

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN KAMPUS III UIN IMAM BONJOL PADANG PADA GEDUNG C

Program Studi: Teknik Sipil  
Jenjang Pendidikan: Strata-1



Disusun oleh:

**ADI SUHENDRA SAOGO**  
17101154330068

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PUTRA INDONESIA "YPTK"  
PADANG  
2021**

## Abstrak

Kebutuhan Gedung untuk Fasilitas Pendidikan selalu krusial terutama di ibu kota, kabupaten, Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang merupakan salah satu bangunan Fasilitas Pendidikan yang baru dibangun di Balai Gadang, Kec. Koto Tengah, Kota Padang Sumatera Barat. Berdasarkan investigasi lapangan, bahwa mutu beton bangunan memenuhi standar, yaitu  $f_c = 30$  MPa. Sehingga perlu dilakukan analisis struktur bangunan tersebut. Analisa struktur dilakukan dengan *software* ETABS v16. Pembebanan gempa menggunakan beban gempa dinamis dengan metode Respon Spektrum, dengan menggunakan Respon Spektrum yang dikeluarkan oleh PUSKIM PU tahun 2019. Analisa struktur dilakukan dengan mengevaluasi kinerja struktur dilihat dari analisa kapasitas lentur dan geser pada kolom dan balok, serta simpangan antar lantai pada bangunan eksisting. Hasil yang didapat dengan pemodelan kerangka terbuka (*open frame*) kapasitas struktur eksisting cukup kuat yaitu pada kolom lantai satu dan lantai dua, balok, serta simpangan antar lantai yang memenuhi izin. Sedangkan jika menggunakan pemodelan kerangka dengan dinding pengisi (*masonry infilled frame*), struktur gedung kampus ini cukup kuat untuk menahan beban kerja sesuai peraturan yang berlaku saat ini. Oleh karena itu kemampuan gedung ini terhadap beban gempa sangat tergantung pada kontribusi dinding dalam menahan beban lateral, sehingga koneksi dinding ke kolom dan balok sangat menentukan untuk menahan beban gempa.

**Kata Kunci :** SNI gempa 1726 : 2019, evaluasi, analisis struktur, kampus uin imam bonjol padang, ETABS.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	.ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	.iii
HALAMAN DEWAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi

<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Struktur Beton Bertulang.....	5
2.2 Kegagalan Bangunan.....	7
2.3 Analisa Pembebanan.....	8
2.3.1 Beban Hidup.....	8
2.3.2 Beban Mati.....	8
2.3.3 Beban Gempa.....	8
2.4 <i>Retrofitting</i> .....	16
2.4.1 Global Retrofit.....	17
2.4.2 Local Retrofit.....	18
2.5 Analisa Kelayakan Struktur.....	19
2.5.1 Analisa Kapasitas Lentur dan Aksial Penampang Kolom.....	19
2.5.2 Analisa Kapasitas Lentur dan Geser Kolom.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tahapan Pelaksanaan dalam Tugas Akhir.....	21
3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir.....	32
<b>BAB IV ANALISA STRUKTUR</b>	
4.1 Jenis Struktur.....	33
4.2 Data Struktur Gedung.....	33
4.3 Analisis Pembebanan.....	37
4.4 Analisis Kapasitas Penampang Struktur Kondisi Eksisting.....	42

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

### **DAFTAR PUSTAKA**

Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020*. Jakarta: BSN.

Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019*. Jakarta: BSN.

Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung, SNI 1726:2019*. Jakarta: BSN.

### **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Kategori risiko Bangunan Gedung.....	9
Tabel 2.2. Faktor Keutamaan Gempa.....	11
Tabel 2.3. Kelas Situs.....	12

Tabel 2.4. Koefisien Situs Fa.....	12
Tabel 2.5. Koefisien Situs Fv.....	13
Tabel 2.6. Nilai Parameter Perioda Pendekatan Ct dan X.....	15
Tabel 4.1. Gempa Arah X.....	46
Tabel 4.2. Gempa Arah Y.....	46
Tabel 4.3. Gempa Desain.....	46
Tabel 4.4. Gempa Desain.....	46
Tabel 4.5. Kapasitas Geser Kolom.....	49
Tabel 4.6. Kapasitas Lentur TieBeam.....	49
Tabel 4.7. Kapasitas Geser TieBeam.....	49
Tabel 4.8. Kapasitas Lentur Balok.....	50
Tabel 4.9. Kapasitas Geser Balok.....	50
Tabel 4.10. Simpangan Arah X.....	51
Tabel 4.11. Simpangan Arah Y.....	52
Tabel 4.12. Partisipasi Massa.....	53

## **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
PENDIDIKAN KAMPUS III UIN IMAM BONJOL PADANG PADA GEDUNG**

**C**

Disusun Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Mendapatkan gelar sarjana teknik

Program Studi : Teknik Sipil  
Jenjang Pendidikan : Strata – 1



Disusun Oleh :

**Adi Suhendra Saogo**

**17101154330068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PUTRA INDONESIA "YPTK"  
PADANG  
2021**

**HALAMAN PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adi Suhendra Saogo  
No. BP : 17101154330068  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan Bahwa :

1. Sesungguhnya tugas akhir yang saya susun ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam laporan ini yang saya peroleh dari hasil karya tulis orang lain, telah saya tulis sumbernya dengan jelas dan sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.
2. Jika dalam pembuatan tugas akhir, baik pembuatan tugas khusus maupun tugas akhir, secara keseluruhan, ternyata terbukti dibuatkan oleh orang lain, maka saya menerima sanksi yang diberikan akademik, berupa pembatalan tugas akhir, dan mengulang kembali penelitian dan laporannya dengan judul baru.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Padang, 28 Juli 2021  
Saya yang menyatakan,

**Adi Suhendra Saogo**  
17101154330068

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
PENDIDIKAN KAMPUS III UIN IMAM BONJOL PADANG PADA GEDUNG**

**C**

*Telah dipersiapkan dan disusun oleh :*

**Adi Suhendra Saogo**  
**17101154330068**

Telah memenuhi persyaratan untuk diujikan  
didepan dewan penguji sidang Tugas Akhir

Padang, 28 Juli 2021

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

**Rita Nasmirayanti, M.T**  
**NIDN : 1007058107**

**Nanda, M.T**  
**NIDN : 1015039101**



**HALAMAN DEWAN PENGUJI**

**ANALISIS STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
PENDIDIKAN KAMPUS III UIN IMAM BONJOL PADANG PADA GEDUNG  
C**

*Telah diujikan dan dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir  
Fakultas Teknik Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang*

Padang, 23 Agustus 2021

**SUSUNAN DEWAN PENGUJI**

1. Nama Penguji ( Rita Nasmirayanti, M.T )  
NIDN : 1007058107
2. Nama Penguji ( Jihan Melasari, M.T )  
NIDN: 1014048902

Diketahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang

**Dr. Ir. Zefri Yenni, MM**

**NIDN : 1009096401**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
PENDIDIKAN KAMPUS III UIN IMAM BONJOL PADANG PADA GEDUNG  
C**

*Telah dipersiapkan dan disusun oleh :*

**Adi Suhendra Saogo**  
**17101154330068**

Telah diujikan didepan dewan penguji Tugas Akhir  
dan telah dinyatakan lulus memenuhi syarat

Padang, 23 Agustus 2021

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

**Rita Nasmirayanti, M.T**  
**NIDN : 1007058107**

**Nanda, M.T**  
**NIDN : 1015039101**

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang

**Dr. Ir. Zefri Yenni, MM**  
**NIDN : 1009096401**

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adi Suhendra Saogo  
No. BP : 17101154330068  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Karya Ilmiah : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang atas karya ilmiah saya ini dan perangkat yang ada dengan judul :

**ANALISIS STRUKTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
PENDIDIKAN KAMPUS III UIN IMAM BONJOL PADANG PADA GEDUNG  
C.**

Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang berhak menyimpan, mengelola, merawat dalam bentuk pangkalan data, dan mempublikasikan selama tetap mencantumkan nama sebagai penulis dengan hak bebas royalti.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Padang, 28 Juli 2021

Saya yang menyatakan,

**Adi Suhendra Saogo**

17101154330068

KATA PENGANTAR

Atas berkat dan rahmat Allah SWT, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya.

Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak H. Herman Nawas, selaku Ketua Yayasan Perguruan Tinggi Komputer (YPTK) Padang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Sarjon Defit, S. Kom., M.Sc., selaku Rektor Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang.
3. Ibu Rita Nasmirayanti, M.T dan Ibu Nanda.,M.T selaku dosen pembimbing I dan Pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. PT. PP (Persero) Tbk, PT. Yodya Karya, PT. Penta Rekayasa yang telah banyak membantu dan memberikan kesempatan untuk memperoleh data yang saya perlukan.
6. Kepada senior yang telah menunjukkan saya langkah dan cara pembuatan laporan yang baik dan benar.
7. Sahabat saya Seno Willy Dharma Sipayung dan juga sahabat yang lainnya yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan laporan ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Padang, 28 Juli 2021

Adi Suhendra Saogo

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang sebagai penyelenggara pendidikan tinggi agama Islam memiliki posisi yang penting dan strategis di Indonesia yang berada di kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. UIN Padang diberi nama Imam Bonjol yaitu dari seorang ulama Pahlawan Nasional Indonesia yang berasal dari Sumatera Barat. Sejak zaman kolonial Belanda kota Padang juga sudah menjadi pusat pendidikan di Sumatera Barat. Tercatat pada tahun 1864, jumlah pelajar yang terdaftar di sekolahnya yang ada di kota sebanyak 237 orang. Kota Padang juga sudah memiliki puluhan perguruan tinggi yang berada di wilayah Padang. Salah satunya adalah kampus UIN Imam Bonjol yang sudah tersebar di kota Padang. Pembangunan pada Kampus III UIN Imam Bonjol ini ialah merupakan wujud dari visi dan misi kampus tersebut. Sehingga dapat membantu meningkatkan pendidikan di kota Padang. Terlepas dari itu demi menunjang tingkat pendidikan optimal maka pembangunan kampus tersebut harus memperhatikan pembangunannya. Kota Padang juga merupakan zona rawan gempa maka dari segi pembangunan harus baik dan betul untuk dalam perhitungan struktur supaya tidak terjadi kerusakan pada gedung tersebut bila terjadi gempa maupun beban yang ada pada gedung tersebut.

Indonesia yang merupakan negara dengan aktivitas kegempaan yang sering terjadi dan juga sangat tinggi. Regulasi dalam perencanaan bangunan ini juga terkait dengan aktivitas gempa mulai digunakan sejak tahun 1983, 2002, 2012 dan telah diperbaharui pada tahun 2019. Terkhususnya pada wilayah daerah Sumatera Barat, menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) adalah daerah kategori rawan gempa, karena Tatanan Tektonik ini menjadi sumber terjadi gempa bumi. Oleh karena itu, dalam proses perencanaan Gedung harus memperhatikan standar dan Persyaratan-persyaratan yang sesuai dengan kondisi saat ini.

Oleh karena itu, Peneliti tertarik untuk melakukan analisis struktur pada Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang dengan menggunakan standar SNI Gempa 03-1726-2019 yang berlaku pada saat ini.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penyusunan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis struktur bangunan eksisting Gedung Kampus III UIN imam Bonjol Padang dan menganalisis secara teknis analisis struktur berdasarkan SNI Gempa 03-1726-2019.
2. Mengetahui kondisi eksisting gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang.

