dicapai dengan menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Berstandar Nasional Indonesia.
2. Untuk mengetahui kemampuan ketahanan struktur Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia yang telah didesain terhadap beban gempa.

E. Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah manfaat dari kegiatan penelitian skripsi yang telah dilakukan:

1. Untuk menyelesaikan tugas skripsi sebagai bagian dari persyaratan kelulusan Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal.
2. Untuk memperoleh hasil analisis struktur Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia agar dapat dijadikan acuan, pembanding atau referensi apabila akan dilakukan pemugaran bangunan nantinya.
3. Untuk kebutuhan Pendidikan dibidang Ilmu Teknik Sipil (konstruksi bangunan) dan bahan referensi guna memperkaya kepustakaan ilmiah.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman terhadap penelitian ini, naskah skripsi ini disusun dalam tujuh bagian, dengan struktur berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini diawali dengan bagian pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah penelitian, penetapan tujuan penelitian, identifikasi manfaat penelitian, dan penjelasan mengenai sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

2. BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bagian bab kedua ini menyajikan kerangka teori yang digunakan sebagai landasan untuk pembahasan selanjutnya, selaras dengan rumusan masalah dan evaluasi ekstensif terhadap literatur penelitian yang relevan.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ketiga dari karya tulis ini mencakup penjelasan komprehensif mengenai teknik penelitian yang digunakan, termasuk penjelasan rinci mengenai waktu dan lokasi penelitian, proses penelitian yang dilakukan, dan representasi visual dari alur penelitian melalui penggunaan diagram alur.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab selanjutnya akan menyajikan temuan-temuan yang diperoleh dari studi yang telah dilakukan serta memberikan analisis dan interpretasi yang komprehensif terhadap temuan-temuan tersebut.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bab penutup dari skripsi ini merupakan bab kelima yang berisi kesimpulan dan rekomendasi penelitian. Bab ini berfungsi sebagai kesimpulan dari temuan penelitian dan memberikan rekomendasi dalam bentuk saran.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Beton bertulang

Beton ini sering dikenal sebagai *reinforced concrete*, merupakan material komposit serbaguna dan banyak digunakan dalam konstruksi modern. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan beton bertulang sebagai, beton yang didalamnya terdapat kerangka besi (baja) supaya kuat. Secara sederhana Beton bertulang merupakan bahan komposit yang terbuat dari kombinasi beton, yang terkenal dengan kekuatan tekannya yang luar biasa, dan besi atau baja, dengan kekuatan tariknya yang kuat.

Tujuan pemasangan tulangan ini tidak lain adalah untuk menahan tekanan pada daerah tertentu yang dapat menyebabkan fraktur dan ketidakstabilan struktur. Diketahui bahwa beton merupakan bahan yang relatif rapuh yang bersifat tekan tetapi kurang tarik. Beton biasa tanpa tulangan tidak cocok untuk banyak struktur karena ketahanannya yang relatif buruk terhadap tekanan tarik. Untuk meningkatkan kekuatan secara keseluruhan, dapat ditambahkan batang baja, kawat, kasa atau kabel untuk disematkan pada beton sebelum pemasangan.

Beton bertulang dapat dibuat dari pabrik atau dicetak di tempat. Dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti atap, dinding, balok, kolom, pondasi dan struktur rangka. Desainnya disesuaikan dengan asumsi bahwa kekuatan

tarik dapat diberikan oleh baja yang ditanamkan dalam beton. Dibandingkan dengan beton biasa, beton bertulang lebih tahan terhadap guncangan dan getaran serta mampu membentuk struktur yang panjang dan tipis dengan luas penampang yang jauh lebih kecil untuk memikul beban yang sesuai. Beton bertulang banyak dipilih dalam berbagai macam konstruksi gedung karena memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan material lainnya, sebagai berikut:

- a). Bahan pembuatan beton bertulang mudah didapatkan diberbagai tempat.
- b). Harganya lebih murah dari batang baja IWF maupun kanal dan biaya perawatan yang terjangkau.
- c). Material ini memiliki kemampuan untuk dibentuk sesuai kebutuhan, termasuk struktur seperti pelat beton bertulang dasar, balok, dan kolom hingga kubah dan atap cangkang yang sangat besar, tergantung pada tuntutan desain arsitektur struktur.
- d). Mempunyai daya tahan kuat tekan yang kuat.
- e). Konstruksinya tahan api dan air.

Namun demikian, terlepas dari keunggulan beton bertulang, penting untuk diketahui bahwa beton bertulang juga memiliki kekurangan. Terdapat beberapa kekurangan yang dimiliki beton bertulang, diantaranya adalah:

- a). Memerlukan bekisting dan perancah (tiang acuan) untuk menahan maupun mencetak beton sampai beton tersebut mencapai usia yang cukup agar memiliki kekerasan maksimal.

- b). Memiliki rasio kekuatan persatuan berat yang buruk, sehingga menghasilkan massa beton bertulang yang besar.
- c). Memiliki kekuatan per volume yang rendah, menghasilkan ukuran yang relatif besar.
- d). Karena jumlah campuran dan pengadukan yang bervariasi, karakteristik yang dihasilkan sangat bervariasi.

2. Penulangan struktur

Baja tulangan beton adalah sejenis baja yang dibentuk menjadi batangan bulat dengan permukaan datar atau sirip. Batang-batang ini digunakan untuk menopang struktur beton. Proses pembuatannya melibatkan pembentukan baja saat masih dalam kondisi panas, sebuah metode yang dikenal sebagai pengerolan panas. Proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan baku billet. Ada dua jenis baja tulangan yang umumnya tersedia:

- a). Baja tulangan beton polos, juga dikenal sebagai BJTP, mengacu pada jenis baja tulangan beton yang dicirikan dengan bagian melingkar polos tanpa sirip.
- b). Baja tulangan beton bersirip, juga dikenal sebagai BJTS adalah sejenis baja tulangan beton yang dicirikan dengan adanya sirip melintang dan memanjang pada permukaannya. Sirip-sirip ini berfungsi untuk meningkatkan daya rekat antara baja dan beton, serta mengurangi potensi perpindahan *longitudinal* batang terhadap beton.

Tabel 2.1 Baja tulangan (SNI 2052:2014)

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung		TS/YS
		Kuat luluh minimum	Kuat tarik minimum	Regangan minimum	Sudut lengkung	Diameter pelengkung	
		N/mm ² (kgf/mm ²)	N/mm ² (kgf/mm ²)	%			
BjTP 24	No. 2	235	380	20	180°	3 x d	-
	No. 3	(24)	(39)	24			
BjTP 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16 = 3xd d > 16 = 4xd	-
	No. 3	(30)	(45)	20			
BjTS 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16 = 3xd d > 16 = 4xd	-
	No. 3	(30)	(45)	20			
BjTS 35	No. 2	345	490	18	180°	d ≤ 16 = 3xd 16 < d ≤ 40 = 4xd d ≥ 40 = 5xd	-
	No. 3	(35)	(50)	20			
BjTS 40	No. 2	390	560	16	180°	5 x d	Min 1,2
	No. 3	(40)	(57)	18			
BjTS 50	No. 2	490	620	12	90°	d ≤ 25 = 5xd d > 25 = 6xd	Min 1,2
	No. 3	(50)	(63)	14			

3. Pembebanan struktur

Beban dalam bangunan adalah gaya atau aksi yang timbul karena banyak faktor seperti berat bahan bangunan, penghuni, dan benda, serta pengaruh lingkungan, gerakan diferensial, dan berubahnya ukuran yang terkendali. Beban tetap mengacu pada beban yang memiliki frekuensi kemunculan yang rendah atau menunjukkan sedikit variasi dari waktu ke waktu. Di sisi lain, beban variabel mencakup semua beban lain yang dipertimbangkan dalam analisis. (Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 2019).

