



**ANALISIS STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG PARKIR  
PT. ADONIA FOOTWEAR INDONESIA**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**FIKRI NUR HIDAYAT**

**NPM. 6520600043**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Analisis Struktur Baja Pada Gedung Parkir

PT. Adonia Footware Indonesia

Nama Penulis : Fikri Nur Hidayat

NPM : 6520600043

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas pancasakti

Tegal:

Hari :

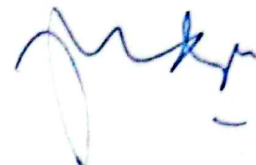
Tanggal :

Pembimbing I



(Prof. Dr.Rr. MI Retno Susilorini, ST., MT.)  
NIPY. 31572931970

Pembimbing II



(Weimintoro, ST., MT.)  
NIPY. 24561101982

## LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Telah dipertahankan dihadapkan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik  
Dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Hari : Rabu

Tanggal : 18 Desember 2024

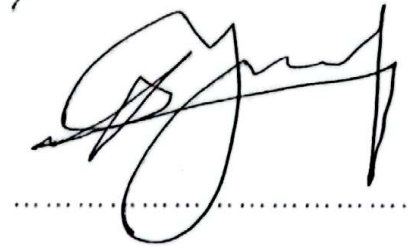
### Ketua Penguji

Ahmad Farid, S.T., M.T  
NIPY. 172611101978



### Penguji Utama

Dr. M. Yusuf, S.T., M.T  
NIPY. 24762061967



### Penguji I

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



### Penguji II

Nadya Shafira Salsabilla, S.T., M.T  
NIPY. 30161841998



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 **“ANALISIS STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG PARKIR PT. ADONIA FOOTWARE INDONESIA”** 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, Desember 2024



**FIKRI NUR HIDAYAT**

NPM. 6520600043

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO:

- ❖ Belajar tanpa berpikir itu tidaklah berguna, tapi berpikir tanpa belajar itu sangatlah berbahaya (Ir. Soekarno).
- ❖ Ngelmu iku kalakone kanthi laku, Lekase lawan kas tegese kas nyantosani, Setya budaya pangekese dur angkara.

### PERSEMBAHAN:

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT dan atas dukungannya dan Do'a dari tersayang dan tercinta. Alhamdulillah skripsi ini bida diselesaikan dengan baik. Dalam persembahan yang tulus dari dalam sanubari dengan rasa bangga dan Bahagia, saya ucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada:

- ❖ Kedua orang tua tercinta setulus hati “Ibu Sri Susiyanti dan Bapak Nurkholis” yang selalu mendoakan saya tanpa henti, Terimakasih banyak doamu selalu menyertai setiap langkah perjuangan
- ❖ Terimakasih kepada keluarga dan saudara yang selalu memotivasi saya dalam menyelesaikan pendidikan ini
- ❖ Terimakasih kepada Ibu dan Bapak dosen yang telah memberikan ilmunya kepada saya selama perkuliahan
- ❖ Kepada orang spesial “Novitasari” terimakasih telah memberikan cinta dan motivasi sehingga skripsi ini terselasaikan
- ❖ Terimakasih Kepada PT. Teguh Pilar Utama sebagai kontraktor.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan proposal skripsi yang berjudul “**Analisis Struktur Baja Pada Gedung Parkir PT. Adonia Footwear Indonesia**”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata jenjang S1 pada program Studi Teknik Sipil.

Tersusunnya skripsi ini tentu bukan karena buah kerja keras penulis semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kirannya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu komputer Universitas Pancasakti Tegal
2. Bapak Oki Hendra Hermawan, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipi Universitas Pancasakti Tegal
3. Ibu Prof. Dr. M.I Retno Susilorini, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak Weimintoro, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II
5. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal
6. Orang tua saya, Ibu Sri Susiyanti dan Bapak Nurkholis yang selalu senantiasa memberikan motivasi dan semangat agar terselesaikan proposal skripsi ini.

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

Tegal, Desember 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping lines and loops, positioned above the name 'Penulis'.

Penulis

## ABSTRAK

PT. Adonia Footwear Indonesia telah berdiri pada tahun 2023 dan bergerak dibidang industri sepatu yang berlokasi di Desa Lebakskiu Kidul, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal. Gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia merupakan salah satu bangunan penunjang yang diperuntukan untuk karyawan, pada struktur utama yang digunakan yaitu material baja IWF. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan penelitian tentang analisis struktur baja pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia, serta penambahan lantai dan atap. Studi analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak yaitu *Structure Analysis Program V22*, dan memasukan parameter peraturan terbaru yaitu SNI 1727:2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur, SNI 1729:2020 tentang spesifikasi untuk bangunan baja structural, serta SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa material yang digunakan yaitu mutu baja ASTM A36, dan beban parkir yang digunakan yaitu 1,92 kN. Dengan dimensi struktur baja IWF kolom  $400 \times 200 \times 8 \times 13 \times 16$  (cm)., pada balok menggunakan dimensi  $400 \times 200 \times 8 \times 13 \times 16$  (cm). data hasil analisis menunjukkan bahwa gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia aman dan memenuhi standar keamanan yang berlaku, dengan demikian gedung ini dapat digunakan sesuai dengan fungsinya sebagai salah satu bangunan penunjang yaitu gedung parkir.

Kata kunci: Gedung parkir, Analisis Struktur, SAP2000 V.22



## ABSTRACT

PT. Adonia Footwear Indonesia was founded in 2023 and operates in the shoe industry located in Lebakskiu Kidul Village, Lebaksiu District, Tegal Regency. PT. Parking building Adonia Footwear Indonesia is a supporting building intended for employees, the main structure used is IWF steel material. This study aims to conduct research on steel structure analysis in the PT parking building. Adonia Footwear Indonesia, as well as additional floors and roofs. The structural analysis study was carried out using software, namely Structure Analysis Program V22, and included the latest regulatory parameters, namely SNI 1727:2020 concerning minimum design loads and related criteria for buildings and structures, SNI 1729:2020 concerning specifications for structural steel buildings, and SNI 1726 :2019 concerning procedures for earthquake resilience planning.

The research results show that the material used is ASTM A36 steel quality, and the parking load used is 1.92 kN. With the IWF steel structure column dimensions of  $450 \times 200 \times 9 \times 14 \times 18$  (cm), the beam uses dimensions of  $400 \times 200 \times 8 \times 13 \times 16$  (cm). data from the analysis shows that the parking building of PT. Adonia Footwear Indonesia is safe and meets applicable safety standards, thus this building can be used according to its function as a supporting building, namely a parking building.

Keywords: *Parking building, Structural Analysis, SAP2000 V.22*

## **DAFTAR ISI**

<b>LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
F. Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>

A.	Landasan Teori .....	8
B.	Tinjauan Pustaka .....	48
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>51</b>
A.	Metode Penelitian.....	51
B.	Lokasi Penelitian .....	51
C.	Metode Pengumpulan Data .....	52
D.	Analisis dan Pembahasan .....	53
E.	Diagram Alur Pikir Penulisan .....	54
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>57</b>
A.	Hasil Penelitian .....	57
B.	Pembahasan.....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>167</b>
A.	Kesimpulan.....	167
B.	Saran.....	168
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>169</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>173</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Peta Seismitas Indonesia 2019.....	16
<b>Gambar 2. 2</b> Parameter gerak tanah Ss untuk spektrum respons 0,2 detik.....	22
<b>Gambar 2. 3</b> Parameter gerak tanah S1, untuk spektrum respons 1 detik. ....	22
<b>Gambar 2. 4</b> Penampang Baja .....	34
<b>Gambar 2. 5</b> Tab Template.....	43
<b>Gambar 2. 6</b> Material Property Data .....	44
<b>Gambar 2. 7</b> Setting Ukuran Penampang .....	45
<b>Gambar 2. 8</b> Run Analysis.....	46
<b>Gambar 2. 9</b> Setting Pemilihan Beban Kemudian Run Now .....	47
<b>Gambar 3. 1</b> Lokasi .....	51
<b>Gambar 3. 2</b> Siteplan .....	52
<b>Gambar 3. 3</b> Diagram alur pikir.....	56
<b>Gambar 4. 1</b> Gedung Parkir.....	57
<b>Gambar 4. 2</b> New Model .....	62
<b>Gambar 4. 3</b> Tampilan Grid Data .....	63
<b>Gambar 4. 4</b> Material Property Data A36.....	64
<b>Gambar 4. 5</b> Material Property Data Beton f'c 25 MPa.....	65
<b>Gambar 4. 6</b> Material Property Tulangan Baja.....	66
<b>Gambar 4. 7</b> Kolom Section .....	68
<b>Gambar 4. 8</b> Beam Sections .....	69
<b>Gambar 4. 9</b> Rafter Section .....	71
<b>Gambar 4. 10</b> Regel section.....	71

<b>Gambar 4. 11</b> Purlin Section.....	73
<b>Gambar 4. 12</b> Shell Section Data.....	75
<b>Gambar 4. 13</b> Analysis Stiffness Modification Mactors.....	75
<b>Gambar 4. 14</b> Hasil Penggambaran Kolom .....	76
<b>Gambar 4. 15</b> Hasil Penggambaran Balok Sumbu x-y .....	77
<b>Gambar 4. 16</b> Hasil pemodelan plat lantai .....	78
<b>Gambar 4. 17</b> Tampilan Perletakan Jepit.....	79
<b>Gambar 4. 18</b> Peta MCER parameter gerak tanah (Ss) .....	82
<b>Gambar 4. 19</b> Titik koordinat .....	82
<b>Gambar 4. 20</b> Spektral Percepatan .....	84
<b>Gambar 4. 21</b> Input respon rpektra.....	86
<b>Gambar 4. 22</b> Penampang Baja .....	86
<b>Gambar 4. 23</b> Kontrol defleksi deformed shape (Comb 2) .....	104
<b>Gambar 4. 24</b> Kontrol defleksi sumbu X- .....	106
<b>Gambar 4. 25</b> Tampilan diagram gaya geser portal Y-Z.....	108
<b>Gambar 4. 26</b> Tampilan diagram gaya geser pada sumbu Y .....	110
<b>Gambar 4. 27</b> Tampilan diagram gaya geser portal Y-Z.....	112
<b>Gambar 4. 28</b> Tampilan diagram gaya geser pada sumbu Y-Z (COMB2).....	145
<b>Gambar 4. 29</b> Tampilan deformed shape combo 2 .....	157
<b>Gambar 4. 30</b> Tampilan Axial force diagram .....	158
<b>Gambar 4. 31</b> Tampilan Shear force 2-2 diagram.....	159
<b>Gambar 4. 32</b> Tampilan shear force 3-3 diagram .....	160
<b>Gambar 4. 33</b> Tampilan torsion digram.....	161

<b>Gambar 4. 34</b> Tampilan Moment 2-2 diagram .....	162
<b>Gambar 4. 35</b> Tampilan resultant M11 plat lantai .....	163
<b>Gambar 4. 36</b> Tampilan resultant M22 plat lantai .....	164
<b>Gambar 4. 37</b> Tampilan struktur memenuhi kapasitas Aman.....	165

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b>	Faktor keutamaan gempa (Badan Standarisasi Nasional,1726:2019) .	17
<b>Tabel 2. 2</b>	Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung .....	18
<b>Tabel 2. 3</b>	Klasifikasi situs.....	23
<b>Tabel 2. 4</b>	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons .....	26
<b>Tabel 2. 5</b>	Kategori desain seismik berdasarkan parameter.....	27
<b>Tabel 2. 6</b>	Beban hidup terdistribusi merata minimum .....	29
<b>Tabel 2. 7</b>	Sifat mekanis mutu baja berdasarkan ASTM .....	32
<b>Tabel 2. 8</b>	Tabel Baja .....	34
<b>Tabel 4. 1</b>	Data elevasi gedung.....	58
<b>Tabel 4. 2</b>	Data dimensi penampang IWF .....	59
<b>Tabel 4. 3</b>	Penampang Kolom IWF .....	68
<b>Tabel 4. 4</b>	Penampang Balok IWF .....	69
<b>Tabel 4. 5</b>	Penampang Rafter dan Regal.....	72
<b>Tabel 4. 6</b>	Dimensi Penampang Purlin .....	73
<b>Tabel 4. 7</b>	Beban mati (Dead Load).....	79
<b>Tabel 4. 8</b>	Cara untuk menentukan nilai koefisien situs $F_a$ dan $F_v$ : .....	85
<b>Tabel 4. 9</b>	Output Modal Participating Mass Ratios .....	94
<b>Tabel 4. 10</b>	Base Reactions.....	99
<b>Tabel 4. 11</b>	Simpangan AntarTingkat Izin , $\Delta a^a$ .....	100
<b>Tabel 4. 12</b>	Tabel <i>join displacements</i> .....	101
<b>Tabel 4. 13</b>	Simpangan lantai arah x ( $\Delta x$ ) .....	102
<b>Tabel 4. 14</b>	Tabel joint displacements titik sumbu as 9 .....	105