Tujuan dalam penelitian ini memberikan pemahaman dan menambah wawasan mengenai kekuatan struktur dan dan perubahan pada standar perencanaan bangunan gedung Kampus III UIN imam Bonjol Padang sesuai standar SNI yang berlaku saat ini.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar tidak meluasnya topik pembahasan pada tugas akhir ini, maka topik permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Bangunan yang diteliti adalah gedung Kampus III UIN imam Bonjol Padang yang berada di Balai Gadang, Kec. Koto Tengah, Kota Padang Sumatera Barat. Struktur yang dianalisa adalah struktur atas bangunan (*upper structure*), dimana pondasi diasumsikan terkekang sempurna (*fixed*).
2. Bentuk Struktur bangunan digunakan yaitu gedung Kampus III UIN imam Bonjol Padang dengan data struktur komponen komponen utama seperti balok, kolom, dan plat lantai.
3. Mutu beton dan baja didapatkan dari hasil investigasi lapangan dengan cara melakukan uji *hammer test*.
4. Analisis pembebanan dan gaya dalam dihitung dengan menggunakan program (*software*) analisis struktur ETABS v16.0.3.
5. Beban yang diperhitungkan dalam analisis perencanaan gedung :
  - Beban mati/ berat sendiri bangunan (*Dead Load*)
  - Beban hidup (*Live Load*)
  - Beban gempa (*Earthquake Load*)
6. Pedoman peraturan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- SNI 2847: 2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung;
- SNI 1726: 2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung;
- SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan gedung dan Struktur lain.

#### **1.4. Sistematika Penulisan**

Alur sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

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

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

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

##### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

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

##### **BAB IV PEMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR**

Meliputi bentuk pemodelan struktur bangunan yang terdiri dari struktur yang menggunakan perkuatan dan tanpa menggunakan perkuatan serta analisa pembebanan, kemudian dilakukan analisis struktur untuk mendapatkan gaya dalam serta perpindahan struktur yang diperkuat dan tanpa diberi perkuatan.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

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

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Struktur Beton Bertulang**

Beton bertulang merupakan material yang digunakan pada sebagian besar konstruksi bangunan, baik itu besar maupun kecil, misalnya gedung, bendungan, jembatan, perkerasan jalan dan bangunan teknik sipil lainnya. Struktur beton bertulang juga lebih sering digunakan dalam sebuah pekerjaan konstruksi bangunan dibandingkan dengan jenis struktur lainnya. Salah satu alasannya ialah dikarenakan jenis beton yang satu ini dapat bekerja dengan baik dalam suatu sistem struktur, khususnya dalam mengemban tugas menahan gaya tarik.

Beton ini juga mampu menahan kuat daya tekan, akan tetapi juga lemah di dalam menahan gaya tarik yang melebihi pada nilai tertentu yang jika melebihinya akan mengalami retak-retak pada beton. Karena itu beton juga perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan (baja tulangan) untuk menanggung gaya tarik yang bekerja, yaitu berupa batang-batang baja yang disebut tulangan.

Beton bertulang pada stuktur bangunan gedung juga terdiri dari beberapa elemen struktur, seperti balok, kolom, dan pelat lantai dan berikut penjelasannya.

##### **1. Balok**

Balok beton bertulang merupakan salah satu dari komponen struktur yang berfungsi menyalurkan beban-beban dari pelat ke kolom yang pada akhirnya oleh kolom disalurkan ke pondasi.

##### **2. Kolom**



Kolom merupakan bagian dari elemen atau komponen struktur suatu bangunan gedung yang berfungsi sebagai penyalur beban yang berasal dari beban diatas pelat, berat sendiri pada pelat, dan balok yang kemudian disalurkan ke pondasi.

### 3. Pelat

Pelat beton bertulang merupakan sebuah struktur yang dibuat untuk keperluan seperti lantai bangunan pada atap dan sebagainya dengan bidang permukaan yang arahnya horizontal. Pada struktur pelat ini juga beban bekerja secara tegak lurus dan disalurkan pada dinding, balok, kolom, atau tanah karena letaknya yang dapat ditumpu oleh dinding, balok, kolom, atau bisa dapat juga terletak langsung di atas tanah (*slab on ground*). Suatu struktur yang ideal harus memenuhi syarat-syarat sebuah struktur, adapun syarat-syarat adalah sebagai berikut:

#### 1. Kekakuan

Suatu struktur harus memiliki kekakuan yang cukup sehingga pergerakannya dapat dibatasi. Kekakuan pada struktur dapat diukur dari besarnya simpangan antar lantai (*drift*) bangunan, semakin kecil simpangan struktur maka bangunan tersebut akan semakin kaku (Smith dan Coull, 1991). Kekakuan bahan dipengaruhi oleh modulus elastisitas bahan dan ukuran elemen tersebut. Modulus elastisitas berbanding lurus dengan kekuatan bahan, semakin kuat bahan maka bahan tersebut juga semakin kaku. Namun bahan yang terlalu kaku, sifat nya bisa menjadi getas.

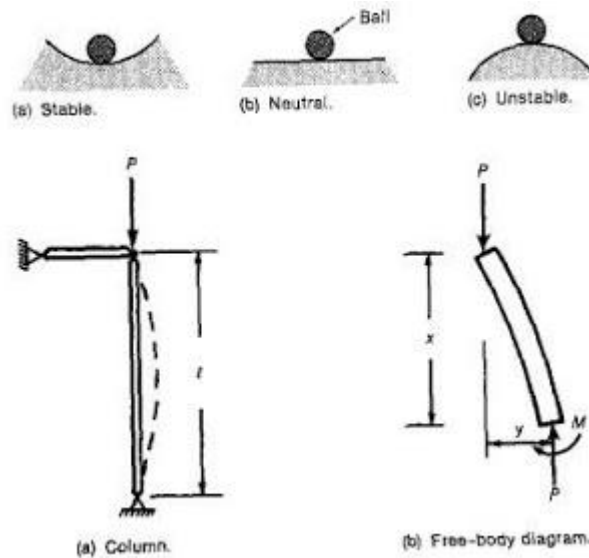
#### 2. Kekuatan

Kekuatan ialah merupakan kemampuan elemen dan komponen struktur bangunan yang bekerja secara vertikal ataupun horizontal pada bangunan dalam menahan beban-beban yang timbul. Komponen struktur

verikal berupa kolom yang fungsinya untuk menahan gaya-gaya vertikal yang dialirkan dan disebarkan menuju sub-struktur dan fondasi bangunan. Komponen struktur horizontal yang merupakan struktur pada lantai dan balok sebagai penahan beban mati dan beban hidup yang diteruskan ke kolom (Zuhri, 2011)

### 3. Kestabilan

Konsep pemeriksaan kestabilan ini dikemukakan oleh Mac Gregor dalam bukunya yang berjudul Reinforced Concrete, Mecjanics and Design pada tahun 1997. Dalam bukunya ini juga tersebut beliau mengemukakan konsep kestabilan pada struktur seperti sebuah bola yang berada pada suatu tempat dengan keadaan tertentu.



**Gambar 2.1** Konsep Kestabilan

Pada gambar 2.1, dijelaskan keadaan a menunjukkan dalam keadaan yang stabil, yang berarti bahwa walaupun bola dapat bergerak namun tetap dapat kembali pada keadaan semula. Sedangkan keadaan b menunjukkan keadaan yang kurang stabil karena ketika bola tersebut bergerak, belum tentu bola tersebut akan kembali pada keadaan semula, sedangkan keadaan c juga menunjukkan keadaan yang tidak stabil,

dimana bila sedikit saja bola terkena gaya dan bergerak maka bola tersebut akan langsung jatuh.

## **2.2 Kegagalan bangunan**

Kegagalan konstruksi merupakan keadaan hasil dari pekerjaan konstruksi yang tidak sesuai dengan spesifikasi pekerjaan sebagaimana disepakati dalam kontrak kerja konstruksi baik sebagian maupun keseluruhan . (Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 29 Tahun 2000)

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi, pasal 60, disebutkan bahwa tanggung jawab kegagalan bangunan secara eksplisit melibatkan dua unsur yaitu:

1. penyedia jasa konstruksi
2. penyedia jasa rencana

Kegagalan pada konstruksi tersebut dapat berupa teknis dan non teknis. Kegagalan konstruksi secara faktor teknis karena pelaksanaan yang tidak sesuai dengan kesepakatan yang ada di dalam kontrak, contohnya mutu beton rendah, ukuran tulangan baja yang lebih kecil dan lainnya yang melenceng dari kesepakatan kontrak. Sedangkan faktor non teknis yaitu lebih disebabkan sebelum kontrak disepakati, contohnya tenaga kerja yang tidak ahli dibidangnya/professional, lemahnya hubungan antara pihak yang terkait, tidak kompetennya Badan Usaha dan lainnya.

## **2.3 Analisa Pembebanan**

Dalam melakukan perencanaan sebuah struktur, perlu ditinjau beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Adapun jenis beban-beban yang bekerja pada struktur terdiri atas :

### **2.3.1 Beban Hidup (*Live Load*)**

Beban hidup beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni dari bangunan tersebut, yang mana besarnya berdasarkan fungsi ruangan pada bangunan tersebut.

### 2.3.2 Beban Mati (*Dead Load*)

Beban mati merupakan berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, terdiri dari berat elemen struktur, arsitektur, mekanikal, elektrikal, plumbing serta finishing. Beban mati bekerja akibat gaya gravitasi.

### 2.3.3 Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Persyaratan struktur bangunan tahan gempa adalah kemungkinan terjadinya risiko kerusakan pada bangunan merupakan hal yang dapat diterima, dan tetapi pada keruntuhan total (collapse) dari struktur yang dapat mengakibatkan terjadinya banyak korban yang harus dihindari. Dalam perencanaan struktur bangunan ini juga dapat pengaruh terhadap gempa yang digunakan pada Gempa Rencana. Gempa Rencana adalah gempa yang peluang kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 %.. Parameter dalam analisis pada beban gempa adalah sebagai berikut:

#### a. Kategori risiko bangunan

Kategori risiko bangunan adalah penentuan seberapa besar pengaruh terhadap timbulnya korban atau risiko yang akan ditimbulkan apabila bangunan rusak pada saat terjadinya gempa. Oleh karena itu kategori risiko ini ditentukan berdasarkan jenis dan pentingnya fungsi bangunan tersebut. kategori risiko bangunan ini juga dapat diklasifikasikan dalam 4 kategori berikut:

**Tabel 2.1** Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa

(Sumber: SNI-1726;2019)

Jenis Pemanfaatan	Kategori
-------------------	----------

	<b>Resiko</b>
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas perkebunan, pertanian, , perikanan dan perternakan</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 - Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadinya kegagalan pada gedung, 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> </ul>	III

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas penitipan anak</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 penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung juga yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau juga disebut tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia yang juga berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat pada lingkungan sekitar jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan juga fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, kantor polisi, ambulans serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, pusat operasi, komunikasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darura</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, menara pendingin, tangki penyimpanan bahan bakar struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV
--	----

b. Faktor Keutamaan Gempa (I)

Faktor keutamaan gempa adalah nilai faktor pengali pembesaran beban gempa sesuai besarnya kategori risiko bangunan.