Sesuai dengan spesifikasi yang diuraikan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 1729-2019), mendesain struktur bangunan dengan kekuatan yang diperlukan untuk menahan beban tetap dan sementara. Konsep pembebanan utama bangunan meliputi beban mati dan beban hidup, sedangkan pembebanan sementara terdiri dari beban tetap yang dikombinasikan dengan

beban angin atau beban gempa. Pembebanan perlu dilakukan dalam analisa struktur sebagai faktor aksi sehingga dapat diketahui kekuatan ketahanan suatu struktur bangunan dari suatu fenomena tersebut. Terdapat berbagai macam jenis pembebanan yang digunakan dalam menganalisa struktur sesuai fenomena alam yang ada, seperti banjir, gempa, angin, hujan, salju dan lain sebagainya yang telah diatur kedalam standar nasional Indonesia sehingga dapat menjadi rujukan bagi teknisi dalam merencanakan sebuah fasilitas.

a). **Beban Mati**

beban mati mengacu pada beban atau gaya stasioner yang ditempatkan pada suatu bangunan atau benda sebagai akibat dari massa atau berat yang melekat padanya. Menurut definisi yang diberikan dalam SNI 1727-2020, beban mati adalah berat total bahan konstruksi bangunan, yang mencakup berbagai elemen seperti dinding, lantai, atap, komponen arsitektural dan struktural, serta berat instalasi peralatan servis, termasuk derek dan sistem pengangkutan material.

b). **Beban Mati Tambahan (*Super Dead Load*)**

Beban mati tambahan dikarakteristikkan sebagai beban tetap atau beban mati. Namun, penting untuk dicatat bahwa beban mati tambahan ini tidak termasuk struktur utama bangunan.

c). **Beban Hidup**

Dalam SNI 1727-2020, beban hidup mengacu pada beban yang diakibatkan oleh orang yang menempati suatu struktur atau bangunan, dengan mengabaikan beban bangunan dan beban akibat lingkungan.

Tabel 2.2 Beban hidup terdistribusi merata (SNI 1726;2019)

Hunian atau penggunaan	Merata, L_0 psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan? (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Jalur penyelamatan saat kebakaran	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tangga permanen		-	-	Lihat Pasal 4.5.4	
Garasi/Parkir (Lihat Pasal 4.10)					
Mobil penumpang saja	40 (1,92)	Tidak (4.7.4)	Ya (4.7.4)	Lihat Pasal 4.10.1	
Truk dan bus	Lihat Pasal 4.10.2	-	-	Lihat Pasal 4.10.2	
Pegangan tangga dan pagar pengaman	Lihat 4.5.1	-	-	Lihat 4.5.1 Lihat 4.5.2	
Helipad (Lihat Pasal 4.11)					
Helikopter dengan berat lepas landas sebesar 3.000 lb (13,35 kN) atau kurang	40 (1,92)	Tidak (4.11.1)	-	Lihat Pasal 4.11.2	
Helikopter dengan berat lepas landas Lebih dari 3.000 lb (13,35 kN)	60 (2,87)	Tidak (4.11.1)	-	Lihat Pasal 4.11.2	
Rumah sakit					
Ruang operasi, laboratorium	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang pasien	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Hotel (lihat rumah tinggal)					
Perpustakaan					
Ruang baca	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	4.13
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	1.000 (4,45)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Pabrik					
Ringan	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	2.000 (8,90)	
Berat	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	3.000 (13,35)	
Gedung perkantoran					
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian					
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Kantor	50 (2,40)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Lembaga hukum					
Blok sel	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Koridor	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tempat rekreasi					
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis	75 (3,59)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang dansa dan ballroom	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Gimnasium	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		

d). Beban Angin

Beban angin meliputi seluruh gaya eksternal yang terjadi pada bangunan dan komponennya akibat variasi tekanan angin. Menurut

Schodek (1999), keberadaan bangunan dalam jalur angin dapat menyebabkan perubahan arah angin atau menyebabkan terhentinya angin. Akibatnya, energi kinetik angin mengalami konversi menjadi energi potensial, yaitu dalam bentuk tekanan atau hisapan yang diberikan pada struktur. Besarnya tekanan atau hisapan yang ditimbulkan oleh angin dipengaruhi oleh beberapa unsur terutama kecepatan angin.

Prosedur dalam penentuan beban angin adalah sebagai berikut:

Langkah pertama adalah memastikan kategori risiko struktur.

Langkah kedua adalah menentukan kecepatan angin dasar, dilambangkan sebagai V , untuk kategori risiko yang relevan. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan Buku Peta Angin Indonesia.

Langkah ketiga Menetapkan spesifikasi beban angin:

Tabel 2.3 Faktor arah angin (SNI 1727;2020)

Tipe struktur	Faktor arah angin K_d
Bangunan gedung	
Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU)	0,85
Komponen dan Klading (K&K)	0,85
Atap lengkung	0,85
Kubah berbentuk bundar	1,0 ^a
Cerobong, tangki, dan struktur serupa	0,90
Persegi	0,95
Segi enam	1,0 ^a
Segi delapan	1,0 ^a
Bundar	
Dinding solid yang berdiri bebas, peralatan bagian atap, dan panel petunjuk solid yang berdiri bebas serta panel petunjuk terikat	0,85
Panel petunjuk terbuka dan rangka terbuka bidang tunggal	0,85
Rangka batang menara	
Segitiga, persegi, atau persegi panjang	0,85
Semua penampang lainnya	0,95

^aFaktor arah angin $K_d = 0,95$ diizinkan untuk struktur bundar atau struktur segi delapan dengan sistem struktur non-asimetris.

- Kategori eksposur;
- Faktor topografi, K_z ;
- Faktor yang memperhitungkan pengaruh hembusan angin, G .
- Pengklasifikasian ketertutupan
- Koefisien tekanan internal, ($G C_{pi}$)

Langkah 4: Tentukan koefisien eksposur tekanan velositas, K_z

Langkah 5: Tentukan tekanan velositas

e). Beban Hujan

Sangat penting bahwa setiap segmen atap dibuat untuk menopang beban curah hujan yang muncul ketika sistem drainase utama di area tersebut tersumbat. Selain itu, atap harus memiliki kapasitas untuk menahan beban seragam yang dihasilkan dari air yang masuk ke sistem drainase sekunder pada laju aliran yang ditentukan

$$R = 0,0098 (ds + dh)$$

Penentuan beban air hujan harus didasarkan pada elevasi kumulatif, termasuk tinggi statis (disebut sebagai ds) dan head hidrolis (disebut sebagai dh). Elevasi kumulatif ini harus sesuai dengan laju aliran yang ditetapkan untuk sistem drainase, bersama dengan saluran sekunder yang ditetapkan. Estimasi elevasi total yang sesuai dengan debit desain untuk saluran yang ditunjuk harus didasarkan pada temuan pemeriksaan hidrologi.

f). **Beban Gempa,**

Dampak seismik muncul dari gaya inersia internal yang dialami pada bidang horizontal akibat percepatan tanah. Untuk memastikan kerentanan seismik fondasi bangunan atau mengevaluasi tingkat amplifikasi percepatan tanah puncak yang disebabkan oleh gempa bumi di lokasi tertentu, perlu dilakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap klasifikasi tanah di lokasi batuan dasar lokasi tersebut.

4. Perencanaan struktur tahan gempa

Gedung tahan gempa adalah gedung yang memiliki kemampuan untuk menahan gaya gempa. Penerapan struktur tahan gempa dapat secara efektif mengurangi kerusakan yang terjadi selama kejadian seismik, sekaligus meningkatkan keselamatan dan keamanan secara keseluruhan.



Gambar 2.1 Peta Seismisitas Indonesia 2019

(Sumber: BMKG)

Standar utama yang dipakai dalam merencanakan bangunan di Indonesia adalah SNI 1726:2019, yang menguraikan prosedur untuk mengembangkan perencanaan tahan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Sesuai dengan peraturan yang relevan, terdapat berbagai peta wilayah gempa yang dikategorikan berdasarkan percepatan reaksi seismik di batuan dasar. Sebagai penentu gaya geser yang diakibatkan oleh beban gempa, dibutuhkan faktor-faktor tertentu yang dapat diperkirakan berdasarkan matermatik.

a). Faktor keutamaan dan kategorisasi risiko dalam konstruksi

Teknik ini menguraikan dampak gempa desain yang harus diperhitungkan saat mendesain dan menilai struktur bangunan dan non-bangunan, serta komponen dan peralatannya, dalam arti luas. Gempa rencana mengacu pada kejadian gempa yang memiliki kemungkinan 2% untuk melampaui magnitudo gempa selama umur struktur 50 tahun.

Tabel 2.4 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II

Tabel 2.5 Faktor keutamaan gempa (SNI 1726:2019)

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

b). Klasifikasi situs untuk desain seismik Parameter respon spectra.

Dalam kasus-kasus di mana terdapat kekurangan data tanah spesifik lokasi yang mencapai kedalaman 30 meter, estimasi karakteristik tanah harus dilakukan oleh insinyur geoteknik yang memiliki sertifikat atau lisensi yang menunjukkan keahlian mereka. Proses estimasi ini melibatkan persiapan laporan penyelidikan tanah, yang bergantung pada analisis kondisi geoteknik. Dalam kasus-kasus di mana terdapat kekurangan kualitas tanah yang memadai untuk menentukan kelas lokasi, disarankan untuk menetapkan kelas lokasi SE sesuai persyaratan 0, kecuali ada bukti dari otoritas yang berwenang atau data geoteknik yang menunjukkan bahwa lokasi tersebut harus diklasifikasikan sebaliknya. Penetapan kelas lokasi SA dan kelas lokasi SB dilarang jika jarak vertikal antara dasar pijakan atau rakit fondasi dan permukaan batuan dasar melebihi 3 meter.