<b>Tabel 4. 15</b> Tabel simpangan lantai arah x ( $\Delta x$ ) .....	105
<b>Tabel 4. 16</b> Simpangan AntarTingkat Izin , $\Delta a a'$ sumbu as 20.....	107
<b>Tabel 4. 17</b> Tabel simpangan lantai arah x ( $\Delta x$ ) .....	107
<b>Tabel 4. 18</b> joint displacement pada titik as 20.....	109
<b>Tabel 4. 19</b> Tabel simpangan lantai arah x ( $\Delta x$ ) .....	109
<b>Tabel 4. 20</b> Tabel Joint Displacements titik sumbu As 23.....	111
<b>Tabel 4. 21</b> Tabel simpangan lantai arah x ( $\Delta x$ ) .....	111
<b>Tabel 4. 22</b> Tabel Joint Displacement pada As Sumbu 28.....	113
<b>Tabel 4. 23</b> Tabel simpangan lantai arah x ( $\Delta x$ ) .....	113



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Proses Ereksi Baja .....	173
<b>Lampiran 2.</b> Kondisi bangunan parkir sepeda motor dan kantin.....	174
<b>Lampiran 3.</b> Tampilan 3 dimensi aplikasi SAP2000 V.22.....	175
<b>Lampiran 4.</b> Longitudinal aplikasi SAP2000 .....	176
Lampiran 5. Tampilan 3 dimensi tampak barat / Tampak Depan .....	177
Lampiran 6. Tampak timur / Tampak belakang .....	178
<b>Lampiran 7.</b> Output skripsi.....	179

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kabupaten Tegal merupakan daerah yang memiliki luas wilayah 876,10 km<sup>2</sup> (sitasi). Salah satu tujuan pembangunan yaitu untuk meningkatkan perekonomian agar terciptanya lapangan kerja dan mewujudkan kesejahteraan penduduk khususnya kabupaten tegal, berbagai proyek pembangunan dialokasikan ke daerah-daerah salah satunya dilakukan di wilayah kabupaten tegal pada daerah lebaksiu, daerah ini memiliki luas wilayah 470 km<sup>2</sup>, hal ini berdampak *relevan* dari tahun ke tahun kemajuan ekonomi dan mengurangi tingkat pengangguran pada daerah kabupaten tegal (BPS Jateng, 2022).

Pembangunan industri yang berkembang di suatu wilayah, baik pada skala besar maupun industri kecil mengubah kondisi sosial dan ekonomi masyarakat sekitarnya, banyak pembangunan industri yang melakukan pemekaran dan menjadi tantangan bagi kompetitor perusahaan lain. Salah satunya PT. Adonia Footwear Indonesia yang bergerak pada insdustri sepatu.

PT. Adonia Footwear Indonesia merupakan salah satu anak perusahaan dari HuaLi Industrial Grup yaitu bergerak dalam bidang industri sepatu yang beralokasi di Desa Lebaksiu Kidul, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal. Industri Pabrik ini memproduksi jenis merek sepatu Hoka asal Taiwan dan mampu memperkerjakan tenaga kerja kurang lebih sebanyak 10.000 orang, Kawasan industri pabrik ini memiliki luas tanah 15,8641 hektare.

Dalam perkembangan tersebut seiring pula dengan banyaknya tenaga kerja, maka sebagai penunjang para pekerja, salah satu fasilitas berupa gedung parkir yang dimana kebutuhan gedung parkir ini sangat dibutuhkan. PT. Adonia Footwear Indonesia memiliki lahan parkir yang cukup luas, namun karena bertambahnya teknologi serta jumlah tenaga kerja yang terus meningkat sehingga kebutuhan lahan parkir juga terus meningkat, hal ini dikarenakan banyak dari karyawan yang menggunakan kendaraan pribadi.

Dalam mengatasi hal tersebut saat ini PT. Adonia Footwear Indonesia telah membangun sebuah gedung 3 (tiga) lantai dengan fasilitas pada lantai dasar yaitu digunakan sebagai kantin atau tempat istirahat karyawan. Gedung parkir ini difokuskan pada kendaraan roda 2 (dua) pada tingkat lantai 2 dan 3. Dengan adanya gedung parkir tersebut diharapkan dapat menampung kendaraan karyawan.

Namun mengingat saat ini PT. Adonia Footwear Indonesia tengah terus berkembang dan jumlah karyawan terus meningkat dirasa dalam kenyataannya gedung parkir tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan parkir pada bangunan gedung terlebih pada waktu masuk dan keluar kendaraan dengan karyawan yang cukup banyak. Ketika lahan parkir sudah penuh karyawan juga menggunakan lahan parkir ditempat lain yang dapat menimbulkan masalah sekitar.

Oleh karena itu pembangunan gedung parkir diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Dimana gedung parkir ini direncanakan memiliki 4 (empat) lantai yang dapat menampung parkir untuk kendaraan roda 2 (dua), dengan luas

bangunan 3.750 m<sup>2</sup> dan menggunakan struktur utama yaitu material baja, pada analisis ini bangunan parkir direncanakan penambahan lantai dan penutup atap bangunan untuk melindungi kendaraan dari cuaca hujan dan panas, serta meningkatkan kenyamanan pengguna.

Salah satu metode penting ketika merencanakan struktur bangunan yaitu pemilahan bahan yang akan digunakan. Dalam dunia konstruksi sampai saat ini material yang secara umum dikenal adalah kayu, baja, dan beton bertulang. Struktur baja merupakan kerangka konstruksi yang terdiri dari paduan struktural yang dirancang khusus sesuai dengan persyaratan arsitektur dan kebutuhan teknis pengguna. Material baja diterapkan dalam dunia konstruksi sudah lampau mengingat baja memiliki kelebihan dibandingkan jenis material lainnya yakni baja mendapat kekuatan yang relatif tinggi, sebab batang baja dengan tegangan tarik yang tinggi sebelum terjadi keruntuhan pada bangunan akan mengalami tegangan tarik yang signifikan.

Berdasarkan penjelasan diatas bermaksud sebagai obyek penelitian dengan mengkaji analisis struktur baja pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia dengan penambahan struktur. Analisis ini dilakukan atas pertimbangan aspek keamanan dan kenyamanan pada gedung ini. Dengan adanya penambahan lantai dan struktur atap maka bertambah pula beban yang harus ditunjang maka dilakukan analisis struktur agar tidak terjadi *overstressed*. Analisis ini memerlukan software SAP2000 untuk merealisasikan pembebanan yang ditopang dengan menggunakan struktur baja pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia.

## **B. Batasan Masalah**

Pada permasalahan penelitian perlu diberikan batasan masalah, oleh sebab itu yang menyangkut batasan masalah sebagai berikut:

1. Perencanaan ini yaitu pada analisis struktur atas gedung menggunakan material baja pada gedung parkir di PT. Adonia Footwear Indonesia
2. Penelitian ini tidak menjelaskan langkah pekerjaan dilapangan dan kebutuhan ruang parkir, serta tidak menganalisa pada struktur bawah
3. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) tidak mencakup pada penelitian
4. Peneliti melaksanakan penelitian pada gedung parkir di PT. Adonia Footwear Indonesia, Kabupaten Tegal.

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah yang ditinjau yakni:

1. Bagaimana analisa perencanaan struktur dengan menggunakan material baja pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia di Kabupaten Tegal, dengan penambahan struktur agar mampu berkinerja secara optimal sesuai dengan Standar Nasional Indonesia menggunakan Program *SAP2000*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan struktur pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia di Kabupaten Tegal?

#### **D. Tujuan Penelitian**

##### 1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian yang diperoleh yaitu untuk mendapatkan hasil analisis pada perencanaan struktur baja pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia dengan penambahan struktur, berdasarkan Standar Nasional Indonesia.

##### 2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus pada penelitian skripsi ini sebagai berikut:

- a. Untuk memperoleh hasil analisis pada perencanaan struktur baja pada gedung parkir di PT. Adonia Footwear Indonesia dengan penambahan struktur
- b. Untuk mengetahui kinerja kemampuan beban-beban yang menopang pada struktur
- c. Untuk menghasilkan suatu struktur gedung yang memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Berikut manfaat penelitian skripsi yang telah dilaksanakan yaitu:

1. Sebagai persyaratan kelulusan program studi jenjang Strata 1 Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal
2. Untuk mengetahui hasil analisis pada perencanaan struktur baja pada gedung parkir PT. Adonia Footwear Indonesia dengan penambahan struktur, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

## **F. Sistematika Penulisan**

Skripsi ini disusun dalam struktur tujuh bagian inti agar memudahkan pemahaman mengenai penelitian ini, sebagai berikut:

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian bab pendahuluan yaitu mencakup latar belakang permasalahan, keterbatasan masalah, rumusan penelitian, tujuan pada penelitian, dan manfaat penelitian, serta penjelasan tentang sistematika penulisan yang digunakan pada penyusunan proposal skripsi ini.

### **2. BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menyajikan kerangka teori sebagai landasan untuk pembahasan selanjutnya, selaras dengan rumusan masalah dan evaluasi *komprehensif* terhadap literatur penelitian yang *signifikan*.

### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian bab ini mencakup penjelasan analitis pada teknik penelitian yang digunakan, termasuk penjelasan rinci terkait waktu dan lokasi penelitian, metode penelitian yang digunakan, dan representasi visual dari alur penelitian melalui penggunaan diagram alur.

### **4. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada Bab ini menguraikan tentang hasil analisis desain struktur, Pemodelan Struktur, Perhitungan struktur dan output pemodelan dari program SAP 2000.

## **5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

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

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

## **7. LAMPIRAN**



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

Landasan teori yaitu seperangkat definisi, kerangka konseptual dan hipotesis yang memiliki keterkaitan secara sistematis dalam penelitian.

##### **1. Bangunan gedung**

Bangunan gedung menurut (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021, 2021) Terkait Bangunan Gedung, bangunan merupakan kondisi bentuk wujud dari pekerjaan konstruksi yang terintegrasi posisinya, seluruh atau sebagian tanah yang berada di atas maupun bawah serta didalam air, dan memiliki fungsi sebagai tempat orang melaksanakan kegiatan seperti hunian, bisnis, sosial, budaya, atau kegiatan keagamaan. Bangunan konstruksi didasarkan pada keamanan, kegunaan, kenyamanan, dan dibangun dengan faktor lingkungan.

Pemenuhan kemampuan Standar Teknis bagian dari yang ditinjau dalam segi lingkungan dan segi tata bangunan, serta keandalan bangunan gedung. Berdasarkan manfaat utama yang diprioritaskan dari aktivitas pada bangunan gedung memiliki beberapa fungsi yaitu:

- a. Fungsi sosial dan budaya
- b. Fungsi yang diperlukan usaha
- c. Fungsi untuk keagamaan

- d. Fungsi untuk hunian
- e. Fungsi khusus

Selain fungsinya, struktur bangunan juga ditentukan berdasarkan kategorinya sebagai berikut:

- a. Tingkat dalam risiko bahaya kebakaran
- b. Ketinggian suatu bangunan
- c. Kualitas kestabilan dan kompleksitas
- d. Lokasi
- e. Kepemilikan suatu bangunan.