**Tabel 2.2** Faktor Keutamaan Gempa (Sumber : SNI-1726:2019)

Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa, $I_e$
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

c. Kelas Situs

Penentuan klasifikasi situs didapatkan berdasarkan propertis tanah yang didapat pada pengujian tanah di lokasi bangunan yang akan dibangun.

**Tabel 2.3** Kelas Situs (Sumber : SNI-1726:2019)

Kelas situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (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 0)	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 plasitisitas $PI > 75$ ) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

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



d. Menentukan koefisien situs (Fa dan Fv)

Penentuan koefisien situs berdasarkan jenis kelas situs yang telah didapatkan sebelumnya. Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan 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 (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (Fv).

**Tabel 2.4** Koefisien situs Fa (Sumber : SNI-1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 detik, S <sub>i</sub>					
	S <sub>i</sub> ≤ 0,25	S <sub>i</sub> = 0,5	S <sub>i</sub> = 0,75	S <sub>i</sub> = 1,0	S <sub>i</sub> = 1,25	S <sub>i</sub> ≥ 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 <sup>(a)</sup>					

**Tabel 2.5** Koefisien situs Fv (Sumber : SNI-1726:2019)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada periode 1 detik, S <sub>i</sub>					
	S <sub>i</sub> ≤ 0,1	S <sub>i</sub> = 0,2	S <sub>i</sub> = 0,3	S <sub>i</sub> = 0,4	S <sub>i</sub> = 0,5	S <sub>i</sub> ≥ 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 <sup>(a)</sup>					

e. Parameter untuk gempa tertimbang maksimum

Penentuan parameter respons spektral maksimum dilakukan dengan mengalikan faktor koefisien kelas situs dengan percepatan batuan dasar. Parameter respons spektral maksimum dibagi atas parameter respons percepatan pada periode pendek (SMS), periode 1 detik (SM1).

$$SMS = Fa \times SS \quad (2.1)$$

$$SM1 = Fv \times S1 \quad (2.2)$$

Keterangan :

- SMS* : Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek  
*SM1* : Parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik  
*SS* : Parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek  
*S1* : Parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik

f. Parameter Percepatan Spektral desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek (SDS) dan pada periode 1 detik (SD1), harus ditentukan melalui perumusan berikut:

$$SDS = \frac{2}{3} \times SMS \quad (2.3)$$

$$SD1 = \frac{2}{3} \times SM1 \quad (2.4)$$

Keterangan :

- SDS* : Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek  
*SD1* : Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik

g. Spektrum Respons Desain

Dalam langkah ini dilakukan penggambaran respons spektra sesuai SNI 1726:2019 pasal 6.4 untuk rentang–rentang periode sebagai berikut:

- Untuk  $T \leq T0$

$$Sa = SDS + (0,4 + 0,6 \frac{T}{T0}) \quad (2.5)$$

- Untuk  $T0 \leq T \leq TS$

$$Sa = SDS \quad (2.6)$$

- Untuk  $T > T_s$

$$S_a = SD1/T \quad (2.7)$$

Keterangan :

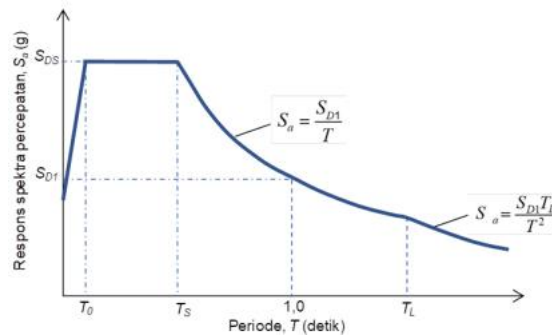
$SI$  : Parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik

$SDS$  : Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

$T$  : Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \left( \frac{SD1}{SDS} \right) \quad (2.8)$$

$$T_s = SD1/SDS \quad (2.9)$$



**Gambar 2.2** Spektrum respons desain.

h. Periode Fundamental Pendekatan

Periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ), dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$T_a = C_t h_n^x \quad (2.10)$$

Keterangan :

$T_a$  : Periode fundamental pendekatan (detik)

$h_n$  : Ketinggian struktur (m)

$C_t$  dan  $x$  ditentukan oleh tabel 2.6 berikut :

**Tabel 2.6** Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$

(Sumber : SNI-1726:2019)

Tipe struktur	$C_i$	$x$
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

i. Perhitungan Koefisien Respons Seismik

Koefisien respons seismik  $C_s$  harus ditentukan sesuai persamaan berikut :

$$C_s = \frac{SDS}{\frac{R}{I}} \quad (2.11)$$

$$C_{smax} = \frac{SD1}{\frac{R}{I}} \quad (2.12)$$

$$C_{smin} = \frac{0,5S1}{\frac{R}{I}} \quad (2.13)$$

Keterangan:

$I$  : Faktor keutamaan gempa

$C_s$  : Koefisien respons seismik

$C_s$  : Koefisien respons seismik maksimum

$m_a$

$x$

$C_s$  : Koefisien respons seismik minimum

$m_i$

$n$

$T$  : Periode getar fundamental struktur

$S1$  : Parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik

$SDS$  : Parameter respons spektral percepatan desain pada periode Pendek

j. Analisa Statis Ekuivalen

Gaya geser dasar seismik ( $V$ ) dapat diperoleh dengan persamaan berikut ini :

$$V = C_s \times W \quad (2.14)$$

Keterangan :

- $V$  : Gaya geser dasar seismik  
 $C_s$  : Koefisien respons seismik  
 $W$  : Berat seismik efektif

k. Faktor Skala Gempa

Dalam perhitungan nilai gaya gempa, perbandingan gaya gempa statis dan dinamis harus besar sama dengan satu, sesuai pasal 7.9.2.5.2 SNI-1726:2019, maka digunakan persamaan :

$$\frac{V_s}{V_D} \geq 1 \quad (2.15)$$

Keterangan:

- $V_S$  : Gaya geser dasar seismik  
 $V_D$  : Koefisien respons seismik

## 2.4 Retrofitting

*Retrofitting* merupakan metode perbaikan dan penguatan suatu struktur bangunan yang telah mengalami kegagalan. *Retrofitting* digunakan agar bisa dalam menghemat biaya perencanaan konstruksi bangunan. *Retrofitting* bertujuan untuk menghasilkan penguatan pada bangunan yang lebih kuat lagi dari sebelumnya.

Menurut Boen, T (2009) tujuan penguatan adalah membuat bangunan menjadi lebih kuat dari kekuatan semula. Tindakan-tindakan ini yaitu :

- a. Menghilangkan sumber-sumber kelemahan atau yang dapat menyebabkan terjadi konsentrasi tegangan di bagian-bagian tertentu antara lain :
  - Penyebaran letak kolom yang tidak simetris
  - Penyebaran letak dinding yang tidak simetris
  - Beda kekakuan yang besar antara lantai yang satu dengan lainnya
- b. Menjadikan bangunan tersebut sebagai satu kesatuan dengan cara

- mengikat semua komponen-komponen penahan beban satu dengan lainnya.
- c. Menghindarkan terjadinya kehancuran yang getas dengan cara yaitu memperbaiki, atau menambah, dan memasang tulangan sesuai dengan detail-detail untuk mencapai daktilitas yang cukup.
  - d. Menambah daya tahan yaitu terhadap beban lateral, dengan jalan menambah dinding, menambah kolom dan lain-lain.

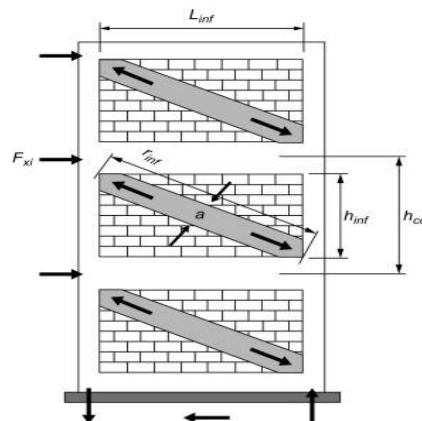
Jenis-jenis retrofit menurut Handbook of seismic retrofit of bulidings. Indian Building Congress. 2007 dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu:

#### 2.4.1 Global Retrofit

Global Retrofit adalah perkuatan dan pengaku struktur dengan cara menambahkan elemen penahan beban lateral pada struktur bangunan contohnya *infill wall*, *shear wall*, dan *bracing*.

- *Infill Wall*

Infill wall adalah struktur dinding pengisi yang dipasang pada lantai dasar sebagai penahan gaya geser yang berada di antara 2 kolom pondasi (*footing*) dihubungkan dengan membuat sloof yang baru

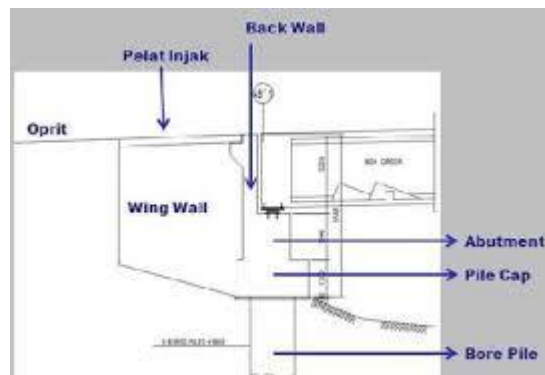


**Gambar 2.3** *Infill wall*

( <https://www.sciencedirect.com> )

- Wing Wall

Metoda wing-wall adalah suatu metoda dengan menambahkan suatu struktur beton bertulang pada kolom yang mengalami kelemahan pada sambungannya. Wing-wall adalah merupakan struktur beton bertulang yang terhubung pada struktur utama pada bangunan. Tulangan geser wing-wall ini juga terhubung dengan tulangan pada kolom bangunan, dan tulangan utama wing-wall juga terhubung dengan balok bangunan. Sehingga beban akan diterima oleh struktur bangunan, juga akan diterima oleh wing-wall.

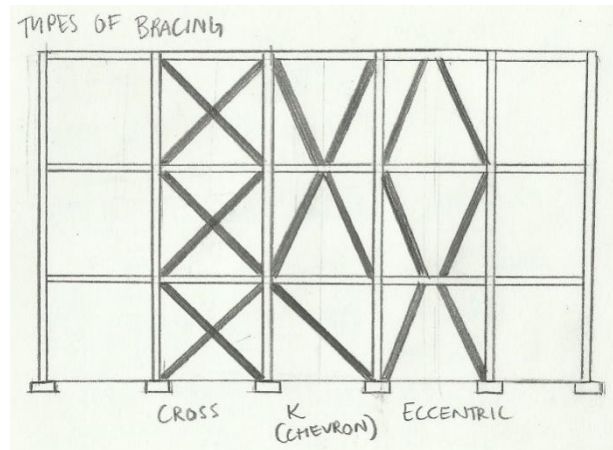


**Gambar 2.4** *Wing wall*

( <http://planetsipildankonstruksinya.blogspot.com> )

- Bracing

Bracing merupakan konfigurasi batang-batang kaku yang berfungsi untuk menstabilkan struktur terhadap beban lateral (pengaku). Bracing merupakan salah satu sistem struktur tahan gempa pada konstruksi bangunan.