Tabel 2.6 Koefisien situs, F_a (SNI 1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T = 0,2$ detik, S_z					
	$S_z \leq 0,25$	$S_z = 0,5$	$S_z = 0,75$	$S_z = 1,0$	$S_z = 1,25$	$S_z \geq 1,5$
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)					

CATATAN:

(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Tabel 2.7 Koefisien situs, F_v (SNI 1726:2019)

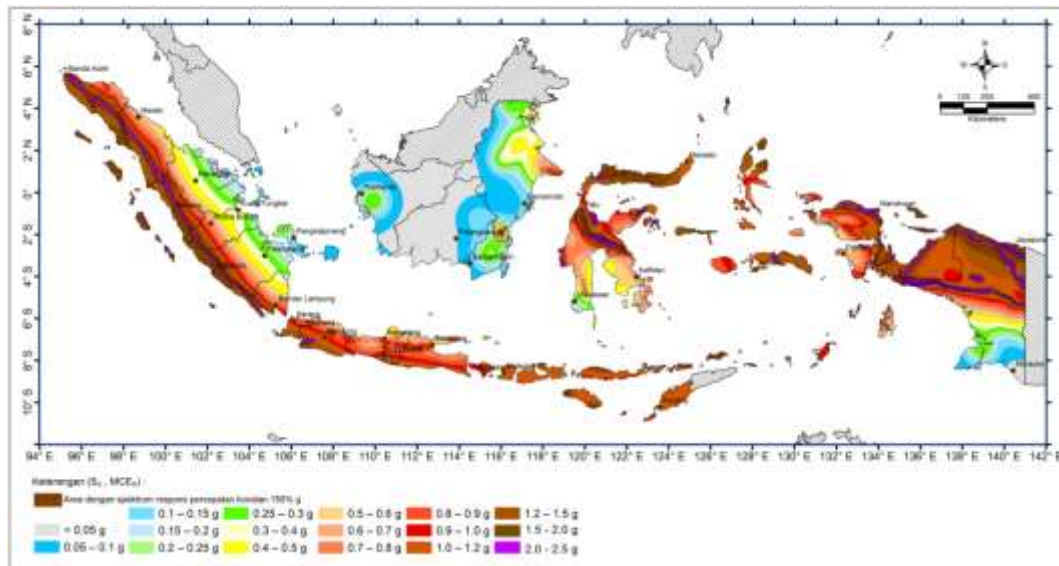
Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	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)					

CATATAN:

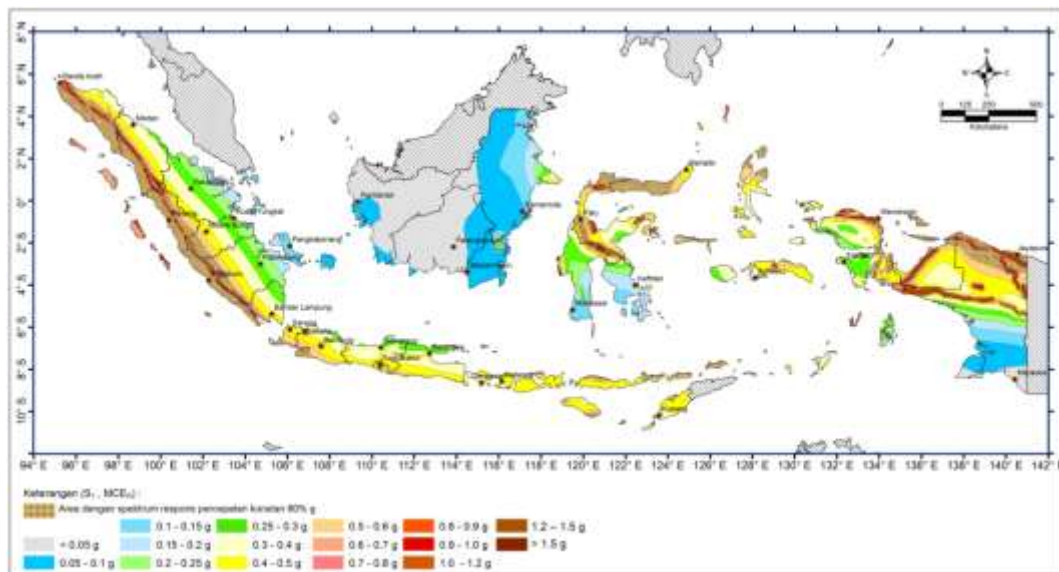
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

c). Kategori desain seismik

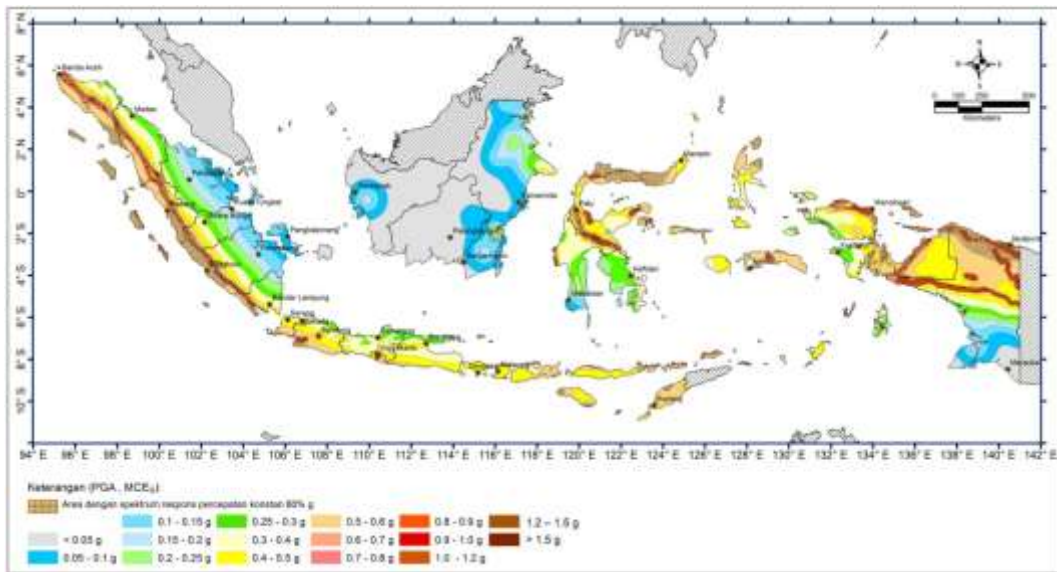
Penetapan kategori desain seismik pada struktur harus dilakukan sesuai dengan panduan SNI 1726:2019. Kategori desain seismik harus diberikan pada struktur yang termasuk dalam kategori risiko I, II, atau III, dengan ketentuan bahwa parameter respons spektral percepatan yang dipetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih tinggi atau sama dengan 0,75. Struktur yang termasuk dalam kategori risiko IV, dimana parameter respons spektral S_1 , yang mewakili percepatan yang dipetakan selama periode 1 detik, sama dengan atau lebih besar dari 0,75, harus ditetapkan sebagai kategori desain seismik F. Kategori desain seismik untuk semua struktur yang tersisa akan ditentukan dengan mempertimbangkan kategori risiko dan karakteristik respons spektral percepatan desain, yaitu SDS dan SD1, sesuai dengan peraturan yang diuraikan dalam dokumen 0. Setiap bangunan dan struktur harus dikategorikan sesuai dengan tingkat desain seismik yang diperlukan, dengan mempertimbangkan kriteria yang diuraikan di bawah ini.