Bidang Teknik Sipil menjadi bagian penting pada bidang pembangunan konstruksi, (Susilorini, 2007) menyampaikan bahwa infrastruktur berperan penting dalam mencapai pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Dampak perkembangan teknologi terhadap pelestarian sebagai keseimbangan lingkungan (*eco-balance*) terutama dalam bidang konstruksi. dalam memajukan wawasan lingkungan untuk itu “Eko- Teknik Sipil” menjadi inovasi baru bagi dunia akademik yang peduli terhadap lingkungan. Menurut prinsip dasar desain yang ekologis, bidang Teknik Sipil harus mencapai pembangunan yang berkelanjutan untuk menjaga keseimbangan pemanfaatan sumber daya alam dengan hakikat manusia di bumi.

## **2. Gedung parkir**

Pengertian gedung parkir merupakan suatu gedung khusus sebagai tempat penyimpanan kendaraan untuk beberapa saat. Dengan bangunan gedung parkir dapat dikombinasikan adanya aktivitas kegiatan, dimana

beberapa lantai di atasnya dapat digunakan sebagai tempat kegiatan seperti kantin, mess, perkantoran dan aktivitas kegiatan lainnya.

(Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, (1996) Parkir ialah kondisi tidak memindahkan kendaraan dengan ditinggalkan sementara oleh pemiliknya. Dalam tulisannya mengenai parkir menurut (Syaiful 2013) dalam penelitian (Widyastuti et al., 2018) menjelaskan pengertian parkir yakni kondisi suatu kendaraan tidak bergerak yang terjadi sementara karena pengemudi meninggalkan kendaraannya. Parkir merupakan fasilitas yang dibutuhkan bagi pemilik atau pengguna kendaraan yang memerlukan kendaraannya parkir di tempat. Oleh sebab itu objek penelitian ini yaitu bangunan gedung parkir sebagai fasilitas kendaraan untuk para karyawan pabrik.

### **3. Struktur Baja**

Struktur merupakan komponen dari aspek konsolidasi dan secara keseluruhan berfungsi untuk menyalurkan jenis beban yang disalurkan ke tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk mencegah bangunan runtuh (Ariestadi, 2008).

Baja merupakan logam paduan yang terdiri Karbon (C) dan besi (Fe). Bahan ini lain dari logam murni seperti, aluminium (Al), besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn) dan titanium (Ti), dalam senyawa nonlogam antara besi dan karbon, besi memiliki presentase karbon yang lebih tinggi, dengan kandungan karbon berkisar 0,2 – 2,1% dari beban baja. Karbon mempunyai fungsi agar meningkatkan mutu baja, termasuk kekerasan dan daya tariknya.

Selain karbon, unsur-unsur seperti chrom (Cr), dan nikel (Ni), vanadium (V), dan molibdaen (Mo) sering ditambahkan untuk mendapatkan sifat kain berdasarkan hasil lapangan, seperti tahan panas dan anti korosi, serta ketahanan terhadap suhu tinggi (Ir. Thamrin Nasution, 2011)

Struktur baja adalah suatu rangkaian konstruksi yang dibuat menggunakan paduan material logam yang mencakup bahan besi dan karbon yang saling menyatu dan sifat keliatannya. Menurut Bowles (1985) dalam penelitian (Rinaldo Loe loenaldo et al., n.d.) Baja adalah bahan konstruksi yang sangat baik, dengan sifat keliatannya yang tinggi dan kekuatan yang besar. Keliatan (ductility) adalah kemampuan untuk berubah bentuk dibawah tekanan dan kompresi sebelum adanya kegagalan. Baja memiliki tingkat kekuatan yang tinggi, dan baja menerima tegangan tarik yang tinggi. Jika dibandingkan dengan struktur lain yang terbuat dari kayu atau terbuat dari beton, bahan struktur ini membutuhkan lebih sedikit bahan baku dari komposisinya.

a. Klasifikasi baja berdasarkan komposisi bahan kimia

(Tampubolon, 2021) Klasifikasi sifat baja mampu mengalami perubahan signifikan dengan melakukan modifikasi pada kandungan karbon serta menambahkan elemen tambahan seperti silikon, nikel, mangan, dan tembaga. Umumnya, kandungan karbon pada baja cenderung rendah, berkisar antara 0,2 hingga 0,3% berdasarkan berat, dan tidak melebihi 0,5%.

Baja struktural terdiri dari berbagai bagian, seperti baja karbon untuk multifungsi (A36), baja struktural (A529), baja karbon berdaya tahan tinggi dengan aditif rendah (A572), baja karbon yang kuat terhadap korosi berdaya tinggi dengan aditif rendah (A242 dan A588), dan pelat baja untuk penyejuk dan penempatan (A514 dan A852). Berdasarkan klasifikasi disajikan baja menurut komposisinya antara lain:

1). Baja paduan

Baja paduan merupakan adanya paduan dengan paduan nikel, kromium, molybdenum, anadium, cooper, dan zirkonium digunakan untuk membuat besi tahan karat, keras, tahan panas, dan tekan. Material paduan baja dapat digunakan dalam kombinasi dengan bahan lain. Baja ini memiliki proporsi paduan yang tinggi terhadap elemennya sebagai berikut:

a). Baja Paduan Rendah berdaya Tinggi (*High Low Alloy Steel*)

yaitu baja terbuat dari penggabungan elemen alloy, seperti krom, colombium, copper, mangan, molibdenum, fosfor, dan nikel, kemudian vanadium, atau zircon dengan bahan lain untuk meningkatkan sifat mekanisnya. Jenis baja rendah alloy dengan tegangan leleh 290-550 Mpa dan tegangan putus ( $f_u$ ) 415-700

b). Baja paduan rendah dapat didinginkan dalam air dan kemudian dipanaskan kembali untuk menghasilkan tegangan leleh 80 ksi hingga 110 ksi, atau 550 Mpa hingga 760 Mpa. Tegangan lele diperlukan

untuk tegangan beserta regangan 0,2 persen atau regangan mencapai 0,5 persen.

## 2). Baja karbon

Baja karbon merupakan jenis baja yang sering digunakan dalam peralatan bangunan dan mesin. Oleh karena itu penggabungan karbon dan besi dengan berbagai elemen semacam manganese, sulphur, silikon, phosphorus, kromium dan nikel. Baja karbon memiliki karakteristik yang khas dan diklasifikasikan dalam tiga bagian yaitu:

- a) Baja karbon (0,05 - 0,3%C) kekuatan yang mudah dibentuk serta memiliki daya tahan tinggi
- b) Baja karbon sedang (0,3 – 0,6%C) yang diobati bersama panas memiliki kekerasan dan kekuatan yang lebih baik, tetapi semakin rentan terhadap daktilitas
- c) Baja karbon tinggi (>0,6%) yang tahan dan berkekuatan tinggi, digunakan untuk cetakan, pegas, alat dan sebagainya.

## b. Karakteristik Baja

Material baja memiliki karakteristik, yaitu kekuatan tarik dan kuat tekan yang sepadan, memiliki kekuatan terhadap tekanan aksial dan beban tarik, serta beban lentur yang baik. baja tidak mendapatkan volume yang tinggi, karena memiliki kekuatan yang sama. Menurut salmon dkk., (1986), Struktur baja dibagi atas tiga kategori umum ialah:

1). Struktur rangka (frame structure), komponennya dapat mencakup batang kolom, balok tarik dan batang yang menahan beban aksial dan lenturan

2). Struktur selaput (shell), dengan tegangan aksial yang dominan

3). Struktur penyangga (suspension), yang sistem penyangga utamanya mengalami gaya tarik yang berpengaruh. Struktur baja dapat digunakan untuk berbagai aplikasi bagian pada konstruksi seperti elemen struktur rangka (*truss*) yang mencegah gaya tekan, balok, kolom, tiang lampu, serta digunakan sebagai rol jembatan dan pada sendi bangunan. Material baja diproduksi oleh pabrik dengan mematuhi mutu standar baku, kualitas baja dapat ditanggung sesuai dengan spesifikasinya sehingga dapat dipertanggungjawabkan. Oleh sebab itu, struktur baja banyak dipilih dalam berbagai macam konstruksi gedung karena mempunyai keunggulan dibandingkan dengan material kayu atau beton yang secara umum digunakan, sebagai berikut:

- a) Struktur baja memiliki kekuatan dan daktilitas yang tinggi.
- b) Mampu menahan kondisi deformasi yang besar tanpa adanya keruntuhan dengan tegangan tarik yang tinggi
- c) Memiliki tingkat elastisitas yang tinggi dan kekuatan yang tinggi
- d) Mudah dalam pemasangan dan digabungkan dengan struktur lain sehingga mempercepat waktu pelaksanaan konstruksi.

Namun demikian, terlepas dari kelebihan struktur baja, perlu dimengerti bahwa struktur baja juga mempunyai kekurangan. Ada beberapa kekurangan yang dimiliki struktur baja, diantaranya:

- a) Mudah mengalami tekuk, terutama pada struktur batang tekan, maka perlu diberikan tambahan pengaku baja untuk mencegah tekuk.
- b) Mengalami penurunan kekuatan bila mendapatkan beban pada siklis dan runtuhnya getas pada situasi tertentu, serta kelepasan daktilitas
- c) Material baja dapat mudah mengalami korosi jika terkena udara dan air secara langsung, sehingga harus diperlukan lapisan penutup
- d) Menggunakan material baja memerlukan biaya yang cukup tinggi dan harus diperhitungkan.

#### **4. SNI 1726:2019**

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019. Secara umum standar ini memuat persyaratan minimum terkait beban, tingkat bahaya, dan sasaran kinerja yang diperkirakan untuk konstruksi bangunan dan komponen nonstruktural yang memenuhi persyaratan peraturan bangunan. beban dan kombinasi pembebanan kriteria terkait yang diberikan dalam peraturan ini harus digunakan untuk perancangan dengan metode kekuatan atau metode tegangan izin. Kombinasi pembebanan dan kekuatan desain dianggap mampu memberikan tingkat kinerja yang diharapkan dalam kekuatan peraturan ini. Analisis harus menggunakan metode yang rasional didasarkan pada prinsip-



prinsip mekanika teknik dan mempertimbangkan semua sumber deformasi dan ketahanan.



**Gambar 2. 1** Peta Seismisitas Indonesia 2019

(Sumber: BMKG)

Secara umum gedung tahan gempa direncanakan dengan aturan prosedur perencanaan bangunan (*building codes*). Aturan dirancang untuk melindungi keselamatan penghuni terhadap gempa yang terjadi dan untuk mencegah atau mengurangi kerugian, serta kerusakan yang terjadi terhadap gempa. Meskipun dalam aturan yang digunakan tidak signifikan, bahwa dalam kinerja bangunan terhadap suatu gempa terjadi sebenarnya. Kinerja ini tentu berkorelasi dengan resiko yang dihadapi pemegang, serta investasi bangunan yang berhubungan pada resiko. Desain saismik berbasis (*perfomance-based seismic design*) adalah teknik yang bisa diperlukan sebagai perkuatan struktur yang ada, maupun merencanakan yang baru. Dengan pemahaman realistis mengenai resiko keselamatan, kesiapan pengguna, dan kerugian properti yang memungkinkan timbul dari seismik (Dewobroto, 2005).

Standar utama yang digunakan bangunan gedung dan non gedung yang relevan dipakai di Indonesia yaitu SNI 1726:2019, faktor – faktor dalam penentuan gaya geser yang diakibatkan oleh suatu beban gempa sebagai berikut:

a. Faktor keutamaan gempa dan kategori resiko pada struktur gedung

Untuk berbagai ragam jenis risiko struktur pada bangunan, termasuk gedung dan non-gedung sebagaimana tercantum dalam tabel 2.5, dampak rencana gempa terhadap struktur bangunan perlu dikalikan dengan faktor keutamaan gempa  $I_e$  yang tertera dalam tabel 2.4. namun, struktur yang memiliki risiko IV harus direncanakan sesuai dengan kategori IV, terutama jika diperlukan pintu masuk agar struktur dapat beroperasi secara bersamaan.