**Gambar 2.5 Steel Brace**  
 ( <https://www.pinterest.com> )

#### 2.4.2 Local Retrofit

*Local retrofit* adalah metode perbaikan dan penguatan struktur bangunan pada elemen-elemen struktur tertentu, misalnya kolom, balok, sloof dan lain-lain, contohnya yaitu concrete jacketing, steel jacketing.

- Concrete Jacketing

Concrete Jacketing adalah salah satu sistem penguatan atau perbaikan beton dengan cara menyelimuti beton yang telah ada dengan beton tambahan.



**Gambar 2.6 Concrete Jacketing**  
 ( <https://www.researchgate.net> )



- *Steel Jacketing*

Metoda steel jacketing dilakukan dengan menambahkan plat baja pada pelapisan konstruksi beton, penambahan pada beton ini juga berguna untuk menambah kapasitas geser sehingga dapat mengantisipasi keruntuhan karena kesalahan pada perencanaan dalam bangunan.



**Gambar 2.7** *Steel Jacketing*

(<https://fr.horseen.com>)

## 2.5 Analisa Kelayakan Struktur

### 2.5.1 Analisa Kapasitas Lentur dan Aksial Penampang Kolom

Kapasitas penampang beton bertulang untuk menahan kombinasi pada gaya aksial dan momen lentur dapat digambarkan dalam suatu bentuk kurva interaksi antara kedua gaya tersebut, disebut diagram interaksi P – M kolom. Setiap titik pada kurva tersebut menunjukkan kombinasi kekuatan gaya nominal  $P_n$  (atau  $f P_n$ ) dan momen nominal  $M_n$  (atau  $f M_n$ ) yang sesuai dengan lokasi sumbu netralnya. Jadi pada diagram interaksi ini dapat dibagi menjadi dua daerah, yaitu daerah yang ditentukan oleh keruntuhan tarik dan juga daerah yang ditentukan oleh keruntuhan tekan, dengan pembatasnya adalah titik seimbang (*balanced*).

### 2.5.2 Analisa Kapasitas Lentur dan Geser Balok

Balok merupakan elemen struktur yang memikul beban luar yang menyebabkan momen lentur dan gaya geser sepanjang bentang balok tersebut. Terdapat 3 tipe kemungkinan keruntuhan balok, yaitu:

a. Keruntuhan Tarik (*Tension Failure/Under-Reinforced*)

Jika luas penampang tulangan kecil, maka baja tulangan akan mencapai tegangan lelehnya ( $f_y$ ), sebelum beton mencapai kapasitas maksimumnya. Pada keruntuhan jenis ini juga, pada tulangan leleh sebelum beton hancur (yaitu mencapai regangan batas tekannya). Keruntuhan jenis yang ini terjadi pada penampang dengan rasio tulangan yang kecil.

b. Keruntuhan Tekan (*Compression Failure/Over-Reinforced*)

Pada kondisi ini, beton hancur sebelum tulangan leleh. Keruntuhan seperti ini bisa terjadi pada penampang dengan rasio tulangan yang besar.

c. Keruntuhan Seimbang (*Balanced*)

Terjadi apabila baja tulangan mencapai kuat lelehnya  $f_s = f_y$ , dan beton mencapai regangan pada serat ekstrimnya 0,003.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Pelaksanaan dalam Tugas Akhir

Berikut tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini:

1. Persiapan Literatur

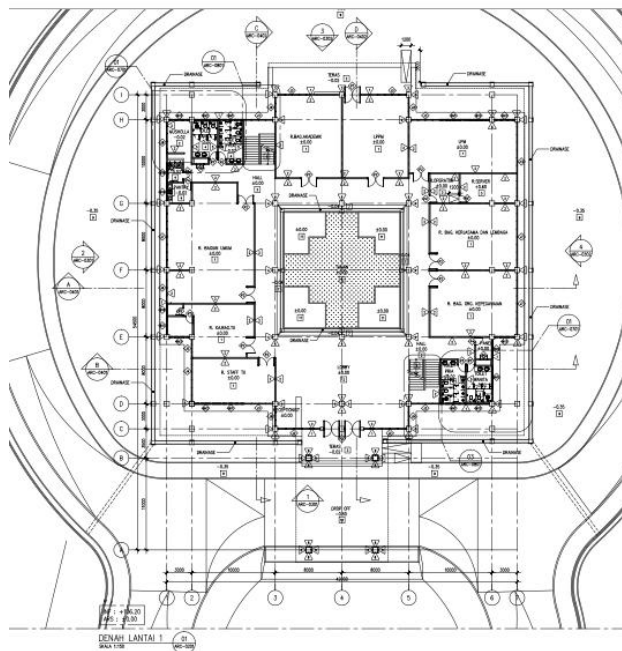
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan literatur dan mempelajari metode-metode perkuatan struktur. Persiapan literatur dilakukan untuk menjadi pedoman dalam kasus yang akan dianalisis. Hal ini dilakukan agar

hasil analisis yang dilakukan memiliki dasar yang tepat dan dapat dipertanggungjawabkan.

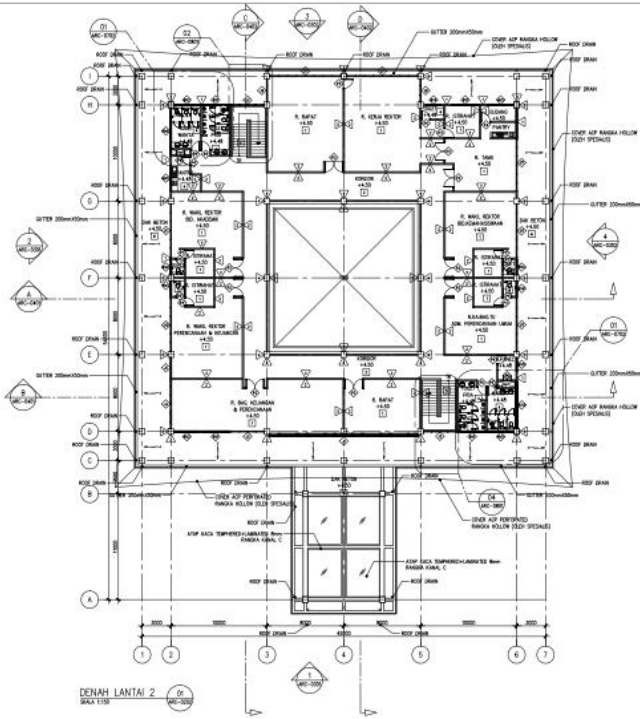
## 2. Pengumpulan Data

Data-data yang berkaitan dengan analisis struktur berdasarkan gambar rencana yang didapat dari konsultan perencana dan properties material didapat dari konsultan perencana.