Gambar 2.2 Parameter gerak tanah Ss, gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik
(Sumber: SNI 1726:2019)

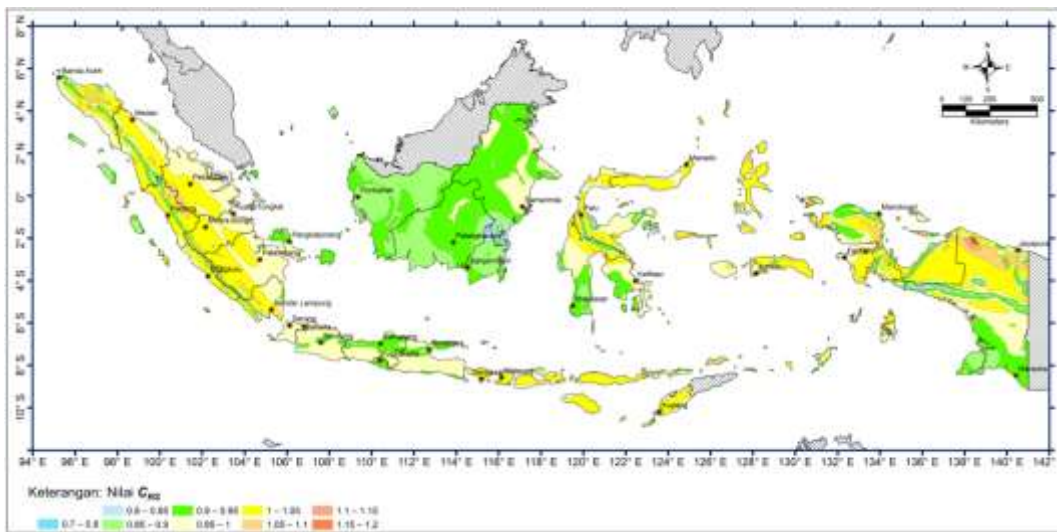


Gambar 2.3 Parameter gerak tanah, S1, gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 1- detik
(Sumber: SNI 1726:2019)



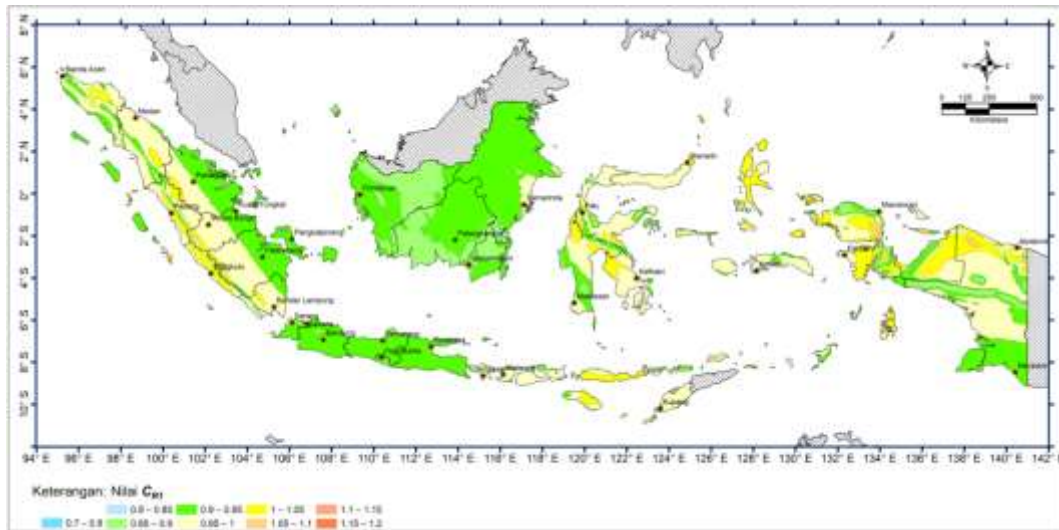
Gambar 2.4 PGA. Gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCEG) wilayah Indonesia.

(Sumber: SNI 1726:2019)

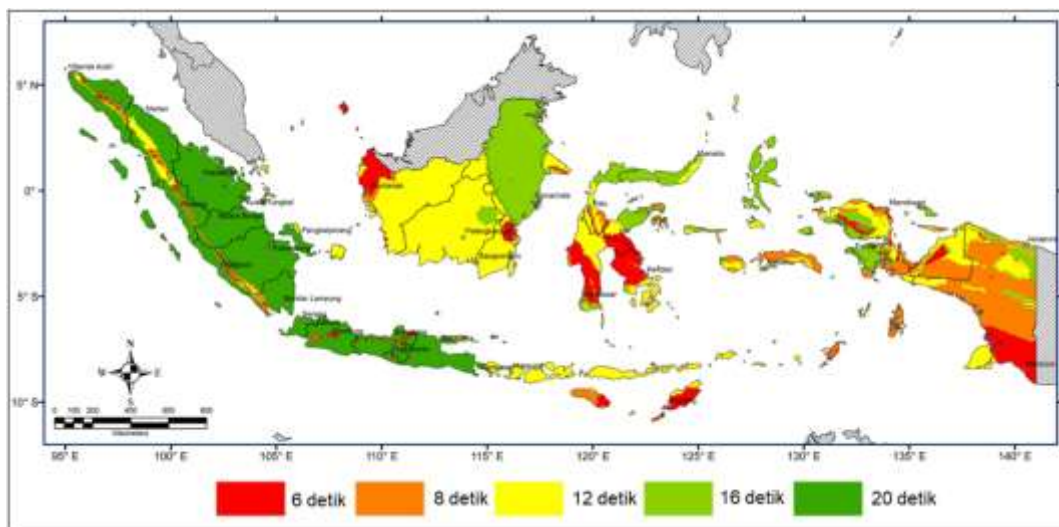


Gambar 2.5 CRS, Koefisien risiko terpetakan, periode 0,2 detik

(Sumber: SNI 1726:2019)



Gambar 2.6 CR1, Koefisien risiko terpetakan, periode respons spektral 1 detik
(Sumber: SNI 1726:2019)



Gambar 2.7 Peta transisi periode panjang, TL, wilayah Indonesia
(Sumber: SNI 1726:2019)

Tabel 2.8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek (SNI 1726:2019)

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau 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

Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik (SNI 1726:2019)

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

Tabel 2.10 Kategori desain seismik dan resiko kegempaan (SNI 1726:2019)

Tinggi Resiko Kegempaan		
Rendah	Menengah	Tinggi
KDS : A, B	KDS : C	KDS : D, E, F
SRPMB / M / K	SRPMM / K	SRPMK

Keterangan :

SRPMB : Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa

SRPMM : Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

SRPMK : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

d). Periode fundamental pendekatan

Penentuan periode dasar, dilambangkan sebagai T , untuk struktur yang bersangkutan akan dicapai dengan menganalisis kualitas struktural

dan karakteristik deformasi komponen bantalan dalam pemeriksaan komprehensif. Nilai periode dasar struktur, dilambangkan sebagai T , tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (C_u) yang diperoleh dari Tabel 17 dan periode dasar pendekatan, T_a , yang ditentukan sebagai 0. Sebagai pengganti dari melakukan investigasi untuk memastikan periode dasar struktur, dilambangkan sebagai T , maka dapat langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a , yang ditentukan sebagai 0.

Tabel 2.11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung (SNI 1726:2019)

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Penentuan periode fundamental pendekatan (T_a) dalam detik dapat dicapai dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T_a = C_t h_n^x$$

Keterangan:

h_n adalah tinggi bangunan (m),

koefisien C_t dan x ditentukan dari table dibawah ini

Tabel 2.12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x (SNI 1726:2019)

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

5. Analisa struktur

Teknik analitis harus mematuhi prinsip-prinsip kompatibilitas deformasi dan keseimbangan gaya. Tujuan utama dari peraturan analitis adalah untuk menilai gaya internal dan deformasi di dalam sistem struktur, sekaligus memastikan bahwa sistem tersebut mematuhi kriteria kekuatan, kemudahan servis, dan stabilitas yang ditentukan yang diuraikan dalam standar yang berlaku. Penggunaan teknologi komputer di bidang teknik struktur telah memfasilitasi kemampuan untuk melakukan analisis pada struktur yang rumit. Kepatuhan terhadap konsep dasar kesetimbangan gaya dan kompatibilitas deformasi diamanatkan oleh standar khusus ini dalam kaitannya dengan metodologi analisis yang digunakan.

6. Program SAP2000

Program SAP2000 merupakan perangkat lunak yang sangat dikenal di bidang teknik sipil, khususnya di bidang analisis struktur dan elemen hingga. Produsen perangkat lunak, CSI (Computer and Structure, Inc), yang berkantor

pusat di Berkeley, California, Amerika Serikat, telah terlibat dalam pengembangan perangkat lunak SAP sejak tahun 1970-an. Iterasi pertama dari seri perangkat lunak SAP (Structural Analysis Program) untuk komputer pribadi adalah SAP80, yang kemudian digantikan oleh SAP90. Namun demikian, kedua aplikasi tersebut tetap mengandalkan operasi DOS, dan pembuatan bagian struktural masih memerlukan penggunaan perangkat lunak yang berbeda, sehingga mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengguna. (Is dkk., 2019a).