Pada metode ini menjelaskan dampak desain gempa yang harus diperhitungkan saat menganalisis struktur bangunan gedung atau non-gedung. Berdasarkan SNI 1726:2019, tabel berikut menunjukkan faktor prioritas gempa dan kategori risiko bangunan gedung dan non-gedung.

**Tabel 2. 1** Faktor keutamaan gempa (Badan Standarisasi Nasional,1726:2019)

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
II	1,25

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
IV	1,50

**Tabel 2. 2** Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen / rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan / mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung, 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"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penangan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau</p>	III

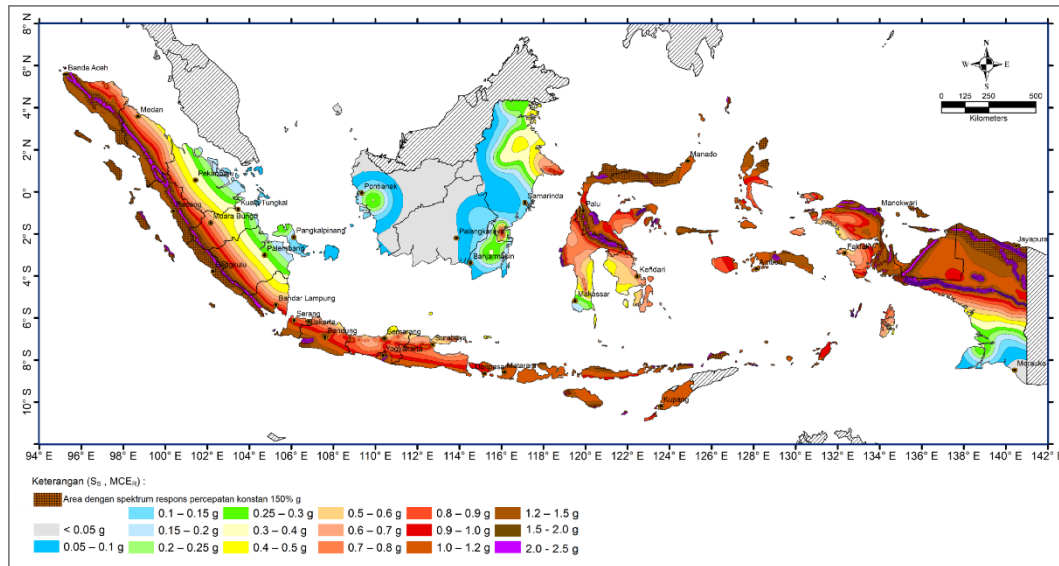
Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang di syartkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	<p>III</p>
<p>Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak di batasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainmnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambuland, dan kantor polisi, serta garasi kendraaan darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendinginan, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran)</li> </ul>	<p>IV</p>

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>- yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat.</p> <p>Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori resiko IV.</p>	IV

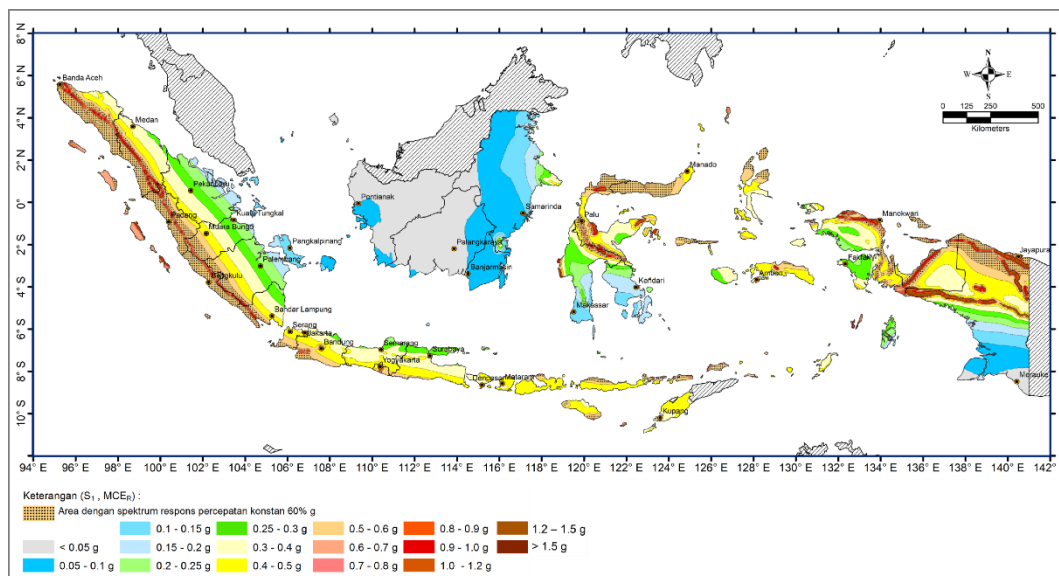
(sumber: Badan Standarisasi Nasional,1726:2019)

b. Parameter percepatan gempa

Parameter percepatan gempa Perencanaan struktur gedung yang kuat agar meminimalisir terjadi kerusakan yang dibutuhkan. Perencanaan kapasitas struktur bangunan dapat memenuhi kriteria yaitu *Strong Column-Weak Beam* adalah kolom kuat tetapi balok lemah, sehingga bangunan jika terjadi gempa besar tidak langsung runtuh atau *collapse*, namun hanya mengalami kerusakan non-struktural. Oleh sebab itu, kekakuan dan kekuatan elemen struktural dan dampak beban gempa harus dipertimbangkan ketika merencanakan suatu bangunan. Pengaruh gempa rencana harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan nongedung, serta berbagai peralatan dan bagian secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun sebesar 2%.



**Gambar 2. 2** Parameter gerak tanah  $S_s$  untuk spektrum respons 0,2 detik.  
(sumber: Badan Standarisasi Nasional,1726:2019)



**Gambar 2. 3** Parameter gerak tanah  $S_1$ , untuk spektrum respons 1 detik.  
(sumber: Badan Standarisasi Nasional,1726:2019)

Selain dengan peta gempa yang di sebutkan, untuk menentukan parameter percepatan gempa bumi dapat digunakan dengan “Aplikasi desain spektra indonesia” di situs: <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

c. Klasifikasi tanah

Dalam kriteria pada desain seismic pada suatu struktur tanah dasar atau untuk menghitung penambahan percepatan puncak gempa dari batuan dasar hingga permukaan tanah suatu situs, sehingga kelas situs tersebut dapat dikategorikan berdasarkan jenis tanah yang teratas yaitu 30 meter. jika dari data tanah yang spesifik tidak tersedia pada situs sampai kedalaman 30 m, maka sifat tanah tersebut harus diestimasi oleh ahli geoteknik. Pada penelitian ini menggunakan asumsi tanah kelas situs SB.

**Tabel 2. 3** Klasifikasi situs

Kelas situs	$\dot{v}_s$ (m/detik)	$\dot{N}$ atau $\dot{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (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	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 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 niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$ ) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

**CATATAN:** N/A = tidak dapat dipakai

d. Koefisien situs

Dalam penentuan respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  dipermukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran 1 detik



( $F_v$ ). parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek ( $S_{MS}$ ) dan periode satu detik ( $S_{M1}$ ) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs. Menentukan faktor koefisien situs ( $F_a$ ,  $F_v$ ) diperoleh dengan menentukan nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  pada pasal 6.2 SNI 1726-2019.

$$S_{MS} = F_a \times S_s \dots\dots\dots (2.1)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

$S_{MS}$  : Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek (g)

$S_{M1}$  : Percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik terhadap kelas situs (g)

$F_a$  : koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik (g)

$F_v$  : koefisien situs untuk periode panjang (pada periode panjang 1 detik) g

$S_s$  : Parameter respon spektral percepatan gempa MCE, untuk periode pendek

$S_1$  : Parameter respon spektral percepatan gempa MCE, untuk periode 1,0 detik

#### e. Spektrum respon desain

Respon spektra merupakan nilai yang menggambarkan respon maksimum dari system derajat kebebasan Tunggal (SDOF), dari berbagai frekuensi alami (periode alami) teredam akibat suatu goyangan tanah.

Untuk parameter percepatan desain pada periode pendek dan periode 1 detik, harus diawali sebelum dapat membuat grafik spektrum respons desain, SDS dan SDI. Parameter percepatan spektral ( $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ ), menggunakan rumus pada pasal 6.3 SNI 1726-2019.

$$S_{DS} = (2/3) S_{MS} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$S_{D1} = (2/3) S_{M1} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

$S_{DS}$  : Parameter respons spektral percepatan desain dalam periode pendek

$S_{D1}$  : Parameter respons spektral percepatan desain dalam periode 1 detik

#### f. Kategori desain seismik

Untuk setiap struktur dalam kategori desain seismik perlu dilakukan dengan memperhitungkan kategori risiko dan sifat dalam percepatan respons spektral desain, yaitu  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$ , sesuai kebijakan yang diuraikan dalam dokumen. Setiap struktur bangunan harus diklasifikasikan sesuai dengan kriteria atau klasifikasi yang dibutuhkan sesuai Standar Nasional Indonesia yaitu SNI 1726:2019.

Kategori risiko struktur I, II, dan III, harus diklasifikasikan sebagai kategori desain seismik E jika parameter respons spektral akselerasinya untuk periode 1 detik ( $S_1$ ) memiliki nilai yang lebih besar atau sama dengan 0,75. Struktur kategori IV dapat diklasifikasikan sebagai kategori desain seismik F jika parameter percepatan respons spektral untuk

periode I detik ( $S_1$ ) lebih besar atau sama dengan 0,75. Apabila digunakan prosedur penyederhanaan kategori desain seismic diperbolehkan untuk ditentukan dari tabel 2.3 dengan menggunakan  $S_{ds}$  yang ditentukan pada pedoman SNI 8.8.1 (SNI 1726:2019).

**Tabel 2. 4** Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons 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. 5** Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (SNI 1726:2019)

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

## 5. SNI 1727:2020

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020) Secara umum acuan ini memuat beban minimum kriteria yang terkait, tingkat bahaya dan sasaran kinerja yang diinginkan untuk bangunan gedung, dan komponen nonstrukturnya yang memenuhi syarat peraturan bangunan. kombinasi dan pembebanan kriteria terkait dalam standar harus digunakan sebagai perancangan dengan metode kekuatan atau metode tegangan izin yang terdapat dalam spesifikasi desain sebagai material structural konvensional. Pada ketentuan standar ini kombinasi pembebanan dan kekuatan desain dianggap mampu memberikan tingkat kinerja yang diinginkan.

Beban struktur adalah aksi atau gaya yang muncul akibat berat seperti bahan bangunan, penghuni dan muatan, serta dampak lingkungan, adanya

mobilitas, dan akibat deformasi pada dimensi. Beban konstan yaitu memiliki frekuensi variasi yang rendah dari waktu ke waktu. Beban variabel melingkupi beban yang menyeluruh yaitu beban hidup dan mati, beban tanah, beban angin, salju, beban hujan dan banjir serta beban gempa. Kombinasi pembebanan dan kekuatan desain yang diterapkan dapat mencapai tingkatan kinerja yang diinginkan pada standar ini. (Badan Standardisasi Indonesia SNI 1727:2020, 2020)

Salah satu alternatif pemecah untuk mengatasi kerusakan struktur akibat beban yang berlebihan adalah dengan merencanakan kebutuhan beban berdasarkan fungsi bangunan dan sesuai peraturan (Weimintoro et al., 2021). Dalam menganalisis kinerja besarnya beban yang dihasilkan dapat mengacu pada Standar Nasional Indonesia yang ditetapkan. Adapun aspek dari pembebanan yang digunakan dalam analisis konstruksi gedung, sebagai berikut:

a. Beban mati / Dead Load (DL)

Beban mati yaitu seluruh beban material struktur, yang meliputi berbagai aspek bangunan seperti atap, kolom, balok, dinding, lantai, atap, komponen struktural dan arsitektural, serta berat derek dan sistem pengangkutan material termasuk peralatan layan terpasang. Beban mati juga mencakup peralatan tetap yang terpasang, yang terdiri dari beban derek dan sistem pada pengangkut material. (Badan Standardisasi Indonesia SNI 1727:2020, (2020)

b. Beban hidup

Mengacu pada (SNI 1727:2020, (2020), Pengertian beban hidup yaitu beban dari penghuni dan pemilik bangunan, terlebih terhadap beban orang, barang atau mesin yang bergerak. Elemen sruktur berbeda yang tidak dari bagian beban lingkungan dan beban konstruksi, seperti pada beban angin, dan pembebanan gempa, beban hujan, atau beban mati. Selama perawatan terdapat beban hidup atap yang disebabkan oleh pekerja, material dan peralatan, atau pada layan struktur yang disebabkan oleh benda yang dipindahkan.