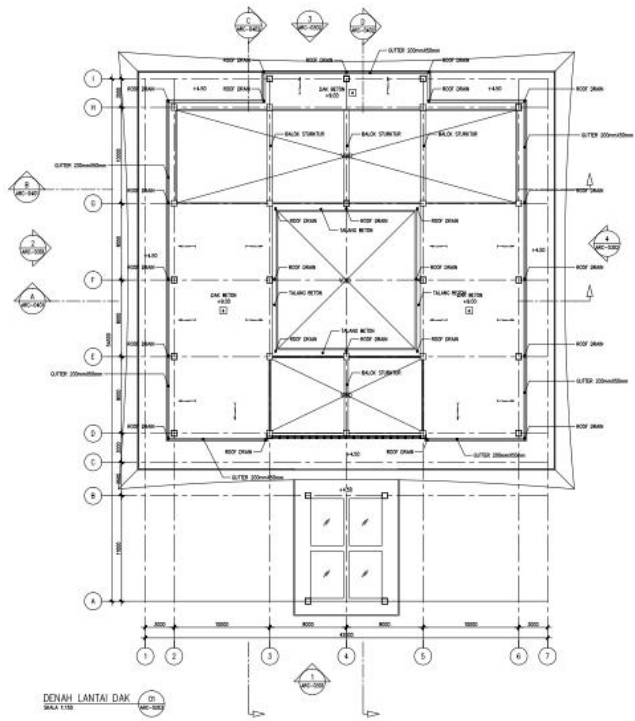
- Gambar layout dan Denah



**Gambar 3.1.** Denah Lantai Satu

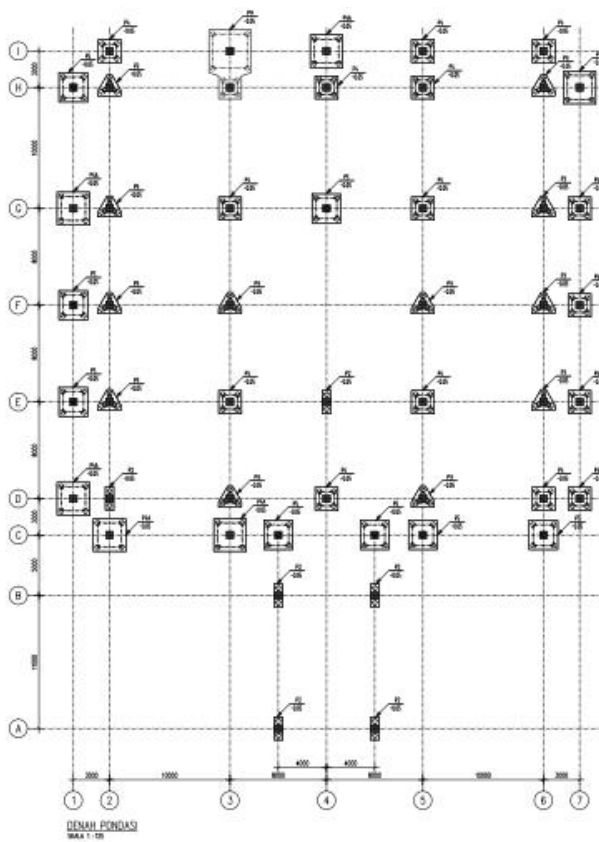


**Gambar 3.2.** Denah Lantai Dua

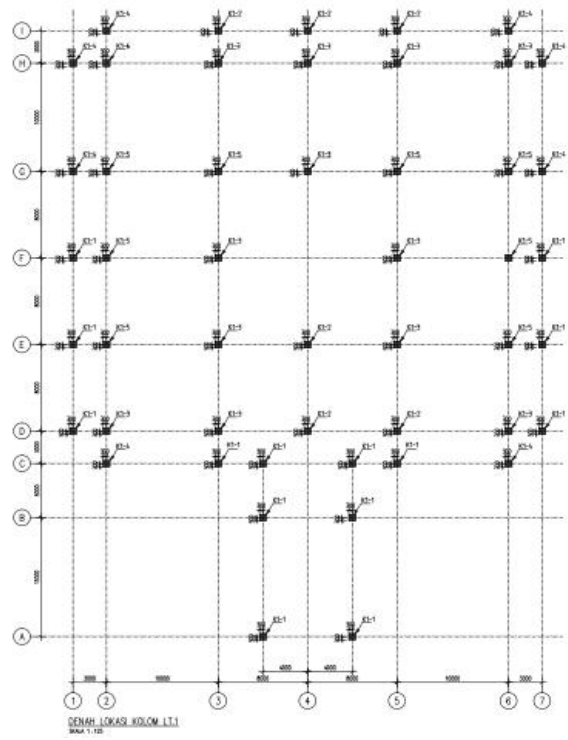


**Gambar 3.3.** Denah Lantai Dak

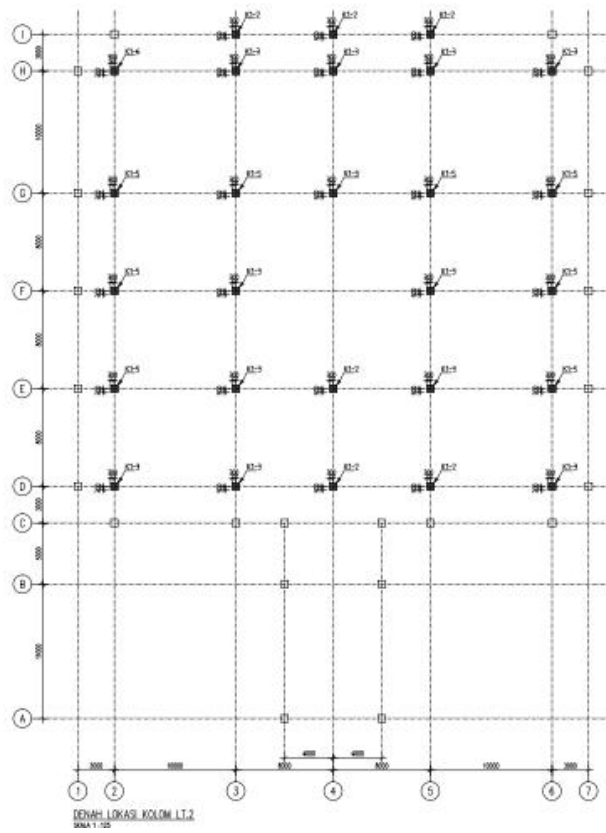
- Gambar Detail Struktur



**Gambar 3.4.** Denah Pondasi

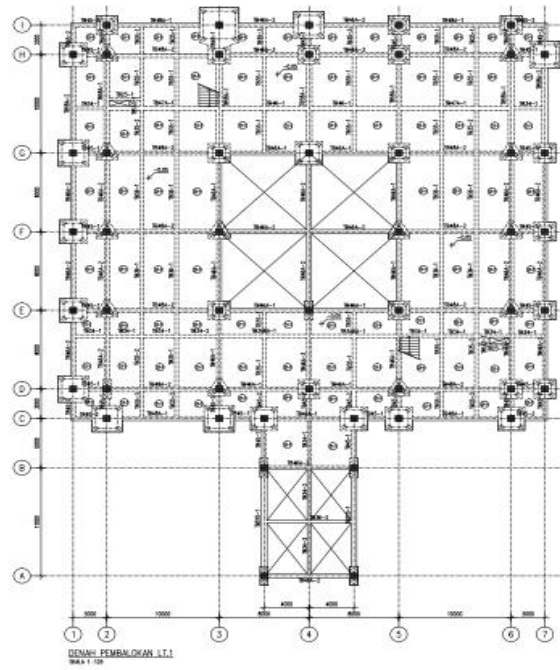


**Gambar 3.5.** Denah Lokasi Kolom Lantai 1

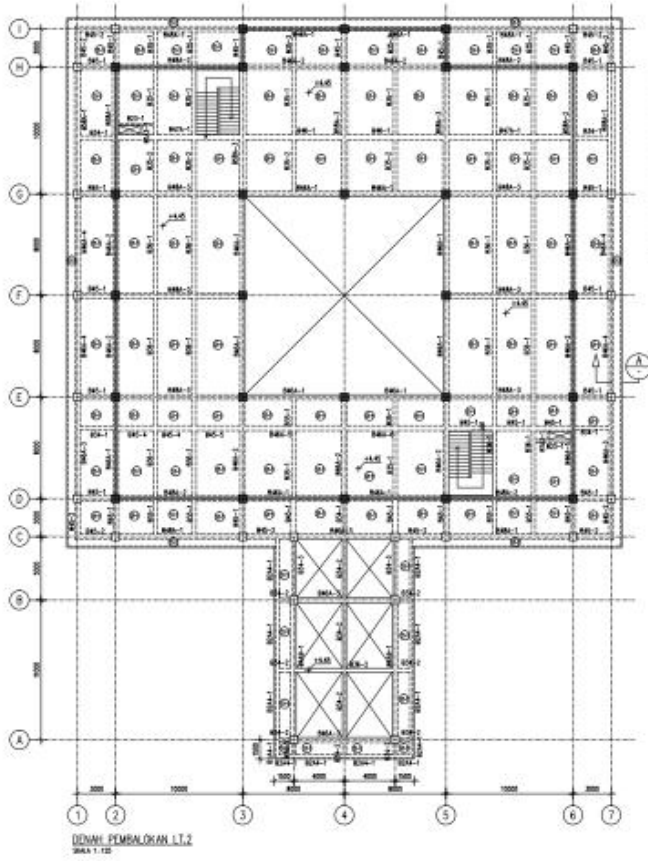


**Gambar 3.6.** Denah Lokasi Kolom Lantai 2

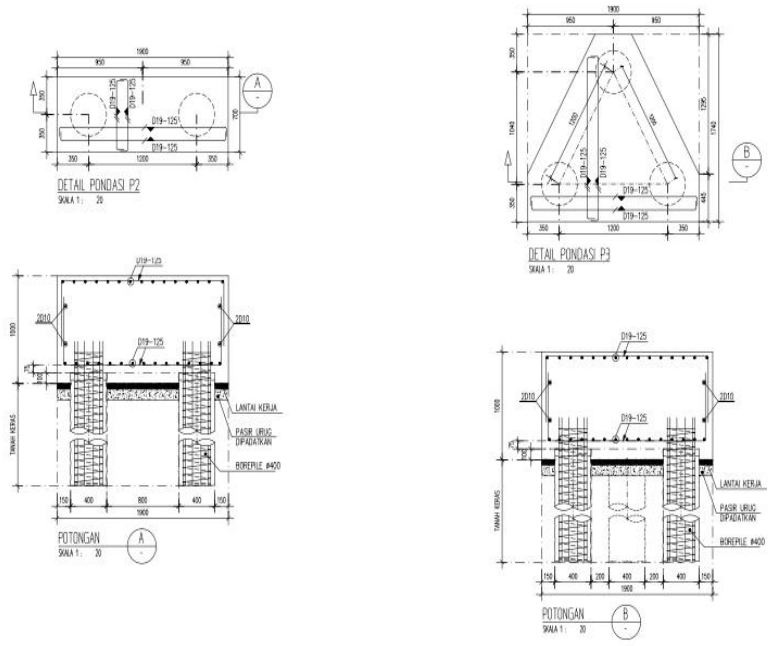




**Gambar 3.7.** Denah Lokasi Pembalokan lantai 1



**Gambar 3.8.** Denah Lokasi Pembalokan lantai 2



Gambar 3.9. Denah Pondasi Borpile

		SKEDUL PENULANGAN KOLOM			
		K1-1		K1-2	
		TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
MUTU KOLOM $F_c = 30 \text{ MPa}$	LANTAI DAK +8,95	TUMPUAN	TUMPUAN	TUMPUAN	TUMPUAN
	LANTAI 2 +4,45	LAPANGAN	LAPANGAN	LAPANGAN	LAPANGAN
	LANTAI 1 -0,05	TUMPUAN	TUMPUAN	TUMPUAN	TUMPUAN
		LAPANGAN	LAPANGAN	LAPANGAN	LAPANGAN
		<p>KOLOM 600 x 600 TOTAL TUL. 16 D22 SENGKANG D13-100 ┌ CT D13-100 └ CT D13-100</p>	<p>KOLOM 600 x 600 TOTAL TUL. 16 D22 SENGKANG D10-125 ┌ CT D10-125 └ CT D10-125</p>	<p>KOLOM 600 x 600 TOTAL TUL. 16 D22 SENGKANG D13-100 ┌ CT D13-100 └ CT D13-100</p>	<p>KOLOM 600 x 600 TOTAL TUL. 16 D22 SENGKANG D10-125 ┌ CT D10-125 └ CT D10-125</p>

Gambar 3.10. Detail Kolom

TIPE TIEBEAM PERLETAKAN	TB510-1 (500X1000)			TB58A-1 (500X850)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN						
TULANGAN ATAS	4 D19	3 D19	4 D19	8+1 D22	6 D22	8+1 D22
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19	3 D19	5 D22	8+4 D22	5 D22
TULANGAN BAGI	2 X 2 D10	2 X 2 D10	2 X 2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
SENGKANG	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

TIPE TIEBEAM PERLETAKAN	TB47A-1 (400X750)			TB46A-1 (400X650)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN						
TULANGAN ATAS	6+2 D19	4 D19	6+2 D19	5 D19	3 D19	5 D19
TULANGAN BAWAH	4 D19	6 D19	4 D19	3 D19	5 D19	3 D19
TULANGAN BAGI	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
SENGKANG	1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Gambar 3.11. Detail TieBeam

TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	TB48A-1 (400X850)		TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	TB48A-2 (400X850)		TUMPUAN KANAN
		LAPANGAN	LAPANGAN					
8+1 D19	5 D19	3 D19	3 D19	6+4 D19	4 D19	4 D19	4 D19	6+4 D19
5 D19	3 D19	3 D19	3 D19	5 D19	6+2 D19	8+2 D19	8+2 D19	5 D19
2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-200	1.5 D10-200	1.5 D10-100

TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	TB46A-3 (400X650)		TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	TB36A-1 (350X650)		TUMPUAN KANAN
		LAPANGAN	LAPANGAN					
4 D19	6+1 D19	5 D19	6+1 D19	5+2 D19	4 D19	4 D19	4 D19	5+2 D19
3 D19	4 D19	6+1 D19	4 D19	4 D19	5+2 D19	5+2 D19	5+2 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-200	1.5 D10-200	1.5 D10-200	1.5 D10-150

**Gambar 3.12. Detail TieBeam**

TIPE TIEBEAM PERLETAKAN	TB36A-1 (300x650)			TB36-1 (300x600)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN						
TULANGAN ATAS	3 D19	2 D19	3 D19	4+2 D16	3 D16	4+2 D16
TULANGAN BAWAH	2 D19	3 D19	2 D19	3 D16	4 D16	3 D16
TULANGAN BAGI	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
SENGKANG	D10-100	D10-200	D10-100	D10-150	D10-200	D10-150

TIPE TIEBEAM PERLETAKAN	TB34-1 (300x400)			SKEDUL PENULANGAN TIE BEAM TB34-2 (300x400)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN						
TULANGAN ATAS	4 D16	2 D16	4 D16	4+4 D19	4 D19	4+4 D19
TULANGAN BAWAH	2 D16	2 D16	2 D16	4 D19	4+4 D19	4 D19
TULANGAN BAGI						
SENGKANG	D10-150	D10-200	D10-150	D10-150	D10-200	D10-150

**Gambar 3.13. Detail TieBeam**

TUMPUAN KIRI	TB35-1 (300x500)		TUMPUAN KIRI	TB35-2 (300x500)		TUMPUAN KANAN
	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN		LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	
4 D16	2 D16	4 D16	4+4 D16	4 D16	4+4 D16	
4 D16	4 D16	4 D16	4 D16	4+4 D16	4 D16	
D10-150	D10-200	D10-150	D10-150	D10-200	D10-150	