B. Tinjauan Pustaka

1. (Baehaki dkk., 2019) Gedung perkuliahan di FT. Untirta dibangun dengan menggunakan desain komposit, menggunakan beton bertulang untuk kolom dan balok bentang pendek, sedangkan untuk balok bentang panjang dengan panjang 8,6 meter menggunakan baja profil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan desain balok yang akan muncul dari perencanaan ulang gedung FT. Untirta, yaitu dengan mengganti balok beton bertulang dengan balok baja profil. Analisis struktur pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software Etabs 9.7. Pendekatan pembebanan gempa yang digunakan berdasarkan standar SNI 1726-2012, sedangkan desain elemen struktur mengikuti pedoman yang digariskan dalam SNI 2847-2013. Struktur balok bentang panjang, dengan panjang 8,6 meter, memiliki dimensi $350 \times 600 \text{ mm}^2$. Bagian tumpuan balok menunjukkan rasio tulangan sebesar 1,15%, sedangkan bagian lapangan

memiliki rasio 0,86%. Tulangan geser yang digunakan di lapangan untuk tumpuan adalah P10-100 dan P10-200. Kegagalan daktail terjadi pada balok ketika regangan tulangan tarik eksternal mencapai nilai sekitar 0,005.

2. (Candra dkk., 2023) Subjek proyek renovasi adalah Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari, sebuah gedung perkantoran tiga lantai yang terletak di zona seismik Pasaman Barat yang berada di bawah yurisdiksi pemerintah. Pembangunan Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari mengharuskan penggabungan fitur tahan gempa, karena hal ini menjadi pertimbangan mendasar bagi para perencana. Penulangan struktur diperoleh dari hasil analisis struktur, seperti yang ditunjukkan oleh investigasi penulis. Penulangan pelat arah $x = 10 - 150$ menggunakan baja dengan kuat leleh 420 MPa dan beton dengan kuat tekan 24,9 MPa. Material yang sama digunakan untuk pelat arah $y = 10 - 150$. Pada perencanaan balok, Balok-balok tersebut dibangun dengan menggunakan mutu baja $f_y = 420$ Mpa dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa, dengan dimensi 50cm x 30cm. Balok diperkuat dengan menggunakan tulangan 6D - 16 untuk tulangan tarik dan 3D - 16 untuk tulangan tekan. Dengan cara yang sama, mutu baja $f_y = 420$ dan mutu beton $f_c' = 20.75$ digunakan untuk balok 45cm x 25cm. Dalam skenario khusus ini, tulangan terdiri dari 4D - 13 untuk tulangan tarik dan 4D - 13 untuk tulangan tekan. Lebih lanjut, perlu dicatat bahwa dalam kasus balok dengan dimensi identik 45cm x 25cm, tulangan tekan digunakan, dengan memastikan bahwa mutu baja f_y

tetap pada 420 dan mutu beton f_c' tetap pada 20.75. Balok-balok tersebut dibangun dengan menggunakan mutu baja $f_y = 400$ dan mutu beton $f_c' = 20,75$. Tulangan utama untuk tulangan tarik terdiri dari 3D - 12, sedangkan tulangan tekan menggunakan 2D - 12.

3. (Hari Ramdhani dkk., 2020) Struktur rumah sakit adalah bangunan bertingkat yang dibangun dan dirancang untuk mengelola secara efektif semua upaya yang berkaitan dengan masalah kesehatan masyarakat, khususnya di daerah perkotaan Tasikmalaya. Metodologi yang digunakan adalah analisis perbandingan antara perhitungan manual dengan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan program ETABS. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat diamati bahwa penggunaan perangkat lunak ETABS untuk tujuan perhitungan menghasilkan tingkat penulangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan manual. Secara khusus, ketebalan pelat lantai ditentukan 120mm, dengan menggunakan tulangan 12-300 mm. Dalam hal struktur balok, ada empat tipe yang diidentifikasi, dengan dimensi terbesar berukuran 250x500 mm. Tulangan utama terdiri dari batang 6D16, sedangkan tulangan geser pendukung berukuran 10-195mm dan tulangan geser lapangan berukuran 10-200mm. Terdapat dua struktur kolom yang berbeda dengan dimensi maksimum berukuran 500 x 500 mm. Struktur ini menggunakan tulangan pokok 10D16 dan tulangan geser 12-250 mm. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS, struktur balok berukuran 250x500 mm menggunakan tulangan pokok 8D16,

tulangan geser sengkang 10-195 mm, dan tulangan geser lapangan 10-200 mm. Di sisi lain, kolom berukuran 500x500 mm menggunakan tulangan pokok 13D16 dan tulangan geser 12-250 mm.

4. (Hartono & Endra Nasution, 2021) Selesaiya pembangunan gedung oleh Universitas Muara Bungo (UMB) menandakan langkah yang signifikan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelengkapan fasilitas dan infrastruktur kampus. Aplikasi pekerjaan ini berkaitan dengan pengembangan fasilitas perkuliahan empat lantai, yang telah dikembangkan dengan cermat oleh para profesional teknis dari UMB. Para ahli teknis dari UMB bertanggung jawab atas desainnya. Gedung perkuliahan yang dimaksud dibangun dengan menggunakan material baja standar dan baja kelas Bj33, seperti yang ditentukan oleh pemeriksaan struktur atap sesuai dengan SNI 03-1729-2002. Pendekatan Kiyosi Mutho digunakan untuk perhitungan portal, dimana setiap beban pada setiap tingkat dianggap sebagai beban gempa. Gaya gempa sesuai dengan hasil pemeriksaan, dan tidak ada modifikasi yang dilakukan pada desain karena beban tersebut sesuai dengan perencanaan konvensional sistem portal pada gedung bertingkat. Makalah ini bertujuan untuk membahas persyaratan perencanaan portal pada konstruksi bertingkat. Berdasarkan analisis beban maksimum yang bekerja pada kolom-kolom secara kolektif pada setiap tingkat, serta data sondir yang diperoleh, maka ditentukan dimensi pondasi telapak berukuran 200 cm x 200 cm. Ukuran ini telah dianggap cukup untuk menopang beban yang dipikul oleh struktur portal secara efektif..

5. (Hendra Hermawan dkk., 2021) Tujuan dari proses perencanaan ulang struktur beton bertulang pada Trasa Mart Slawi Kabupaten Tegal adalah untuk mengetahui pendekatan desain ulang yang tepat dan menilai kekuatan yang dibutuhkan pada struktur beton bertulang tersebut. Struktur yang terdiri dari material beton bertulang. Studi ini akan mencakup penerapan strategi perencanaan ulang yang mengikuti pedoman yang diuraikan dalam SNI 2847-2013, yang secara khusus berfokus pada penggunaan beton bertulang. Pembangunan yang diusulkan meliputi struktur Trasa Mart dua lantai yang akan memiliki balok, kolom, dan elemen struktur lainnya. Desain struktur akan mencakup penggunaan balok dan kolom sebagai elemen utama, sedangkan sambungan antar elemen ini akan bertanggung jawab untuk menyalurkan beban lentur, geser, dan aksial. Dalam perhitungan tulangan longitudinal untuk balok B1 (35x60), hasil yang konsisten dicapai dalam struktur. Secara khusus, 8 - 250 batang tulangan diperoleh pada tumpuan ($1/4L$) dan 8 - 450 batang tulangan pada bentang tengah ($1/2L$). Demikian pula, dalam penentuan tulangan longitudinal untuk kolom K1 (50x50), diperoleh hasil yang sama di seluruh struktur, yaitu 16D.
6. (Herman dkk., 2022) Struktur beton bertulang terus digunakan secara luas sebagai pilihan utama untuk keperluan konstruksi. Penggunaan beton dalam konstruksi menawarkan manfaat penting dalam hal efisiensi material dan tenaga kerja. Beton bertulang telah meningkatkan keefektifan dalam proyek-proyek bangunan yang ditandai dengan bentang yang relatif

terbatas. Pembangunan Hotel Ibis Padang menggunakan beton bertulang, sesuai dengan pedoman yang diuraikan dalam SNI 2847: 2013, yang menetapkan syarat struktur beton untuk gedung. Selain itu, rencana konstruksi mengikuti ketentuan yang ditetapkan dalam SNI 1726:2012, yang menguraikan pedoman perencanaan ketahanan bangunan gedung dan non gedung terhadap gempa. Standar SNI 1727:2013 di Indonesia memberikan analisis komprehensif mengenai peraturan pembebanan yang berlaku untuk struktur gedung serta struktur lainnya, berfokus pada penilaian berbagai beban yang dihadapi. Pendekatan ini menggunakan sistem ganda. Dalam mempertimbangkan ketahanan gempa, SRPMK dan dinding geser menjadi faktor utama. Konsep perencanaan yang diusulkan didasarkan pada pencapaian desain akhir yang memenuhi persyaratan untuk memiliki nilai akhir di bawah kekuatan penampang elemen struktur. Selanjutnya, rencana anggaran biaya dihitung. Penelitian ini dibuat bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan elemen struktur Hotel Ibis Padang, secara khusus berfokus pada penggunaan teknologi Base Isolator yang berlawanan dengan pendekatan Fixed Base konvensional. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap komponen balok, terlihat bahwa volume pengecoran mengalami penurunan sebesar 15,17%, sedangkan berat tulangan mengalami penurunan sebesar 23,64%. Setelah melakukan perbandingan terhadap komponen kolom, terlihat bahwa volume pengecoran mengalami penurunan sebesar 29,17%, sedangkan berat tulangan mengalami penurunan sebesar 24,32%. Setelah melakukan

perbandingan terhadap komponen pelat, terlihat bahwa berat tulangan mengalami penurunan sebesar 16,58%.