Dalam analisis bangunan dan struktural, beban hidup adalah maksimum yang diperlukan pada bangunan gedung dan strukturlain, jika terjadi karena penggunaan dan penghuni. Oleh sebab itu beban hidup tidak boleh kurang pada beban merata minimum yang diterapkan pada SNI 1727:2020. Secara praktis beban hidup tidak tetap, sementara lainnya dapat bergerak tempatnya. Karena ukurannya yang tidak diketahui, lokasi dan kepadatannya. Dibawah ini terdapat tabel beban hidup terdistribusi merata sebagai berikut:

**Tabel 2. 6** Beban hidup terdistribusi merata minimum,  $L_o$  dan beban hidup terpusat minimum (Badan Standardisasi Indonesia SNI 1727:2020)

Hunian atau penggunaan	Merata, $L_o$ psf ( $kN/m^2$ )
Parkir	40 (1,92)

c. Beban gempa

Beban gempa yaitu gaya yang bekerja terhadap suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan oleh adanya getaran seismik. Metode dalam menganalisis beban gempa yaitu analisis statis dan analisis dinamis. Analisis statis yaitu metode struktur dengan getaran gempa yang diaplikasikan sebagai suatu pembebanan horisontal statik yang bekerja pada pusat-pusat masa bangunan. Sedangkan analisis dinamis yaitu analisis struktur yang pembagian gaya geser gempa yang diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur bangunan. (Ghozi & Ifani Rizaldhy, 2023)

d. Kombinasi dasar beban untuk desain kekuatan

Menurut (Badan Standardisasi Indonesia SNI 1727:2020.), Struktur, elemen, dan dasar harus dirancang sedemikian rupa, sehingga keandalan dari kekuatan desainnya setara atau melebihi dampak beban-beban terfaktor dalam kombinasi, efek yang timbul akibat satu atau lebih beban yang tidak aktif harus diperhitungkan. Berikut adalah kombinasi dasar yang didefinisikan dalam Standar Nasional Indonesia 1727:2020.

- 1).  $1,4D$
- 2).  $1,2D + 1,6 + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 3).  $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
- 4).  $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 5).  $0,9D + 1,0W$

Dengan:

- $D$  : yaitu beban mati
- $L_r$  : beban hidup pada atap
- $L$  : artinya beban hidup
- $S$  : adalah beban salju
- $R$  : yaitu beban hujan
- $W$  : ialah beban angin

## 6. SNI 1729:2020

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1729:2020 yaitu tentang “Spesifikasi untuk konstruksi menggunakan gedung baja structural” ini mengacu pada “*American Institute of Steel*” AISC 360-16 tahun 2016 tentang *Spesification for Steel Buildings*.

Pada analisis struktur baja terdapat dua konsep, yakni konsep *Allowable Stres Design* dan *Load and Resistance Factor Design*. Konsep ASD merupakan perencanaan berdasarkan tegangan yang terjadi di bawah tegangan izin. LRFD atau diistilahkan sebagai Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT), yaitu suatu perencanaan didasarkan dari beban terfaktor dalam memperkirakan suatu kondisi batas, kondisi maksimum yang dapat diberikan suatu penampang yang berada di luar batas elastis (inelastic), selain itu juga memperhitungkan tegangan ultima baja ( $f_u$ ).

Pada SNI 1729:2020 hal.6 dimana peraturan ini mengacu pada *American Institute of Steel Constructions* (AISC), maka jenis baja dalam standar ini



berdasarkan *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Sifat mekanis mutu baja berdasarkan ASTM.

**Tabel 2. 7** Sifat mekanis mutu baja berdasarkan ASTM

Jenis Baja	Tegangan tarik ultima $f_u$ Mpa	Tegangan leleh minimum, $f_y$ Mpa
ASTM A36/36M	400-500	250
ASTM A529/A529M Grade 50	485-690	345
ASTM A572/A572M Grade 42	415	290

(Sumber: SNI 1729:2020)

Berdasarkan SNI 03-1729-2002, Sifat-sifat mekanisme dari berbagai jenis mutu baja yang secara umum yaitu:

- a. Modulus elastisitas = E : 200.000 Mpa
- b. Modulus geser = G : 80.000 Mpa
- c. Nisbah poisson =  $\mu$  : 0.3
- d. Koefesien Pemuaiian =  $\alpha$  :  $12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

## 7. Penampang profil baja

Penampang profil baja merupakan material bahan konstruksi yang dipergunakan secara luas dalam pembangunan. Adapun jenis-jenis profil baja sebagai berikut:

### a. *Honey Beam*

H-beam merupakan material jenis profil struktural baja yang berbentuk seperti huruf “H” saat dilihat dari tampak samping, H-beam

memiliki dua *flensa* dikedua ujungnya yang terhubung oleh sayap.

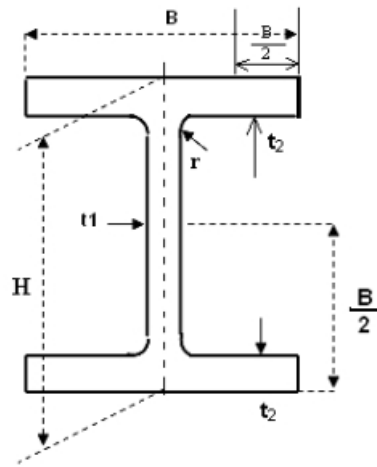
Jenis *Castellated Beam* adalah profil struktural yang telah meningkatkan kekuatan komponen struktural dan memperpanjang ke arah yang setara, serta di las sepanjang bagian. Profil ini memiliki ketinggian ( $h$ ) sekitar 50% tinggi dari profil baja, dengan demikian menambah nilai momen inersia ( $I_x$ ), dan dari lentur aksial, serta dari modulus section ( $S_x$ ). Knowles, (1991) dalam penelitian (Hidayat, 2019).

b. *C Channal*

Profil baja saluran C (CNP) digunakan sebagai purlin (balok penyangga penutup atap, dan penyangga penutup dinding (*girts*), serta komponen rangka arsitektural.

c. *Wide Flange*

Profil WF (*Wide Flange*) merupakan profil struktural baja yang diaplikasikan untuk elemen struktur balok dan kolom. Profil ini memiliki sayap yang lebih lebar dari profil I-beam standar, profil baja *Wide Flange* ini lebih efektif dalam beban lateral dan memberikan kestabilan lebih baik.



**Gambar 2. 4** Penampang Baja

Dengan:

- H : Tinggi penampang badan .....(mm)
- B : Lebar penampang sayap .....(mm)
- $t_1$  : Tebal badan .....(mm)
- $t_2$  : Tebal kaki sayap .....(mm)
- r : Radius sudut .....(mm)

**Tabel 2. 8** Tabel Baja

Ukuran penampang (mm)				Luas Penampang cm <sup>2</sup>	Berat Kg/m
H × B	$t_1$	$t_2$	r		
200 × 100	5,5	8	11	27,16	21,23
300 × 150	6,5	9	13	46,78	36,7
400 × 200	8	13	16	84,10	66,0
450 × 200	9	14	18	96,80	76,0

Sumber: SNI-07-7178-2006

## 8. Analisa Struktur

Metode analitis ini digunakan untuk menguji struktur, komponen struktural, elemen dan sambungan. Untuk memastikan apakah struktur memenuhi persyaratan yang sesuai, sehingga menghasilkan struktur yang memenuhi kriteria kekuatan, dan keseimbangan gaya serta deformasi didalam struktur. Berikut merupakan analisis elemen struktur pada konstruksi gedung:

### a. Plat lantai

Plat lantai yakni tingkat pembatas antara lantai bawah dengan lantai diatasnya. Dengan konsep plat lantai disokong oleh balok-balok yang menopang pada kolom konstruksi bangunan.

### b. Kolom dan balok

Menurut SNI 2847:2013 kolom merupakan bagian struktural dengan perbandingan terhadap dimensi lateral terendah yang melebihi 3, fungsi terutama kolom yaitu untuk menopang beban tekan aksial. Sedangkan menurut Ismawan D., (1991) Kolom merupakan elemen suatu kerangka konstruksi yang menempati posisi terpenting dalam struktural bangunan.

Kolom merupakan suatu elemen struktur vertikal atau dengan tidak adanya momen lentur yang secara fungsi sebagai beban aksial yang diterukan ke pondasi. Pengertian balok yaitu bagian struktur berdasarkan bentang arah horizontal yang berfungsi untuk menopang beban lateral, sehingga beban yang berkerja pada balok menghasilkan gaya reaksi pada titik tumpu.

Menurut Setiawan, (2008)., Gaya aksial yang berfungsi relatif kecil dibandingkan dengan momen lentur yang bekerja, maka efek gaya aksial dapat direncanakan sebagai balok lentur. Namun, jika suatu elemen struktur disebut kolom-balok salah satu elemen mengalami gaya aksial dan momen lentur tidak dapat diabaikan.

#### c. Struktur atap

Struktur atap adalah elemen struktur yang berada diatas bangunan dan berfungsi sebagai perlindungan terhadap bangunan dari kondisi cuaca dan faktor lainnya. Struktur atap terdiri dari bagian-bagian penting, antara lain kuda-kuda dan penutup atap yang berfungsi sebagai penutup kuda-kuda dan komponen dibawahnya.

Atap merupakan elemen suatu struktur bangunan yang berperan sebagai pelindung pada ruangan yang dibawahnya dari pengaruh panas, angin, hujan, debu, dan angin serta keperluan perlindungan. Konstruksi atap mencakup balok melintang (menerima gaya tarik), balok berfungsi sebagai tiang (menerima gaya tekan). Atap memiliki peranan krusial yang dari fungsi bangunan secara signifikan (Noorlaelasari, 2010).

Persyaratan atap yang harus dipenuhi termasuk:

- 1). Struktur atap perlu memiliki kekuatan dan menopang beban sendiri dan dapat dan tahan terhadap tekanan dan beban angin, serta menopang beban-beban lainnya.
- 2). Material penutup atau harus menaham terhadap pengaruh perubahan cuaca

- 3). Sudut atau kemiringan atap harus sesuai dengan jenis material penutupnya.

Dalam perencanaan agar mempertimbangkan beberapa hal pada saat memilih kategori atap hingga bahan yang digunakan, salah diantaranya adalah material baja. Baja adalah material konstruksi yang populer, karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi daripada beton, keuntungan penggunaan baja sebagai konstruksi terutama pada struktural bangunan yaitu kekuatan tinggi, pelaksanaan yang parkatis dan tahan lama, (Rajil Munir, 2017) dalam penelitian (Longkutoy Gabby Grtivia, 2022).

## **9. Aplikasi SAP2000**

*Structural Analysis Program (SAP200)*, merupakan suatu program Analisa struktur yang digunakan sebagai perhitungan konstruksi / struktur pada bangunan dengan pemodelan struktur dan portal bangunan. Program SAP200 ini umum digunakan para engineer karena memudahkan dalam mendapatkan hasil analisa perhitungan bangunan yang akurat dan cepat.

SAP2000 dirancang untuk melakukan perhitungan struktur gedung dengan kemampuan mendukung berbagai kode desain digunakan untuk otomatisasi desain struktur baja, beton dan bahan konstruksi lainnya. Desain struktural adalah pilihan tambahan untuk menilai profil penampang struktur apakah sudah memenuhi persyaratan perencanaan sebagai perilaku struktural atau disebut *post-procesing*. Analisis struktural yang dimaksud adalah menentukan respon struktur terhadap beban yang diterima, yaitu berupa peletakan gaya reaksi, serta deformasi (defleksi) pada struktur itu sendiri.