**Gambar 3.14. Detail TieBeam**

SKEDUL PENULANGAN BALOK									
TPE. TIEKAM PERLETAKAN	B58A-1 (500x850)			B58A-2 (500x850)			B58A-3 (500x850)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN									
TULANGAN ATAS	5 D19	3 D19	5 D19	6 D22	4 D22	8 D22	8+2 D22	5 D22	8+2 D22
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19	3 D19	4 D22	5 D22	4 D22	6 D22	8+2 D22	4 D22
TULANGAN BAGI	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
SEMPANG	1,5 D10-100	1,5 D10-200	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-150	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-150	1,5 D10-100

SKEDUL PENULANGAN BALOK									
TPE. TIEKAM PERLETAKAN	B48A-2 (400x850)			B48A-3 (400x850)			B47A-1 (400x750)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN									
TULANGAN ATAS	6+4 D19	4 D19	6+4 D19	6+2 D22	4 D22	6+2 D22	6+2 D16	4 D16	6+2 D16
TULANGAN BAWAH	5 D19	6+2 D19	5 D19	6+1 D22	6+2 D22	6+1 D22	5 D16	6+2 D16	5 D16
TULANGAN BAGI	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
SEMPANG	1,5 D10-100	1,5 D10-200	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-150	1,5 D10-100	1,5 D10-150	1,5 D10-200	1,5 D10-150

Gambar 3.15. Detail Balok

B48A-1 (450x900)							B48A-1 (400x850)		
TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
8+2 D22	5 D19	3 D19	5 D19	5 D19	3 D19	5 D19	3 D19	3 D19	5 D19
6 D22	3 D19	5 D19	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-200	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-200	1,5 D10-200	1,5 D10-100

B48A-1 (400x850)				B48A-2 (400x850)		
TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+2 D16	6+1 D19	3 D19	6+1 D19	6+2 D19	4 D19	6+2 D19
5 D16	4 D19	4 D19	4 D19	4 D19	6+1 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
1,5 D10-150	1,5 D10-100	1,5 D10-200	1,5 D10-100	1,5 D10-100	1,5 D10-200	1,5 D10-100

Gambar 3.16. Detail Balok

Tipe Tergam Perletakan	B4A-3 (400x650)			B4A-4 (400x650)			SKEDUL PENULANGAN BALOK	
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	B4A-5 (400x650) LAPANGAN
POTONGAN								
TULANGAN ATAS	3 D19	3 D19	3 D19	5 D19	3 D19	5 D19	4 D19	2 D19
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19	3 D19	5 D19	5 D19	5 D19	3 D19	4 D19
TULANGAN BAGI	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
SEMKANG	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100	D10-100	D10-200	D10-100	D10-150	D10-200

Tipe Tergam Perletakan	B4S-1 (400x500)			B4S-2 (400x500)			SKEDUL PENULANGAN BALOK	
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	B4S-3 (400x500) LAPANGAN
POTONGAN								
TULANGAN ATAS	6+1 D19	3 D19	6+1 D19	3 D16	3 D16	3 D16	4 D16	3 D16
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19	3 D19	3 D16	3 D16	3 D16	3 D16	3 D16
TULANGAN BAGI	-	-	-	-	-	-	-	-
SEMKANG	1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-200	1.5 D10-150	1.5 D10-100	1.5 D10-200

Gambar 3.17. Detail Balok

TUMPUAN KANAN	B4A-6 (400x650)			B4A-7 (400x650)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	6 D19	3 D19	5 D19	6+4 D19	4 D19	6+4 D19
3 D19	3 D19	4 D19	3 D19	5 D19	6+2 D19	5 D19
2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10	2 D10
D10-150	D10-150	D10-200	D10-150	1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-100

TUMPUAN KANAN	B4S-4 (400x500)			B4S-5 (400x500)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
4 D16	4 D16	2 D16	4 D16	4 D19	3 D19	4 D19
3 D16	4 D16	4 D16	4 D16	3 D19	3 D19	3 D19
1.5 D10-100	D10-125	D10-125	D10-125	D10-125	D10-125	D10-125

Gambar 3.18. Detail Balok

SKEDUL PENJAJANGAN BALOK									
DOK. TERAM. PERUBAHAN	B3M4-1 (250x650)			B3M4-1 (200x650)			B3M-1 (200x650)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN									
BALOKAN ATAS	5/3 D16	3 D16	5/3 D16	4 D16	2 D16	4 D16	4/2 D16	3 D16	4/2 D16
BALOKAN BAWAH	4 D16	5/2 D16	4 D16	3 D16	3 D16	3 D16	3 D16	4 D16	3 D16
BALOKAN BALU	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
SEKANGKAP	1,5 D16-150	1,5 D16-200	1,5 D16-150	D16-150	D16-200	D16-150	D16-150	D16-200	D16-150

SKEDUL PENJAJANGAN BALOK									
DOK. TERAM. PERUBAHAN	B3M-1 (200x400)			B3M-2 (200x400)			B3M-3 (200x400)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN									
BALOKAN ATAS	4 D16	2 D16	4 D16	2 D16	2 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16
BALOKAN BAWAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BALOKAN BALU	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SEKANGKAP	D16-150	D16-200	D16-150	D16-150	D16-200	D16-150	D16-150	D16-200	D16-150

Gambar 3.19. Detail Balok

B3M-1 (300x500)		B3M-2 (300x500)		
LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
3 D16	4 D16	4+4 D16	2 D16	4+4 D16
4 D16	3 D16	4 D16	4 D16	4 D16
-	-	-	-	-
D16-200	D16-150	D16-150	D16-200	D16-150

B2M4-1 (250x400)		B2M3-1 (250x300)		
LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
-	-	-	-	-
D16-200	D16-150	D16-150	D16-200	D16-150

Gambar 3.20. Detail Balok



		BSF-1 (300x400)			BSF-2 (300x400)		
TPE TEBEAM	PERLETAKAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN							
TULANGAN ATAS		4 D16	2 D16	4 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH		2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAGI		-	-	-	-	-	-
SENGKANG		D10-150	D10-200	D10-150	D10-150	D10-200	D10-150

		SKEDUL PENULANGAN BALOK					
TPE TEBEAM	PERLETAKAN	B23-1 (200x300)		B1A3-1 (150x300)			
TPE TEBEAM	PERLETAKAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN							
TULANGAN ATAS		2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH		2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
TULANGAN BAGI		-	-	-	-	-	-
SENGKANG		D10-150	D10-200	D10-150	D10-150	D10-200	D10-150

**Gambar 3.21.** Detail Balok

### 3. Permodelan Struktur

Pemodelan struktur Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang dengan menggunakan program atau *software* ETABS 16.0.3.

### 4. Analisis Struktur Existing

Pada tahap ini dilakukan analisis struktur terhadap kondisi existing bangunan dengan peraturan SNI 03-1726- 2019 dan akan didapatkan respon struktur dari setiap elemen struktur terhadap beban yang bekerja.

5. Analisis Kelayakan Struktur

Pada tahap ini jika struktur tidak layak berdasarkan SNI Gempa 03-1726-2019, maka akan dilakukan perkuatan pada struktur tersebut.

6. Analisis Kelayakan Struktur

Pada tahap ini dilakukan untuk mempelajari gambar dan data bangunan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang dan melakukan analisa terhadap *existing* bangunan pada peraturan SNI Gempa 03-1726- 2019.

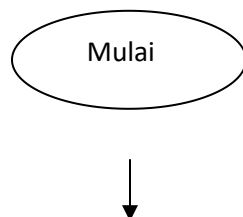
7. Hasil dan Pembahasan

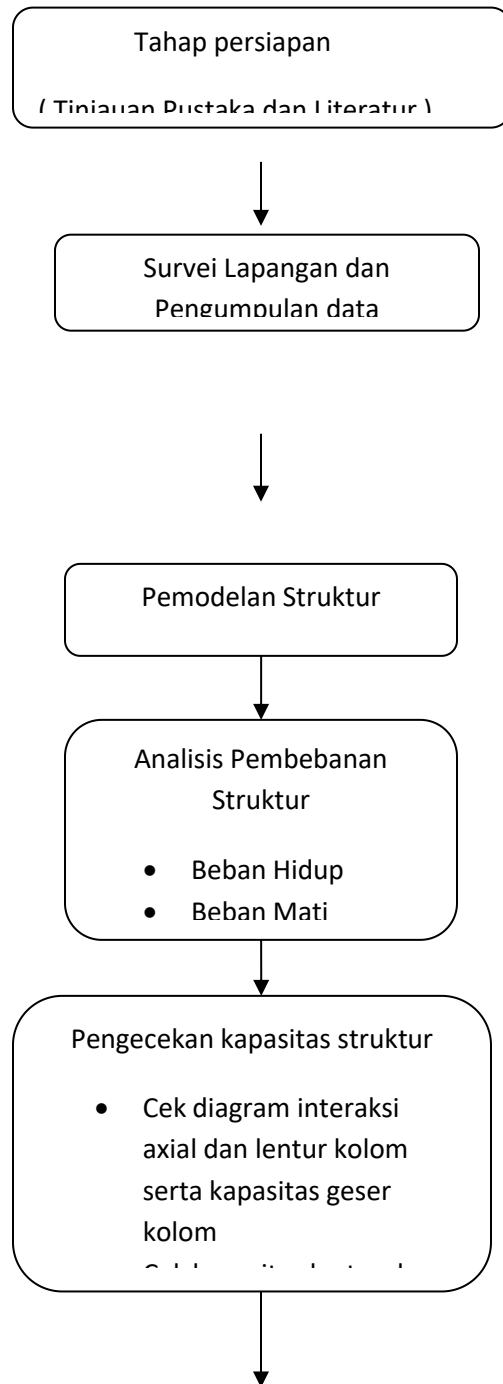
Pada tahap ini akan dibandingkan hasil respon struktur gedung dengan perkuatan dan tanpa perkuatan.

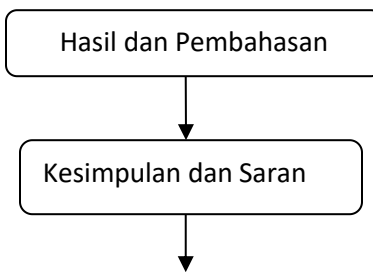
8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap akhir ini diharapkan adanya suatu kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang diperoleh. Sehingga dapat menjadi rekomendasi dalam kelanjutan pembangunan.

### 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir



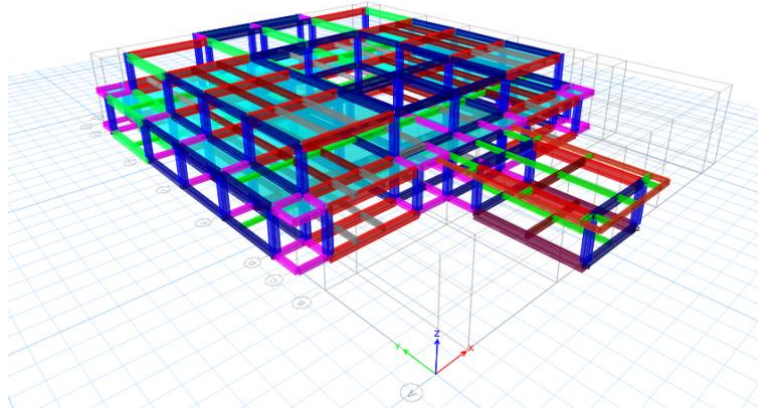




Selesai <sup>IV</sup>  
**ANALISA STRUKTUR**

#### **4.1 Jenis Struktur**

Analisis struktur gedung ini dilakukan dengan menggunakan permodelan struktur 3D dengan menggunakan *software* ETABS v16 Kolom dan Balok dari struktur gedung dimodelkan sebagai elemen *frame* sedangkan pelat lantai dimodelkan sebagai elemen *slab*. Pemodelan yang dilakukan adalah sesuai dengan kondisi eksisting gedung. Data data struktur yang dipakai merupakan data real berdasarkan pengamatan dan data perencanaan sebelumnya. Analisa struktur dilakukan dengan mengevaluasi kinerja struktur dilihat dari simpangan antar lantai berdasarkan SNI 2019 serta analisa kapasitas lentur dan aksial kolom dan balok pada bangunan eksisting.