7. (Is dkk., 2019) Tujuan dilakukannya riset ini adalah untuk menilai kelayakan penggantian balok serta kolom dari beton bertulang dengan material komposit pada bangunan Gedung Badan Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak (BP3A) Banda Aceh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi integritas struktural dan efektivitas struktur komposit yang terbuat dari baja dan beton bertulang, dengan tetap berpegang pada susunan kolom dan balok awal yang telah ditentukan dalam desain awal. Prosedur perencanaan struktur menggunakan teknik Load Resistance Factor Design (LRFD), dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 versi 14 untuk proses perhitungan. Pendekatan perencanaan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Mutu baja, yang sering direpresentasikan sebagai f_y , memiliki nilai 250 MPa, sedangkan mutu beton, yang ditetapkan sebagai f'_c , menunjukkan nilai 25 MPa. Artikel ini memberikan analisis komprehensif mengenai karakteristik penampang balok baja komposit WF berukuran 400 x 400 x 21 x 21 mm dan kolom baja komposit WF berukuran 400 x 400 x 30 x 50 mm. Dimensi penampang elemen beton adalah 500 x 500 mm, dan dibangun menggunakan material BJ37. Balok dan kolom komposit yang digunakan dalam konstruksi struktur tiga lantai, bersama dengan profil yang telah ditentukan, menunjukkan kepatuhan terhadap kriteria kekuatan. Balok menunjukkan momen puncak sebesar 36.789,36 kg.cm, namun

kolom mengalami momen maksimum sebesar 43.942,2 kg.cm. Penggunaan baja komposit membutuhkan investasi finansial yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan beton bertulang. Perbedaan biaya antara beton bertulang dan material komposit mencapai 76,925%.

8. (Mistavhirul dkk., 2018) Desain arsitektur Citihub Hotel Magelang mengikuti standar yang telah ditetapkan, yaitu SNI 03-2847-2002 dan SNI 1726-2002, yang digunakan sebagai acuan selama tahap perencanaan. Standar yang dimaksud, yaitu SNI 2847: 2013 untuk persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan SNI 1726:2012 untuk proses perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung, menjadi dasar dalam perancangan ulang struktur bangunan. Tujuannya adalah untuk memenuhi persyaratan terbaru dengan tetap mempertahankan ukuran asli balok dan kolom struktur yang digunakan pada desain sebelumnya. Desain saat ini tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok jika dibandingkan dengan versi sebelumnya. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) digunakan untuk meningkatkan kekokohan struktur, dengan fokus khusus pada kemampuannya untuk bertahan dari kejadian gempa. Hal ini dicapai melalui proses desain ulang yang menyeluruh. Sistem struktur yang dimaksud menunjukkan daktilitas yang cukup untuk secara efektif menahan tekanan gempa yang diproyeksikan. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program SAP2000 untuk memastikan gaya internal yang bekerja pada struktur. Evaluasi kekuatan internal dilakukan dengan mempertimbangkan kombinasi

pembebanan yang digunakan. Temuan dari studi desain ulang menunjukkan bahwa, meskipun balok dan kolom struktur Hotel Citihub Magelang yang dibangun kembali memiliki proporsi yang sama dengan desain sebelumnya, namun perbedaan yang nyata terlihat pada penguatan balok dan kolom tersebut.

9. (Saputrai dkk., 2022) Masjid, yang berfungsi sebagai tempat ibadah dan kegiatan komunal umat Islam, membutuhkan pengaturan yang cermat untuk menjamin kenyamanan dan keamanan bangunan. Hal ini memerlukan perhatian yang cermat pada desain arsitektur dan konstruksi struktur yang kuat dan tahan lama. Ruang khusus untuk salat, terutama di lembaga keagamaan, membutuhkan area yang luas tanpa pilar atau penghalang untuk meminimalkan risiko mengganggu keselarasan mereka yang sedang salat berjamaah. Oleh karena itu, pembangunan masjid memerlukan ketelitian, terutama dalam penilaian beban struktur bangunan, untuk menjamin keselamatan penghuninya. Target dari pengamatan ini dilakukan adalah untuk merumuskan dimensi komponen struktur dan menentukan tulangan yang diperlukan untuk struktur masjid. Data yang digunakan untuk komponen struktur adalah hasil dari desain awal, dengan analisis yang difasilitasi oleh program perangkat lunak SAP2000 Versi 11. Studi ini difasilitasi dengan penggunaan sistem jaringan struktur, yaitu Grid System. Data yang terkumpul dari desain awal menunjukkan bahwa struktur atas bangunan membentang dari lantai satu hingga lantai tiga. Dimensi penampang kolom utama adalah 60x60 cm, sedangkan kolom

anak berukuran 30x60 cm. Balok utama memiliki penampang 40x60 cm, dan balok anak berukuran 30x50 cm. Proses perencanaan pelat lantai, yang melibatkan pengaturan dan tata letak pelat lantai di dalam bangunan, belum selesai menggunakan beton sebagai bahan konstruksi. Desain pertama menghasilkan ketebalan pelat lantai sebesar 12 cm. Pondasi diusulkan terdiri dari pondasi sumuran sedalam 4 meter, dengan menggunakan balok beton berdiameter 1 meter.

10. (Sholihin dkk., 2022) Proyek pembangunan masjid Alue Bilie merupakan bagian dari inisiatif pemerintah. Kabupaten Nagan Raya, yaitu Kecamatan Darul Makmur di dalamnya, berfungsi sebagai situs keagamaan yang signifikan yang melayani komunitas Muslim. Pembangunan masjid berlangsung di dalam zona seismik 5 dan 6, yang ditandai dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi, terutama rawan gempa bumi. Oleh karena itu, sangat penting untuk secara akurat menilai dan menyusun strategi desain struktur yang terletak di daerah yang rentan terhadap aktivitas seismik, sehingga dapat memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk integritas struktural dan kesejahteraan penghuni. Penelitian ini mencakup desain ulang struktur tulangan beton masjid Alue Bilie, menyelaraskannya dengan kategori desain seismik sebagaimana diatur dalam SNI 1726:2019. Teknik beban gempa statik digunakan sesuai dengan standar SNI 1726:2019. Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan pemahaman tentang metode yang digunakan untuk mengevaluasi berbagai beban yang bekerja pada suatu bangunan, termasuk beban mati, beban hidup, dan

beban gempa. Susunan komponen struktur (balok, kolom, dan pelat) pada konstruksi bangunan ditentukan oleh pertimbangan berbagai beban, antara lain beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji komponen struktur, yaitu balok, kolom, dan pelat, untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar keamanan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan antara desain tulangan yang diteliti dengan tulangan yang digunakan dalam aplikasi praktis. Berdasarkan hasil investigasi, dapat disimpulkan bahwa beban yang diberikan pada komponen struktur dapat dikatakan aman menurut standar SNI. Penentuan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000, yang memudahkan perhitungan. Hasilnya, yang dikategorikan ke dalam rentang warna oranye, kuning, dan hijau, menandakan bahwa tidak terdapat elemen struktur yang mengalami tegangan yang berlebihan. Selama penelitian, terlihat bahwa analisis desain tulangan menunjukkan adanya inefisiensi dalam alokasi elemen struktur. Secara khusus, kurangnya efisiensi sebesar 3,8% pada elemen struktur balok, kekurangan 15,31% pada elemen struktur kolom, dan kekurangan 1,57% pada pelat lantai, dibandingkan dengan analisis yang dilakukan untuk konstruksi aktual.