Secara umum, langkah-langkah dalam melakukan analisis struktur dan desain baja terdiri dari membuat model struktur berdasarkan material dan komponennya, lalu memasukan *load* ke dalam model. Selanjutnya, analisis struktur dilakukan untuk mengetahui kekuatan dalam (Wahyudi, 2015).

a. Pemodelan struktur

Dalam modeling yang telah disediakan terdapat beberapa model struktural pada SAP2000. Sebelum memulai pada desain struktural harus menentukan unit yang digunakan, yaitu ukuran berat, panjang, dan suhu, serta dapat mengubah atau membuat pemodelan sesuai dengan rencana.

Sistem koordinat *Global* adalah berada dalam tiga kordinat notasi yaitu X, Y, dan Z koordinat ini merupakan sumbu yang saling tegak lurus sesuai dengan aturan tangan kanan. Lokasi pada sistem koordinat Global dapat ditentukan menggunakan variabel x, y, z. vektor dalam sistem koordinat Global dapat ditentukan dengan memberikan lokasi dua titik, sepasang sudut, atau dengan memberikan arah koordinat. Arah koordinat ditunjukkan dengan nilai X, Y, dan Z. SAP2000 mengansumsikan sumbu Z ialah arah vertikal, dengan Z+ arah ke atas. Sistem lokak untuk joint, elemen, dangaya percepatan tanah ditentukan berdasakan arah ke atas. Sedangkan arah beban berat sendiri ke bawah pada arah Z-. Bidang sumbu X-Y merupakan bidang horizontal dengan sumbu X+ merupakan sumbu utama. Sudut pada bidang horizontal diukur dari sumbu positif X, dengan sudut positif yaitu berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam.

Sistem koordinat lokal pada elemen frame memiliki sistem koordinat lokal yang digunakan untuk menentukan potongan property, beban dan gaya-gaya keluaran. Untuk menentukan sistem koordinat lokal elemen menggunakan orientasi default dan sudut koordinat elemen frame, dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1). Arah sumbu lokal selalu memanjang dari arah sumbu elemen, arah positif ialah dari ujung ke ujung
- 2). Orientasi pada sumbu lokal 2 dan 3 ditentukan oleh hubungan diantara lokal sumbu 1 dan koordinat global Z sebagai berikut
  - Apabila sumbu lokal 1 arah horizontal, maka bidang 1-2 dibuat sejajar dengan sumbu Z
  - Apabila sumbu lokal satu arah keatas ( $Z^+$ ), maka arah sumbu lokal 2 sejajar dengan koordinat  $X^+$
  - Sumbu lokal 3 selalu arah horizontal searah bidang x-y

#### b. Properti material dan elemen

Bahan struktural, seperti baja, beton, dan aluminium tersedia dalam aplikasi SAP2000 serta dapat diterapkan pada elemen setiap modeling. Pada saat menentukan sifat-sifat parameter awal yang terkait dengan material, karakteristik perencanaan atau standar yang telah digunakan dapat disesuaikan, termasuk pada penampang material.

#### c. Pembebanan

Suatu struktur membutuhkan evaluasi berbagai kondisi pembebanan, terutama pada tahap desain penampang untuk mengidentifikasi kondisi



kritis. Pada konteks ini, pengelompokan beban yang memiliki jenis yang serupa, seperti kelompok beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), atau beban lateral, yaitu dengan Static Load Case yang dianalisis secara terpisah.

Pemuatan pada struktur diatur untuk bekerja pada sambungan, nodal, dan elemen bingkai. Pada sambungan, beban kerja adalah beban terpusat yang bekerja pada akhir rentang elemen, termasuk pada titik perletakan, atau pada struktur portal. Dalam elemen, beban kerja dapat menjadi beban genap yang bebas untuk bekerja di sepanjang elemen.

#### d. Analisis

Pada tahap analisis yaitu pertama-tama dalam SAP2000 adalah menentukan tingkat kebebasan (DOF) struktur. Secara default, SAP2000 selalu berasumsi bahwa semua enam tingkat kebebasan, yaitu  $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$ ,  $R_x$ ,  $R_y$ , dan  $R_z$ , akan diaktifkan. Namun beberapa analisis struktur tidak membutuhkan semua tingkat kebebasan ini.

Dengan:

$U_x$  : Pergeseran pada sumbu global X

$U_y$  : Geseran pada arah global Y

$U_z$  : Pergerakan arah sumbu global Z

$R_x$  : Putaran pada sumbu global X

$R_y$  : Putaran ke arah sumbu global Y

$R_z$  : Putaran arah sumbu global Z

e. Perubahan bentuk dan gaya – gaya dalam

1) Perubahan bentuk

Dalam suatu konstruksi beban disebabkan struktur mengalami deformasi. pada batang pendek menjadi panjang disebabkan ada gaya tarik, batang panjang menjadi batang pendek disebabkan ada gaya tekan, atau batang lurus mengalami bengkok. Akan tetapi perubahan bentuk juga faktor dari jenis bahan struktur yang digunakan serta dimensi dari bangunan.

2) Gaya Dalam

Beban yang terjadi pada struktur disebut gaya luar, dari gaya luar akan timbul deformasi pada suatu konstruksi, untuk melawan perubahan tersebut diperoleh gaya yang disebut gaya dalam. Berikut berbagai gaya dalam:

- Internal Force gaya internal, berupa  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  berupa gaya normal atau aksial dan gaya lintang / geser → gaya N dan D.
- Internal momen yaitu  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  → M
- Akibat gaya luar juga terjadi defleksi / penurunanan ( $\Delta$ ) dan rotasi

Dimana:

$F_x$  : Gaya aksial

$F_y$  : Gaya geser vertikal

$F_z$  : Gaya geser horizontal

$M_x$  : Momen melintasi sumbu X, yaitu momen torsi

$M_y$  : Momen melintasi sumbu Y, yaitu momen lentur horizontal

$M_z$  : Momen melintasi sumbu Z, yaitu momen lentur vertikal.

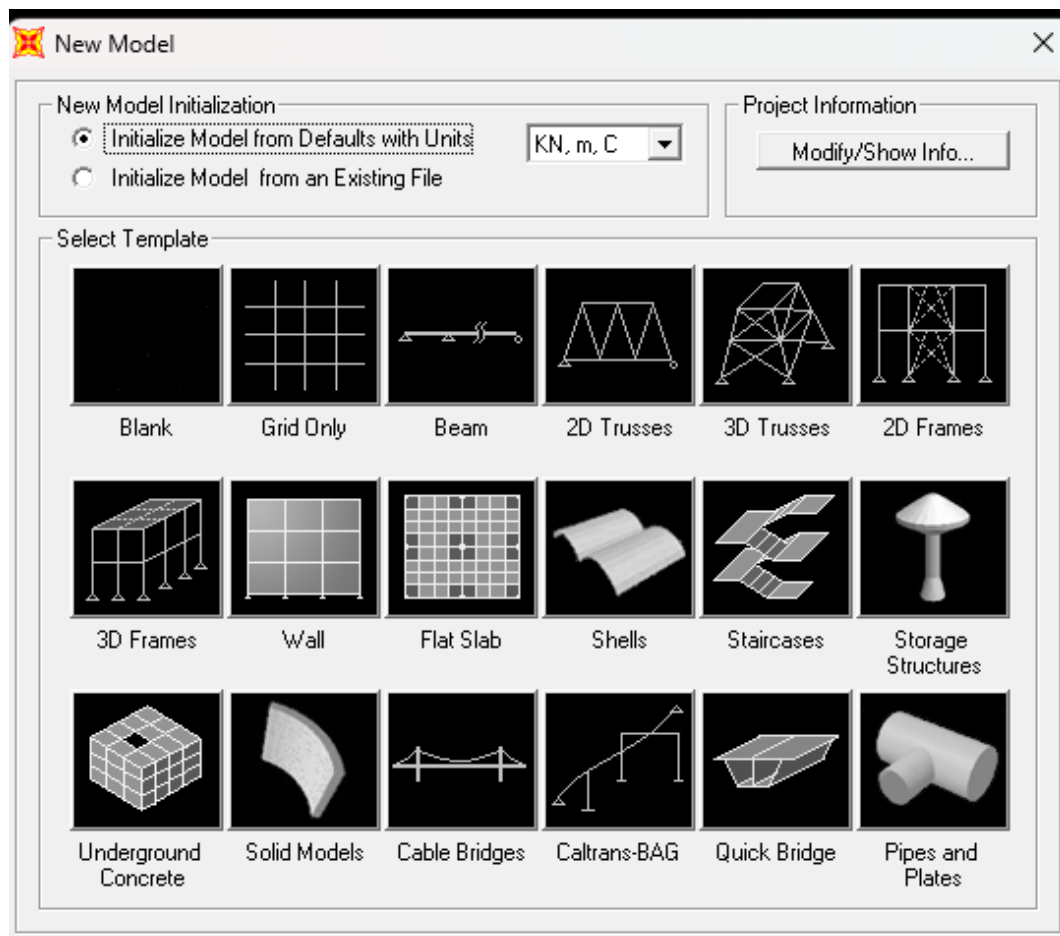
f. Langkah-langkah pemodelan SAP2000 V.22

Dalam menganalisis struktur menggunakan aplikasi *Structural Analysis Program (SAP2000)*, adapun tahapan-tahapan penggunaan aplikasi SAP secara umum sebagai berikut:

1). Pembuatan model struktur

Pemodelan awal dalam permodelan menggunakan SAP2000 V.22 yaitu dengan membuat tampilan grid sesuai rencana yang akan dimodelkan.

- Pada menu bar pilih File → New Model → kemudian pilih template yang akan digunakan
- Pada option unit pilih jenis satuan yang akan digunakan.



**Gambar 2.5** *Tab Tamplate*

(sumber: Screen aplikasi SAP2000, Dokumen pribadi)

## 2). Pendefinisian properties

Untuk merencanakan properties yang akan digunakan dalam analisis SAP, berikut tahapan dalam memodelkan properties:

- Input material properties
- Klik pada menu *Define* → Material propeties
- Pilih *Add new material* → pada material name isi dengan jenis material yang digunakan sesuai rencana
- Pilih jenis material yang digunakan → Material Type (*Steel*)
- Kemudian isikan Material Property Data sesuai rencana.