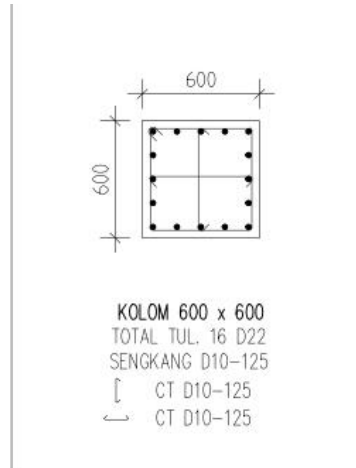
**Gambar 4.1** pemodelan struktur eksisting

#### 4.2 Data Struktur Gedung

Untuk melakukan analisis struktur, parameter-parameter yang digunakan adalah data teknis bangunan dan material kondisi eksisting gedung sebagai berikut:

- |                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| a. Nama Bangunan          | : | Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang                          |
| b. Alamat                 | : | Sungai Bangek, Kelurahan Balai Tengah, Padang,<br>Sumatera Barat. |
| c. Jenis Struktur         | : | Beton Bertulang   |
| d. Mutu Beton Perencanaan | : | K-300 ( $f_c' = 30$ Mpa)  |
| e. Mutu Baja Tulangan     | : | D > 10 BJTD 40 (Ulir)   |
| f. Mutu Baja Profil       | : | Bj 37   |
| g. Mutu Las               | : | E-70XX  |
| h. Mutu Angkur Baut       | : | BJTD 40   |
| i. Mutu Baut              | : | Baut Mutu Tinggi A325   |
| j. Jumlah Lantai          | : | 2 Lantai dengan Dak Beton   |
| k. Tinggi Bangunan        | : | 13 Meter  |
| l. Tebal Plat Lantai      | : | 12cm  |
| m. Luas Bangunan          | : | 2.343,1 m <sup>2</sup>  |

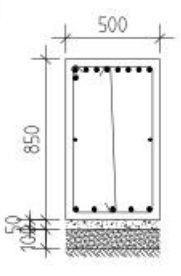
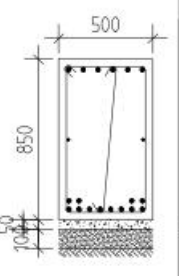
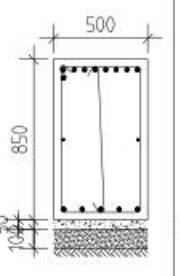
Dimensi Kolom, Kolom Utama (K1) 60X60 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.2**



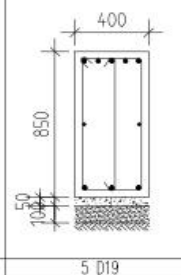
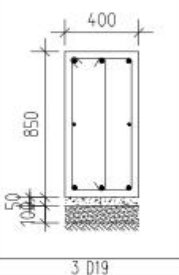
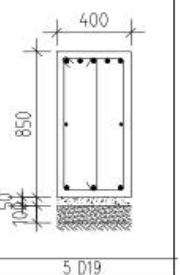
Dimensi TieBeam (TB510) 50X100 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.3**

TIPE TIEBEAM PERLETAKAN	TB510-1 (500X1000)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
TULANGAN ATAS	4 D19	3 D19	4 D19
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19	3 D19
TULANGAN BAGI	2 X 2 D10	2 X 2 D10	2 X 2 D10
SENGKANG	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

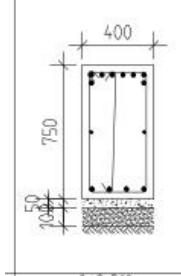
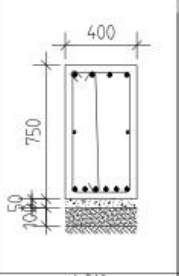
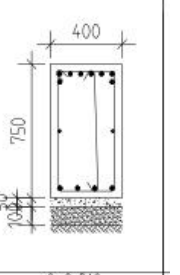
Dimensi TieBeam (TB58A) 50X85 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.4**

TB58A-1 (500x850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
8+1 D22	6 D22	8+1 D22
5 D22	8+4 D22	5 D22
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB48A) 40X85 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.5**

TB48A-1 (400x850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	3 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB47A) 40X75 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.6**

TB47A-1 (400x750)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
6+2 D19	4 D19	6+2 D19
4 D19	6 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB46A) 40X65 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.7**

TB46A-1 (400X650)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	5 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB46) 40X60 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.8**

TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+4 D19	4 D19	6+4 D19
5 D19	6+2 D19	5 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB3A6A) 35X65 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.9**



TB3A6A-1 (350X650)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5+2 D19	4 D19	5+2 D19
4 D19	5+2 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-150	1.5 D10-200	1.5 D10-150

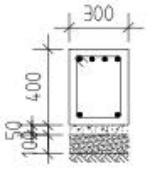
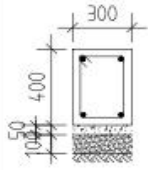
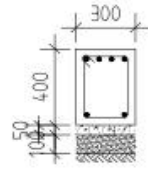
Dimensi TieBeam (TB36) 30X60 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.10**

TB36-1 (300X600)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
4+2 D16	3 D16	4+2 D16
3 D16	4 D16	3 D16
2 D10	2 D10	2 D10
D10-150	D10-200	D10-150

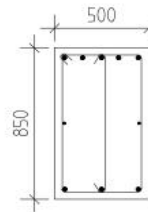
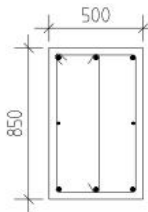
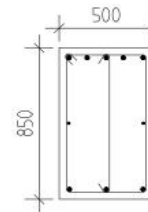
Dimensi TieBeam (TB35) 30X50 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.11**

TB35-1 (300X500)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
4 D16	2 D16	4 D16
4 D16	4 D16	4 D16
-	-	-
D10-150	D10-200	D10-150

Dimensi TieBeam (TB34) 30X40 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.12**

TB34-1 (300X400)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
4 D16	2 D16	4 D16
2 D16	2 D16	2 D16
-	-	-
D10-150	D10-200	D10-150

Dimensi Balok (B58A) 50X85 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.13**

B58A-1 (500X850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	3 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi Balok (B4A9) 45X90 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.14**

B4A9-1 (450X900)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	5 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

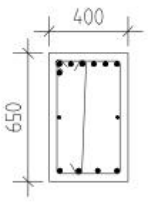
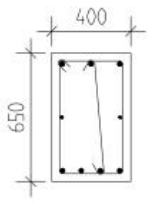
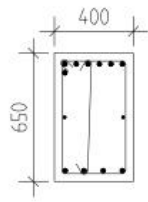
Dimensi Balok (B48A) 40X85 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.15**

B48A-1 (400X850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	3 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

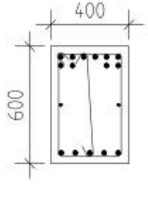
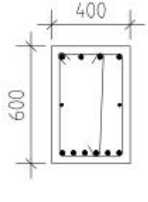
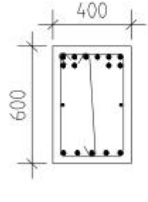
Dimensi Balok (B47A) 40X75 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.16**

B47A-1 (400X750)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+2 D16	4 D16	6+2 D16
5 D16	6+2 D16	5 D16
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-150	1.5 D10-200	1.5 D10-150

Dimensi Balok (B46A) 40X75 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.17**

B46A-1 (40X650)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
6+1 D19	3 D19	6+1 D19
4 D19	4 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi Balok (B46) 40X60 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.18**

TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
6+4 D19	4 D19	6+4 D19
5 D19	6+2 D19	5 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-100

Dimensi Balok (B45) 40X50 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.19**

B45-1 (400X500)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+1 D19	3 D19	6+1 D19
3 D19	3 D19	3 D19
-	-	-
1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100

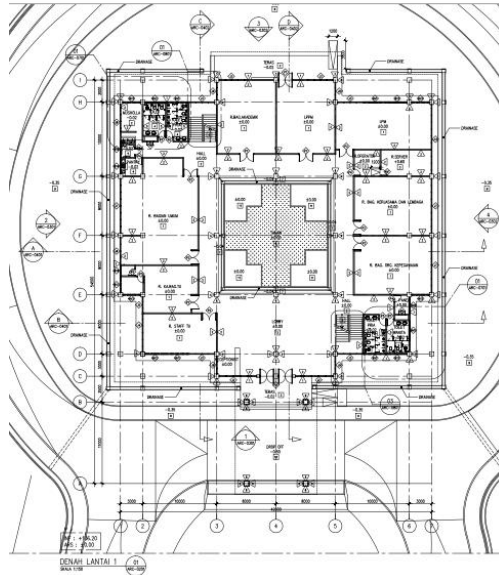
Dimensi Balok (B36) 30X60 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.20**

B36-1 (300X600)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
4+2 D16	3 D16	4+2 D16
3 D16	4 D16	3 D16
2 D10	2 D10	2 D10
D10-150	D10-200	D10-100

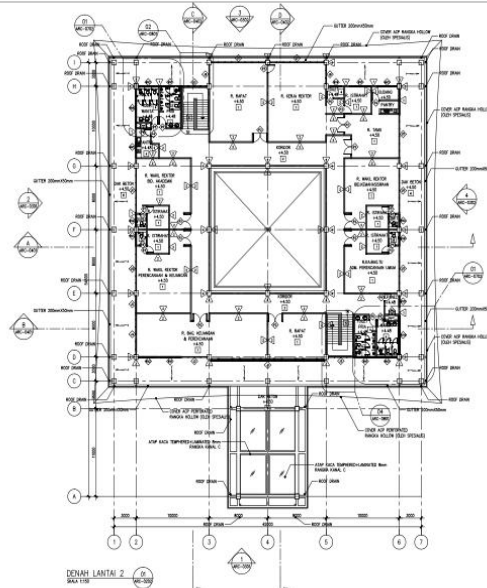
Dimensi Balok (B35) 30X50 cm dapat dilihat pada **Gambar 4.21**

B35-1 (300X500)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
4 D16	3 D16	4 D16
3 D16	4 D16	3 D16
-	-	-
D10-150	D10-200	D10-150

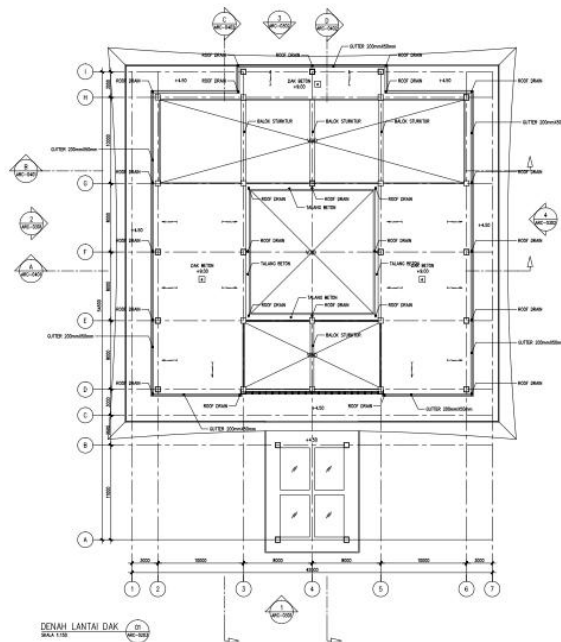
Denah Gedung C Kampus III UIN Imam Bonjol Padang dapat dilihat pada **Gambar 4.22- 4.24** berikut.