11. (Tamami dkk., 2018) Blok perkantoran yang menjadi tempat berkantornya Dinas Cipta Karya dan Tata Kota ini merupakan bangunan kontemporer yang dimiliki oleh Pemerintah Kota Samarinda. Pembangunan gedung yang terletak di Jalan D.I Panjaitan ini dilakukan dengan tujuan untuk

menggantikan struktur yang sudah ada sebelumnya di Jalan Kesuma Bangsa. Elemen struktural pada bangunan terdiri dari struktural komposit yang terdiri dari baja profil WF yang diselimuti oleh lapisan beton. Baja dikenal luas sebagai konstituen utama dalam bidang konstruksi bangunan. Kerentanan baja terhadap tekuk menjadikannya tidak efisien sebagai elemen tekan, karena sejumlah besar material diperlukan untuk memperkuat elemen tekan terhadap tekuk. Berdasarkan uraian tersebut di atas, elemen arsitektur bangunan akan didesain ulang secara strategis, dengan menggunakan beton bertulang dan material baja. Menambah jumlah tingkatan. Hasil perhitungan yang diperoleh menunjukkan bahwa desain kolom dengan dimensi 80x80 cm membutuhkan tulangan longitudinal 24D25 dan tulangan sengkang D10-100. Pada analisis struktur dan desain balok dengan ukuran 60x80 cm, terlihat penggunaan penulangan lentur tekan 5D22, penulangan lentur tarik 3D22, dan penulangan geser D10-150. Tulangan untuk tumpuan D12-250 dan tulangan lapangan 12-250 dipakai pada plat lantai dan plat atap yang memiliki ketebalan 16 cm.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam perencanaan desain ulang ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif kualitatif. Pendekatan analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk tujuan pengumpulan, pengorganisasian, pemeriksaan, dan penyajian data secara deskriptif.

Metodologi perencanaan yang digunakan adalah *Load And Resistance Factor Design* (LRFD). Teknik *Load and Resistance Factor Design* (LRFD) adalah pendekatan yang banyak digunakan dalam bidang perencanaan bangunan meliputi pertimbangan pertimbangan beban dan masalah daya tahan material untuk analisis dan desain struktur. Dasar pemikiran dari pendekatan desain ini adalah untuk memastikan bahwa tegangan yang dialami oleh setiap elemen struktur tetap berada di bawah ambang batas tegangan yang diizinkan. Sederhananya, beban yang dapat ditanggung oleh sebuah struktur tidak boleh melebihi kemampuan kekuatan bagian penyusunnya dibagi dengan faktor keamanan.

Penyesuaian spektrum seismik bangunan tergantung pada faktor-faktor seperti tujuan bangunan, kelas lokasi, dan sistem struktur. Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia memiliki Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dalam konstruksi strukturnya. Beban gempa seismik pada sistem struktur ini akan ditahan secara efektif dengan penggunaan dinding geser dan rangka beton bertulang. Program SAP 2000 versi 22 memberikan bantuan dalam pemodelan dan

analisis struktur bangunan. Pemodelan konstruksi tangga diintegrasikan dengan pemodelan pintu gerbang. Pintu gerbang menggabungkan kolom, balok, pelat, dan dinding sebagai satu kesatuan, dengan masing-masing komponen direpresentasikan sesuai dengan kriteria material dan ukurannya. Hasil

Temuan analisis program, yang meliputi periode dasar dan simpangan, akan dibandingkan dengan nilai batas yang ditentukan. Selain itu, hasil analisis gaya, seperti momen, gaya normal, gaya geser, dan torsi, akan digunakan untuk perhitungan struktur. Penggunaan desain kapasitas dalam analisis struktur memfasilitasi pencapaian perilaku kolom kuat-balok lemah, yang mengacu pada konfigurasi struktur di mana kolom memiliki kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan balok.

1. Pedoman Perencanaan

Perencanaan desain ulang ini didasarkan pada peraturan sebagai berikut:

- a. SNI 2052:2014, tentang Baja tulangan beton.
- b. SNI 2847:2019, tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)
- c. SNI 1726:2019, tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung.
- d. SNI 1727:2020, tentang Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

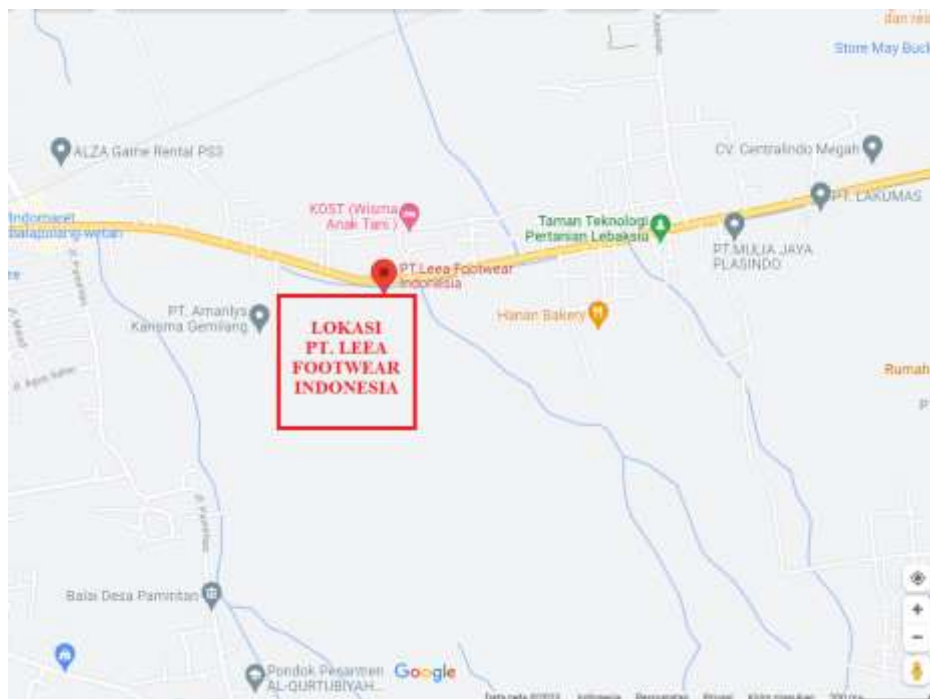
2. Dalam perencanaan desain ulang ini kami membuat metode penyusunan sebagai berikut:

- a. Identifikasi masalah

- b. Pengumpulan data
- c. Perencanaan
- d. Analisa struktur
- e. Kontrol analisis
- f. Desain penulangan.

B. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2023 sampai dengan Juli 2023, dengan pelaksanaan bertempat di Gedung Office PT. Leea Footwear Indonesia yang beralamat di Jalan Raya Balapulang No.666, Sidomulyo, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal.



Gambar 3.1 Denah Lokasi

(Sumber: googlemaps)

C. Prosedur Pelaksanaan

1. Pengumpulan data

a). Studi Pustaka

Proses studi literatur melibatkan pemeriksaan referensi yang relevan yang berkaitan dengan masalah yang dinyatakan untuk memperoleh ide-ide dasar dan teori tentang struktur gedung dan analisa struktur.

b). Wawancara

Metode wawancara adalah teknik penelitian yang melibatkan pengumpulan informasi secara langsung melalui pelaksanaan survei di lokasi penelitian.

c). Observasi

Perolehan data faktual di lapangan mengharuskan penggunaan pengamatan langsung, yang kemudian akan dianalisa dan disintesis ke dalam laporan studi yang komprehensif. Survei lapangan merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi langsung, yang sering dikenal sebagai data primer, meliputi unsur-unsur sebagai berikut:

- 1). Kondisi eksisting
- 2). Gambar kerja
- 3). Spesifikasi

2. Konsep rencana

Konsep penyelesaian pada perencanaan desain ulang struktur beton bertulang pada Gedung *Office* PT. Leea Footwear Indonesia pada dasarnya adalah untuk melaksanakan renovasi peningkatan lantai bangunan untuk menambah kapasitas ruang dari dua lantai menjadi tiga lantai. Hasil yang diharapkan dari penulisan proposal skripsi ini mendapatkan sebuah perencanaan yang maksimal agar dapat mengatasi hal tersebut.

Gedung direncanakan memiliki dua buah tangga dan dua lift yang menghubungkan ketiga lantai tersebut. Beberapa pembebanan ditambahkan seperti pada atap (*rooftop*) ditambahkan mesin lift dengan kapasitas 13 orang atau seberat 1000 kg pada bangunan tersebut. Oleh karena itu untuk menunjangnya ditambahkan dinding geser (*Shearwall*) dengan tebal 20 cm.