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: A36

Material Type: Steel

Material Grade: Grade 36

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 7,697E-05

Mass per Unit Volume: 7,849E-09

**Units**

N, mm, C

**Isotropic Property Data**

Modulus Of Elasticity, E: 199947,98

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G: 76903,07

**Other Properties For Steel Materials**

Minimum Yield Stress, Fy: 248,2113

Minimum Tensile Stress, Fu: 399,896

Expected Yield Stress, Fye: 372,3169

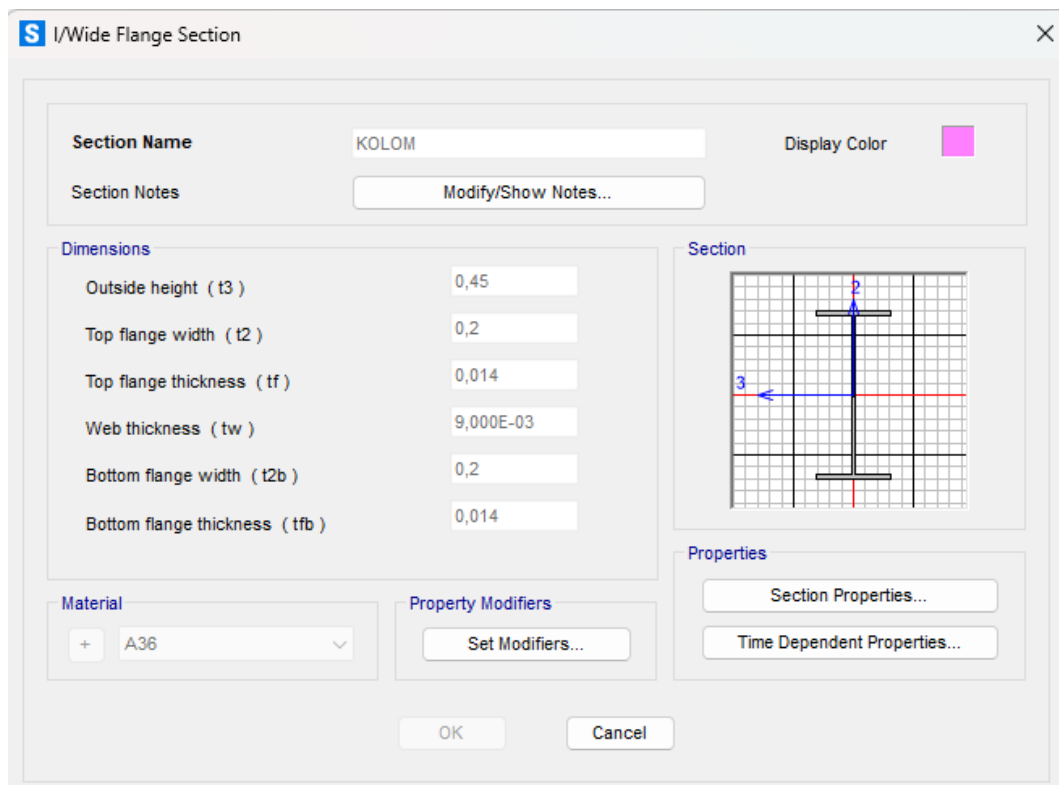
Expected Tensile Stress, Fue: 439,8856

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

**Gambar 2. 6** *Material Property Data*  
sumber: (Screen Aplikasi SAP2000, Dokumen Pribadi)

- Input dimensi penampang
- Pada tampilan menu bar pilih Define
- Kemudian pilih Section properties → Frame sections
- Pilih Add new properties data → pada Frame section property type pilih Steel → Pilih jenis penampang yang digunakan



**Gambar 2. 7** Setting Ukuran Penampang

(Sumber: Screen Aplikasi SAP2000, Dokumen Pribadi)

### 3). Mengaplikasikan pembebanan

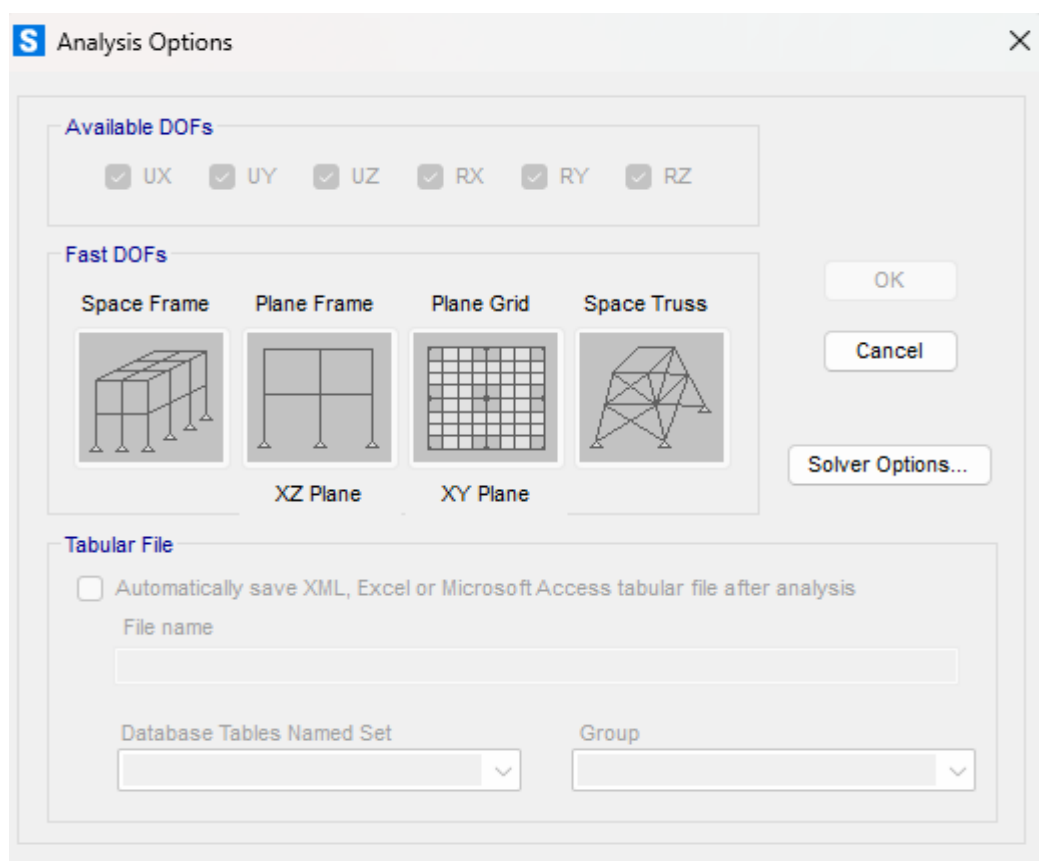
Pada model struktur ada dua jenis beban yang diberikan pada model, berupa beban merata dan beban pusat, untuk menginput beban merata atau pusat harus disesuaikan dengan peraturan apakah di izikan atau tidak. Untuk nilai-nilai beban disesuaikan berdasarkan acuan SNI.

- Input beban merata
- Pilih menu bar pada tamplan SAP yaitu Assign → Frame loads → Distributed
- Pada *drop down* menu Load pattern name pilih input beban yang akan dimasukan, Live untuk beban hidup.

### 4). Analisis

Dalam tahapan analisis ada beberapa tahapan yang harus dilakukan sebagai berikut:

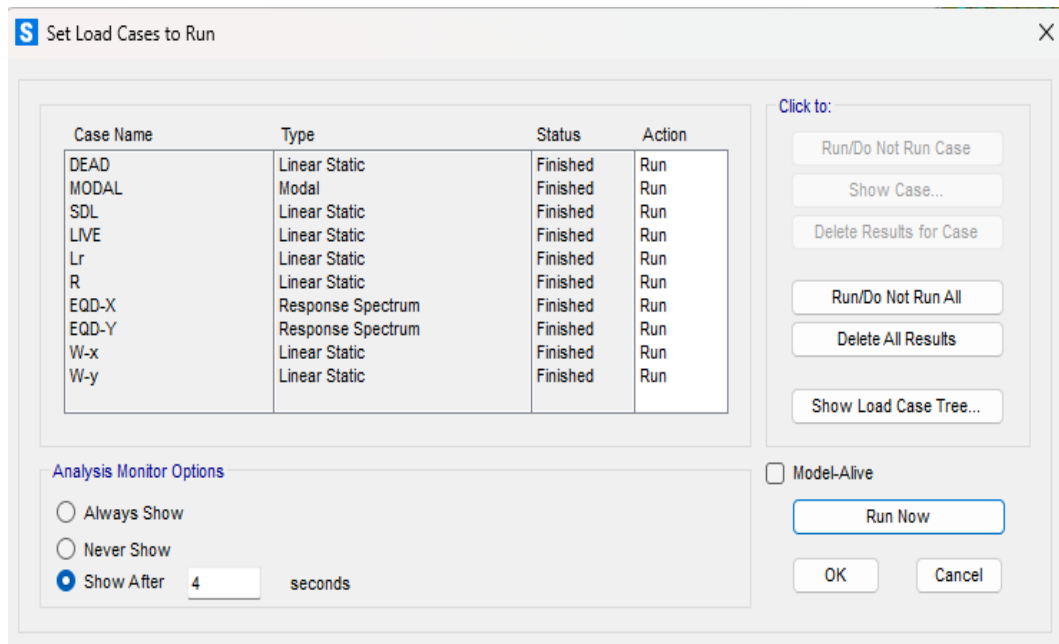
- Menentukan tipe analisis struktur
- Pilih *Analyze* pada tampilan menu SAP.2000 V.22
- Kemudian pilih Set analyse options → Space frame → OK



**Gambar 2. 8** Run Analysis

(Sumber: Screen Aplikasi SAP2000, Dokumen Pribadi)

- Melakukan analisis
- Pilih kembali menu Analyze → Run analyze



**Gambar 2. 9** *Setting* Pemilihan Beban Kemudian *Run Now*

(Sumber: Screen Aplikasi SAP2000, Dokumen Pribadi)



## B. Tinjauan Pustaka

1. (Ihya & Walujodjati, 2022) Tempat parkir merupakan lokasi penyimpanan sementara kendaraan. Dalam perencanaan lahan parkir dengan stuktur baja, acuan utama yang dipakai ialah Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1729 tahun 2002. Peraturan standar ini menjelaskan bahwa dalam merencanakan struktur baja, maka pada hal yang esensial yaitu terciptanya struktur bangunan yang stabil, memiliki kekuatan yang memadai, daya tahan yang baik, dan tujuan lain terpenuhi seperti efisiensi ekonomi serta kemudahan pelaksanaan. Untuk menggunakan metode kuantitatif, penelitian ini memerlukan data sekunder dari perencanaan bangunan parkir. Data primer yang dikumpulkan penelitian ini adalah dari foto dan wawancara pribadi dengan perencana bangunan parkie untuk menentukan profil yang digunakan saat membangun struktur. Berdasarkan hasil dari perhitungan manual pada balok dan kolom dengan ketentuan profil 250.175.7.11 sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa semua balok dan kolom pada struktur baja ini dikategorikan aman untuk menahan gaya yang bekerja aktif dan menerima kapasitas beban parkir. Namun demikian, perencana diharapkan memiliki pemahaman teknis *engineering* yang mendalam serta kemampuan untuk melakukan perhitungan struktural elemen secara akurat dengan hitungan yang relevan dan terbaru dari standar indonesia untuk perencanaan bangunan

2. (Zachari & Turuallo, 2020) Dalam penelitiannya pemilihan material merupakan aspek penting dalam merancang sebuah konstruksi, sebab masing-masing material diketahui memiliki sifat yang beragam. Tujuan artikel ini yaitu untuk menghasilkan gambaran tentang bagaimana merancang konstruksi baja berlandaskan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Konstruksi utama struktur bangunan memerlukan material baja, oleh karena itu keuletan yang lebih daktail dibandingkan dengan material lain untuk desain bangunan yang tahan gempa. Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) yang diperlukan sebagai sistem struktur penahan beban gempa seismik untuk menganalisis beban besar dengan menggunakan metode spektrum respons. Menurut hasil desain menghasilkan bahwa bangunan terbuat dari baja yang tahan gempa memenuhi standar drift lantai dengan maksimum yang diperoleh yaitu 93,5 mm dilantai 2 kurang dari simpangan yang diijinkan yaitu 95 mm. Struktur umumnya dianggap layak jika memenuhi standar kekuatan dan kenyamanan, serta tidak mudah runtuh, miring, atau bergerak selama periode desain
3. (Santina dkk., 2018) Perencanaan struktur bertujuan untuk menciptakan struktur yang memenuhi kemampuan layan, kekuatan dan ekonomis. Karena keterbatasan di lokasi pada pembangunan tempat parkir sepeda menggunakan konstruksi baja di lantai 4 Spazio Tower 2 sedang dilakukan pengembangan vertikal. Namun struktur ini nampaknya kurang optimal, oleh karena itu pemilihan proofil baja IWF yang

optimal untuk struktur portal (balok dan kolom) harus didesain ulang agar dapat menahan beban internal yang terjadi. Struktur bangunan menggunakan pemodelan 2D dalam analisis struktur dengan program SAP2000 yaitu mengacu SNI 1726-2002. Berlandaskan hasil analisa struktur portal dan perancangan ulang profil baru dalam pembangunan garasi parkir sepeda motor 4 lantai, maka untuk menentukan profil IWF sebagai komponen balok memanjang dengan menggunakan ukuran IWF  $400 \times 200 \times 7 \times 11$ , sedangkan komponen balok silang menggunakan ukuran IWF  $350 \times 175 \times 6 \times 9$ . Komponen lateral dan penyangga menggunakan IWF  $350 \times 350 \times 10 \times 16$ . Dengan pengurangan dimensi 33,45 sebesar 1% dari nominal yang dipertimbangkan, 2,1% dari kuat tekan nominal dibandingkan kondisi eksisting.

4. (faqih nasyiin, 2008) *Structural Analysis and Design V.9* adalah analisis struktural yang dapat digunakan untuk merancang struktur baja, beton bertulang, aluminium, atau bahan lainnya. Keistimewaan dari program canggih ini adalah menganalisis struktur ruang dan membedakannya dari analisis struktural konvensional yang hanya dapat menganalisis struktur. Pada masa lalu desain struktural harus dilakukan dalam kerja tim dan memakan waktu lama. Pada zaman sekarang pengguna dapat dengan mudah melakukan analisis secara individual dengan menggambar struktur geometrik, dengan memasukan beban, dan melakukan analisis, serta kemudian merancang struktur apabila

elemennya sebagai frame. Dalam hal unit, pengguna dapat dengan mudah beralih dari metrik, satuan SI, atau bahkan unit bahasa inggris.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Metode Penelitian

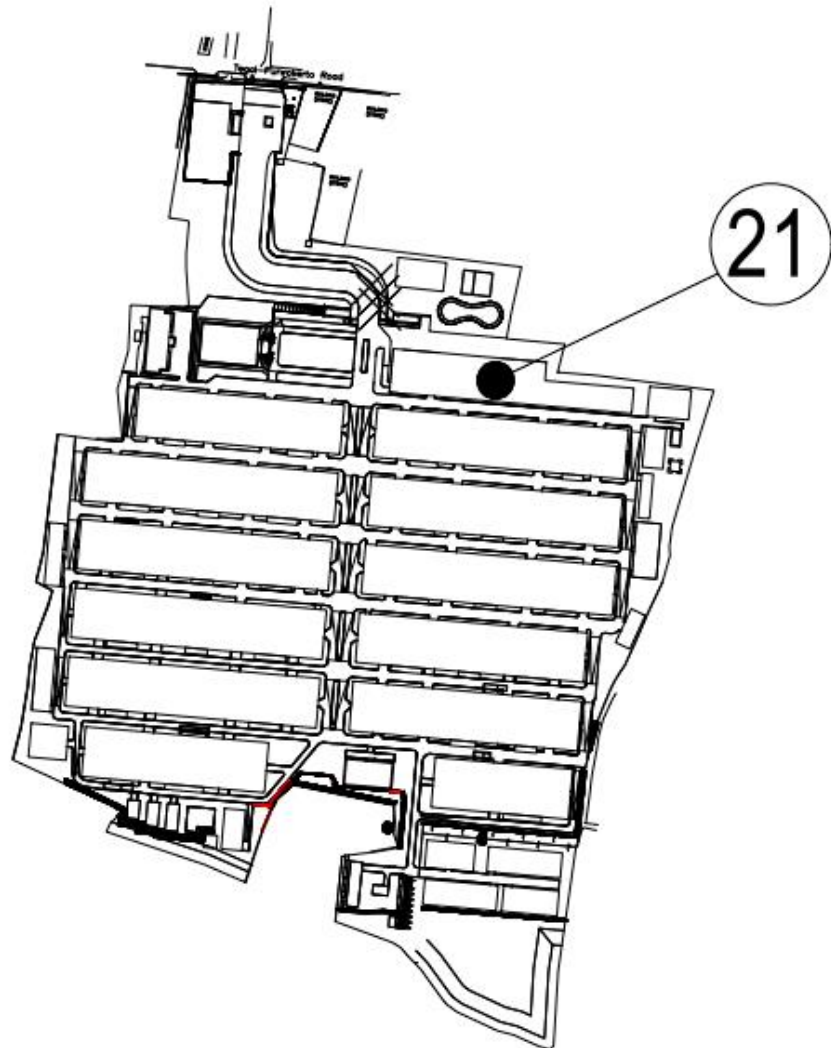
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metodologi rekayasa sebagai pendekatan penelitian. Metodologi rekayasa ini dengan tujuan berfokus pada analisis dan penambahan struktur lantai dan atap bangunan parkir PT. Adonia Footwear. Pada analisis ini memerlukan bantuan aplikasi program *Structural Analysis Program (SAP2000)* untuk mengetahui kinerja struktur pada saat dikenakan beban.

#### B. Lokasi Penelitian

Proyek pembangunan gedung parkir ini merupakan bagian dari bangunan penunjang pabrik PT. Adonia Footwre Indonesia, yang berlokasi di Desa Lebaksiu kidu, Kecamatan Lebaksiu, Kabupaten Tegal, Provinsi Jawa Tengah. Dengan titik koordinat Lintang  $-7^{\circ}02'52''$  S dan Bujur  $108^{\circ}08'21''$  E. Proyek Pembangunan ini dilaksanakan pekerjaannya oleh PT. Pilar Teguh Utama sebagai kontraktor. Berikut lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 dan bangunan 21 menunjukkan tempat bangunan parkir.



**Gambar 3. 1** Lokasi  
(sumber: Aplikasi google earth)



**Gambar 3. 2** Siteplan

(sumber: Gambar kerja PT. Pilar Teguh Utama)

### **C. Metode Pengumpulan Data**

Untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan pada penelitian ini, ada beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi dokumen yaitu untuk mendapatkan informasi tentang objek bangunan parkir antara lain dokumen gambar, catatan, dan data-data yang berhubungan dengan topik penelitian ini. Data yang diperoleh dari

dokumen proyek PT. Pilar Teguh Utama sebagai general contractor proyek pembangunan pabrik PT. Adonia Footwore Indonesia

2. Studi literatur yaitu dengan melakukan studi literatur terkait analisis struktur atas yaitu bangunan parkir, analisis menggunakan aplikasi program SAP2000, dan pedoman peraturan SNI 1729:2019, SNI 17126:2020, SNI 1729:2020.

#### **D. Analisis dan Pembahasan**

Proses analisis pada bangunan parkir PT. Adonia Footwore Indonesia terhadap data yang telah dikumpulkan, berikut tahapan metode analisis yaitu:

1. Analisis deskriptif: yaitu dengan menggambarkan geometri struktur gedung yang telah dihimpun
2. Pada tahap kedua yaitu dengan melakukan analisis pembebanan pada aplikasi program SAP2000 berdasarkan peraturan. Analisis pembebanan dilakukan dengan memasukan data struktur gedung meliputi data kolom, balok, dan plat. Serta beban yang bekerja yaitu beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Data tersebut kemudian dianalisis dan diperoleh gaya-gaya yang bekerja pada bangunan, meliputi gaya aksial, gaya geser, dan momen yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya
3. Pedoman Standar Konstruksi

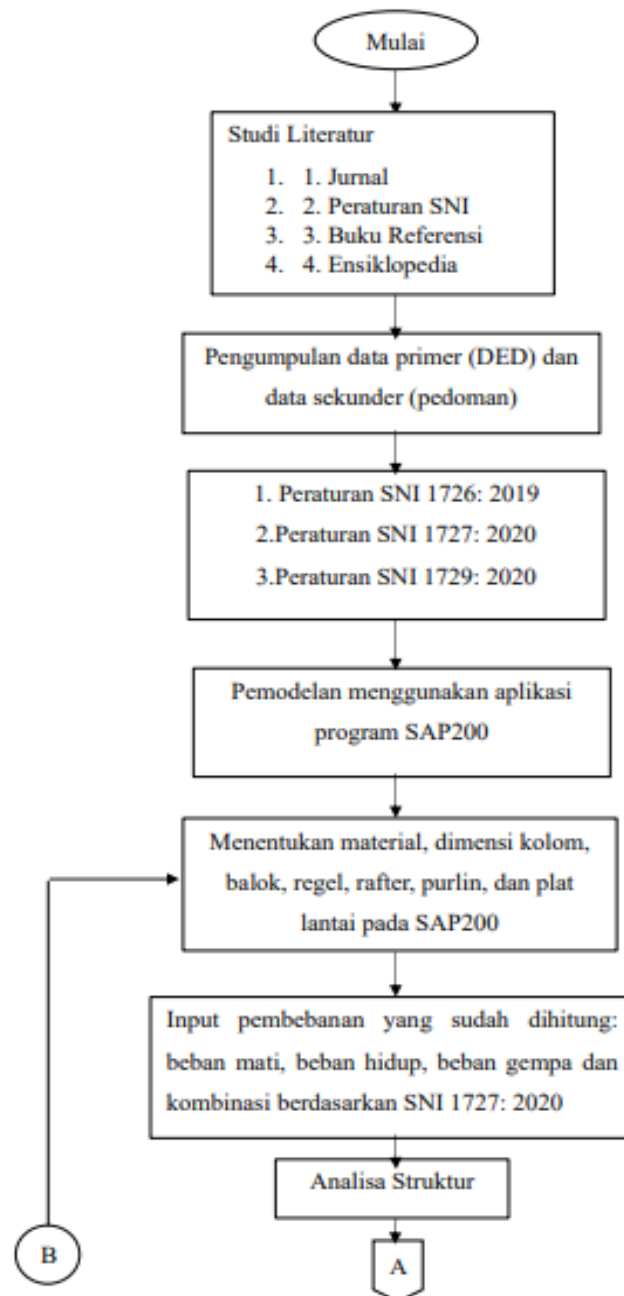
Dalam merencanakan konstruksi bangunan gedung, terdapat berbagai referensi yang digunakan sebagai landasan, baik dalam aspek pembebanan maupun perhitungan komponen-komponen gedung. Pada penelitian ini mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia sebagai berikut:

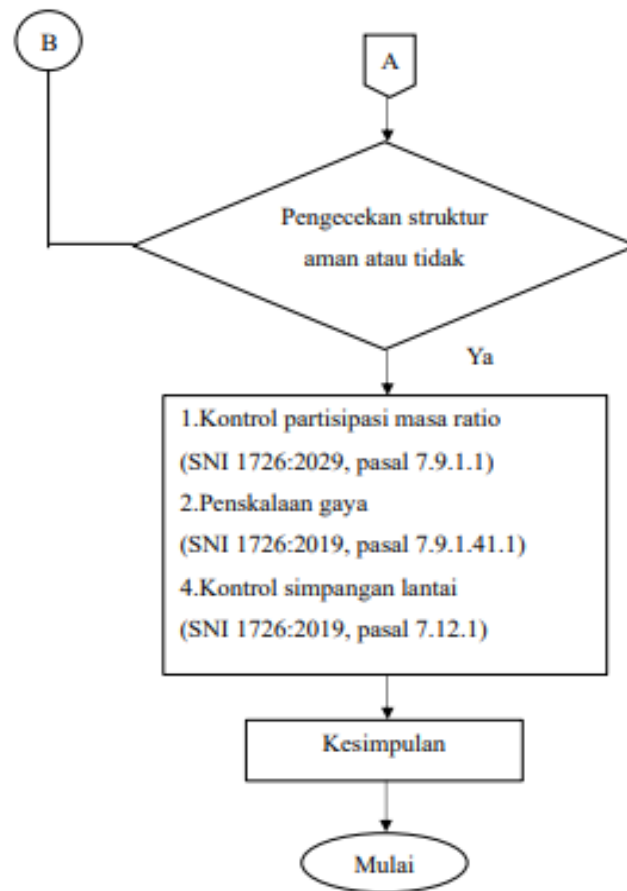


- a. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, (SNI 1726:2019)
  - b. Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain, (SNI 1727:2020)
  - c. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural, (SNI 1729:2020).
4. Kontrol analisis merupakan pembahasan hasil output dari analisis Struktur yang sudah **di Run analzye**, dengan hasil deformasi dan gaya-gaya
  5. Tahap ketiga, merupakan Kesimpulan dan saran atas penelitian yang telah dilakukan.

#### **E. Diagram Alur Pikir Penulisan**

Adapun bagan alur dalam penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3. dan tahapan analisis struktur gedung menggunakan SAP2000 dapat dilihat pada gambar 3. Sebagai berikut:





**Gambar 3. 3** Diagram alur pikir

(sumber : pribadi)