3. Pemodelan SAP2000 v22

Untuk meningkatkan proses pemodelan, SAP2000 menawarkan berbagai varian template, yang merupakan model yang telah dirancang sebelumnya, untuk jenis struktur tertentu. Untuk membangun model struktural, sehingga mempercepat proses pemodelan dan analisis. Integrasi SAP2000 telah memfasilitasi pelaksanaan prosedur analisis dan desain. Setelah analisis dilakukan dan temuan yang akurat diperoleh, desain dapat segera diimplementasikan untuk mendapatkan dimensi profil atau tulangan baja yang memadai. Proses analisis ulang dan desain ulang dapat difasilitasi secara efisien dengan penggunaan perangkat lunak SAP2000.

4. Input pembebanan

Pembebanan yang sudah dipersiapkan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 1727;2020 ditambahkan pada struktur yang telah dimodelkan pada tahap desain. Beban-beban ini dimaksudkan sebagai simulasi beban nyata yang diterima struktur saat sudah selesai konstruksi.

5. Kombinasi pembebanan

Setelah beban-beban dimasukkan atau diterapkan pada struktur Langkah berikutnya adalah membuat kombinasi pembebanan, kombinasi ini bertujuan untuk mengetahui reaksi struktur apabila memperoleh beban secara berturut-turut. Koefisien atau jenis kombinasi beban sudah diatur dalam SNI 1727:2020.

6. Analisa struktur

Pada tahap ini setelah beban dikombinasikan struktur akan dianalisa, untuk mengetahui kondisi struktur pasca mendapatkan pembebanan. Apakah struktur masih dapat bertahan atau terjadi keruntuhan.

7. Kontrol analisis

Kontrol analisis berfungsi untuk mengetahui hasil analisa struktur mampu melebihi batas-batas minimum pada kontrol analisis. Penelitian ini menggunakan tiga jenis kontrol analitis, yaitu.:

a). Jumlah ragam

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019 Pasal 7.9.1.1 Analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus mencakup rentang variasi yang memadai untuk mencapai keterlibatan kolektif 100% dari massa struktur. Untuk memenuhi ketentuan ini, diperbolehkan untuk memasukkan variasi dengan periode di bawah 0.05 detik untuk osilasi benda kaku tunggal.

Dalam pendekatan alternatif, analisis diizinkan untuk memasukkan berbagai modifikasi yang terbatas untuk mendapatkan keterlibatan kolektif tidak kurang dari 90% dari massa sebenarnya dalam setiap dimensi horisontal ortogonal dari respons yang sedang dievaluasi oleh model.

b). Penskalaan gaya

Sesuai pasal 7.9.1.4.1 SNI 1726:2019 apabila periode fundamental penelitian ini menunjukkan bahwa pada arah tertentu, periode struktur T harus dianggap sebagai $C_u T_a$. Jika respon total untuk gaya geser dasar (V_t) yang diperoleh dari analisis kombinasi lebih rendah dari 100% gaya geser (V) yang ditentukan dengan metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut perlu dikalikan dengan V/V_t . Di sini, V mewakili gaya geser dasar statik ekuivalen yang dihitung, sedangkan V_t menunjukkan gaya geser dasar yang diperoleh dari hasil analisis kombinasi.

c). Batasan simpangan antar tingkat

Simpangan antar tingkat desain (Δ) seperti yang ditetapkan oleh SNI tidak boleh melewati batas simpangan antara tingkat yang diijinkan (Δ_a).

Tabel 3.1 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$ (SNI 1726:2019)

Struktur	Kategori risiko		
	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 eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}$ ^c	$0,02h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata ^d	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

CATATAN:

^a h_{sx} adalah tinggi antar tingkat

^b Untuk sistem pemikul gaya seismik pada kategori desain seismik D, E, dan F, simpangan antar tingkat izin harus sesuai dengan persyaratan 7.12.1.1

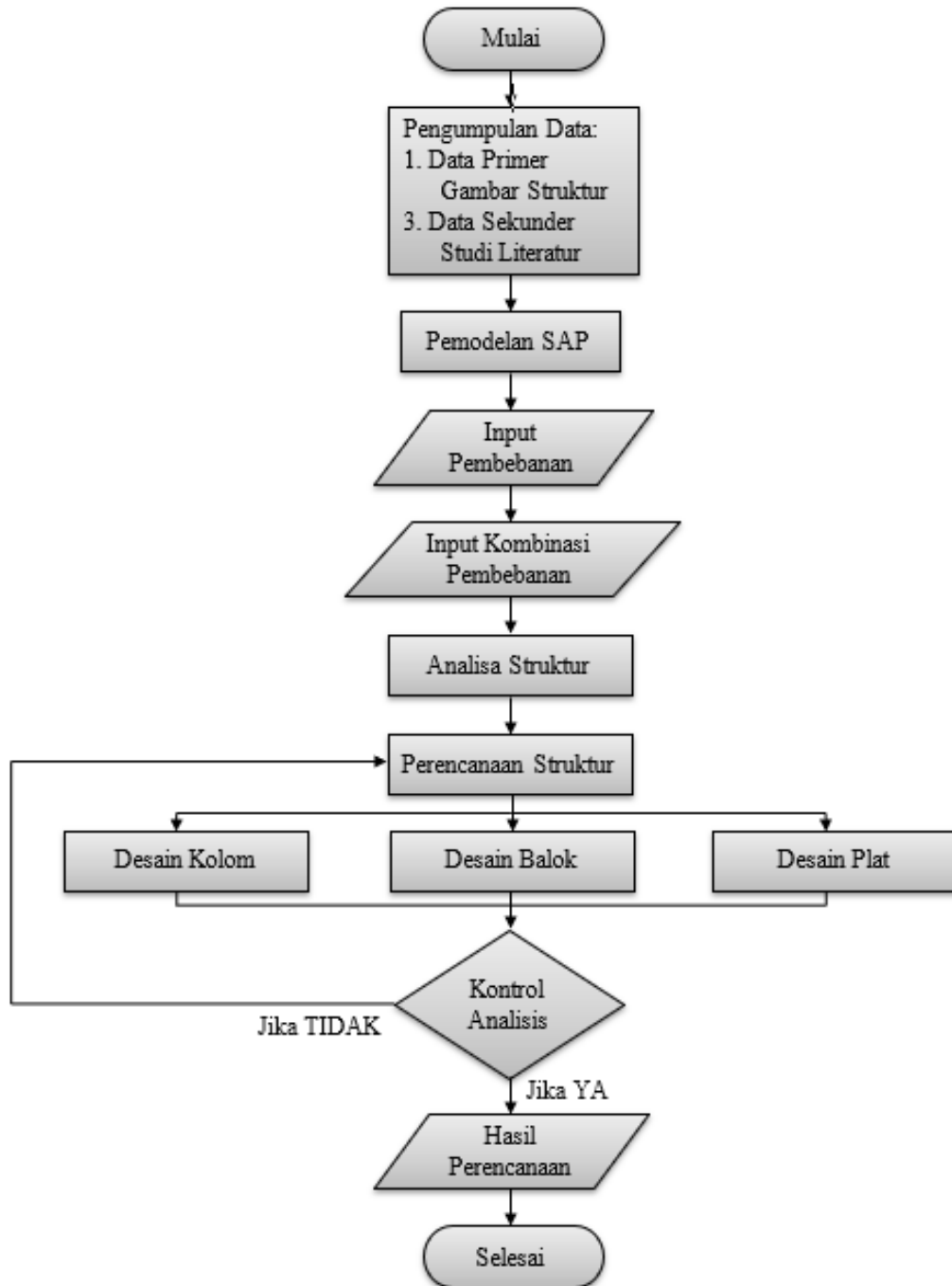
^c Tidak boleh ada batasan simpangan antar tingkat untuk struktur satu tingkat dengan dinding interior, partisi, langit-langit, dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.

^d Struktur di mana sistem struktur dasar terdiri dari dinding geser pasangan bata sebagai bagian vertikal kantilever di dalam fondasi dasar atau fondasi pendukung. Dinding ini dibuat sedemikian rupa sehingga distribusi momen, atau gaya rotasi, antara dinding geser minimal.

8. Desain penulangan

Pada tahap ini beton balok, kolom dan plat akan direncanakan tulangnya. Tulangan yang direncanakan terdiri dari tulangan pokok yang menggunakan Baja Tulangan Sirip (BJTS) dan tulangan sengkang atau begel yang menggunakan Baja tulangan Polos (BJTP) sebagai materialnya.

9. Bagan alur pikir



Gambar 3.2 Diagram alur pikir

(Sumber: Pribadi)