**Gambar 4.22** Denah Lantai 1



**Gambar 4.23** Denah Lantai 2



**Gambar 4.24** Denah Lantai Dak

Langkah – langkah pemodelan struktur gedung adalah sebagai berikut :

A. Pendefinisian material pada kondisi eksisting

Material yang digunakan dalam pemodelan gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang adalah sebagai berikut:

1. Baja tulangan :

Ulir ( $f_y = 400 \text{ MPa}$  ;  $f_{ys} = 300 \text{ MPa}$ )

Polos ( $f_y = 240 \text{ MPa}$  ;  $f_{ys} = 180 \text{ MPa}$ )

2. Beton struktur :

(K-300 /  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$  ;  $\gamma_{\text{beton}} = 2402,77 \text{ kg/m}^3$ ) dengan  $E_c = 4700\sqrt{f_c'} = 23452.95 \text{ Mpa}$ .

B. Pendefinisian dimensi komponen struktur eksisting yang akan dimodelkan dalam ETABS v16.

C. Setelah dilakukan pendefinisian maka buat permodelan berdasarkan data data yang telah ada. Pemodelan dapat dilihat pada **gambar 4.1** berikut.

### 4.3 Analisis Pembebanan

Tahapan selanjutnya setelah pemodelan struktur adalah analisis pembebanan. Beban-beban yang diperhitungkan dalam pembangunan gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang sesuai dengan beban-beban yang telah ditetapkan pada peraturan terbaru antara lain:

#### A. Beban Mati

Beban mati adalah berat semua bagian dari gedung yang tak terpisahkan dan bersifat tetap. Beban mati diambil dari berat sendiri dari bahan bangunan dan komponen gedung. Beban mati mengacu pada *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya* (SNI 1727-2020).

Pasal 3.1.2 SNI 1727 2020 menjelaskan tentang berat bahan dan konstruksi. Dalam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya, dengan ketentuan bahwa jika tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang.

Beban mati yang bekerja pada plat lantai dan dag Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang adalah :

1. Berat sendiri elemen struktur yang dihitung oleh program analisis struktur ETABS versi 2016
  2. Penutup Lantai tebal 1cm =  $1 \times 24 \text{ kg/m}^2 = 24 \text{ kg/m}^2$
  3. Spesi Lantai tebal 2 cm =  $2 \times 21 \text{ kg/m}^2 = 42 \text{ kg/m}^2$
  4. Berat Plafond =  $20 \text{ kg/m}^2$
  5. Instalasi MEP (Mekanikal, Elektrikal dan Plumbing) =  $25 \text{ kg/m}^2$
- Total beban mati tambahan pada lantai =  $111 \text{ kg/m}^2$  atau  $0,111 \text{ t/m}^2$



### Beban Dinding Bata

Selain beban mati yang bekerja pada lantai bangunan, beban lain yang bekerja pada bangunan yang merupakan beban tetap adalah dinding bata. Sesuai dengan SNI 1727 2020, beban dinding bata yang bekerja pada bangunan adalah sebesar  $200 \text{ kg/m}^2$  sedangkan tinggi dinding adalah 4,5 m, maka beban merata yang bekerja pada balok-balok yang ada dinding bata adalah  $4,5 \text{ m} \times 200 \text{ kg/m}^2$  yaitu sebesar  $900 \text{ kg/m}$ .

### Beban Partisi

SNI 1727 2020 Pasal 4.3.2. Ketentuan untuk Partisi diatur bahwa Pada bangunan gedung kantor atau bangunan gedung lainnya dimana partisi-partisi akan didirikan atau diatur ulang, ketentuan berat partisi-partisi tersebut harus ditetapkan, terlepas dari keberadaan partisi-partisi tersebut dalam rencana-rencana. Beban- beban partisi tidak boleh diambil kurang dari  $15 \text{ psf}$  ( $0,72 \text{ kN/m}^2$ ). Dari SNI 1727 2020, terlihat bahwa beban partisi adalah  $72 \text{ kg/m}^2$ , sedangkan tinggi dinding Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang adalah 4,5 m, maka beban partisi yang bekerja pada balok lantai Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang adalah  $4,5 \text{ m} \times 72 \text{ kg/m}^2$  yaitu sebesar  $324 \text{ kg/m}$  ( $0,324 \text{ t/m}$ ).

### B. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban akibat penggunaan dan penghunian dari suatu bangunan dan beban pada lantai yang dapat berpindah yang mengakibatkan perubahan pembebanan. Berdasarkan SNI 1727-2020 *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya*. Pasal 4.3.1 Beban hidup yang digunakan dalam perancangan bangunan gedung dan struktur lain harus beban maksimum yang diharapkan terjadi akibat penghunian dan penggunaan bangunan gedung, akan tetapi tidak boleh kurang dari

beban merata minimum yang ditetapkan dalam sni 1727-2020 Beban hidup pada Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang didasarkan pada ruang-ruang yang ada pada denah yaitu:

- a. Kantor  $= 2,4 \text{ Kn/m}^2$
- b. Lobby/koridor  $= 4,79 \text{ Kn/m}^2$
- c. Lobby/koridor diatas lantai 1  $= 3,83 \text{ Kn/m}^2$

### C. Beban Gempa

Untuk perhitungan beban gempa didasarkan pada SNI 1726-2019. Untuk perhitungannya sendiri menggunakan aplikasi respon spektrum 2019 dari PUSKIM PU.

Nama Kota : Sungai Bangek, Kelurahan Balai Tengah, Padang, (B)

Bujur / Longitude : 100.3173 Degrees Lintang / Latitude : -0.8104

Degrees

Kelas Situs : SD - Tanah Sedang, Batuan Sedang.

PGA = 0.52 g

PSA = 0.52 g

CRs = 1.111

CR1 = 0.95

Ss = 1.452 gv

S1 = 0.6 g

Fpga = 1

Fa = 1

Fv = 1.5

Sms = 1.452 g

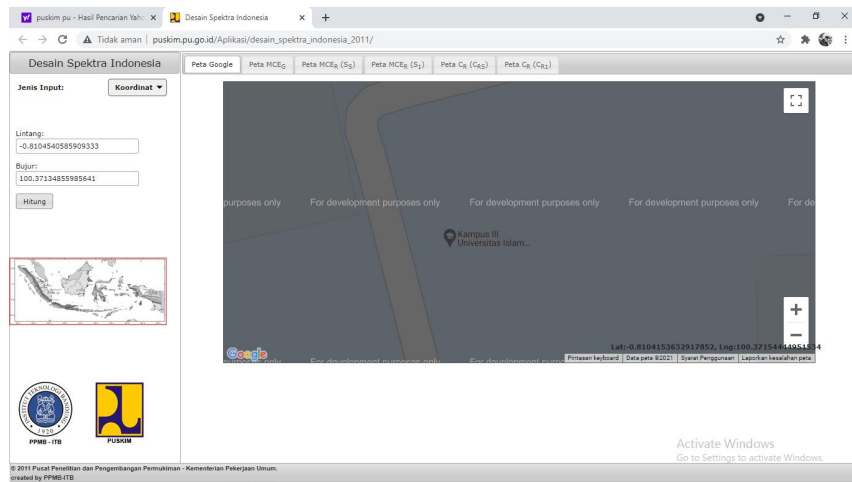
Sm1 = 0.9 g

Sds = 0.968 g

Sd1 = 0.6 g

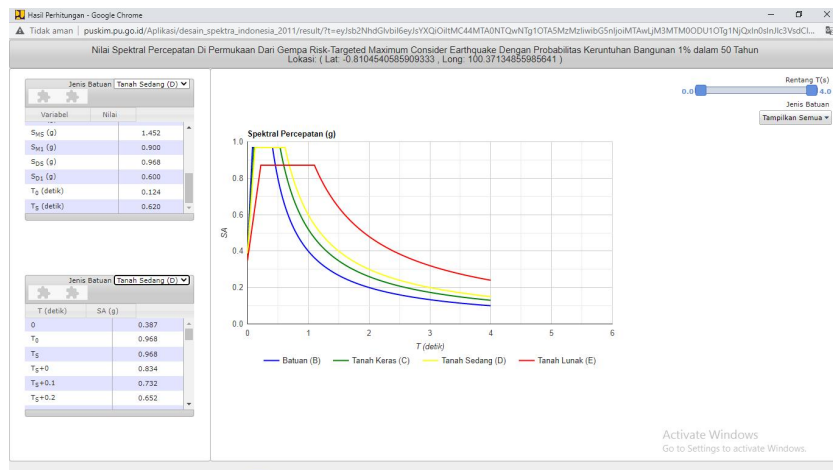
T0 = 0.124 detik

Ts = 0.62 detik



**Gambar 4.25** Puskim PU

Didapatkan data nilai  $S_{DS} = 0,968$  g dan nilai  $S_{D1} = 0,6$  g.



**Gambar 4.26** Grafik respon spektrum Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang

Berdasarkan SNI 1726:2019, Tabel 8 dan Tabel 9 untuk nilai  $S_{DS} > 0,5$ ,  $S_{D1} > 0,2$  dan kategori risiko bangunan IV maka didapat kategori desain seismik adalah KDS D. Berdasarkan SNI 1726:2019, Tabel 12 untuk KDS D maka tipe struktur yang akan digunakan adalah sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) untuk Gedung C Kampus III UIN Imam Bonjol Padang.



**Gambar 4.27** Grafik Respon Spektrum

Berikut beban gempa yang bekerja pada gempa dinamik dapat dilihat dalam **tabel 4.1 – 4.4** berikut :

**Tabel 4.1.** Gempa Arah X

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		kN	kN
LANTAI 2	9	Top	1456.611627	3.494451
		Bottom	1456.611627	3.494451
LANTAI 1	4.5	Top	3249.595313	5.554497
		Bottom	3249.595313	5.554497
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

**Tabel 4.2.** Gempa Arah Y

TABLE: Story Response				
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		kN	kN
LANTAI 2	9	Top	3.412756	1486.833876
		Bottom	3.412756	1486.833876
LANTAI 1	4.5	Top	5.554497	3289.455129
		Bottom	5.554497	3289.455129
Base	0	Top	0	0
		Bottom	0	0

**Tabel 4.3.** Gempa Desain

Lantai	Statik		85% Statik		Dinamis		Dinamis Koreksi		Gaya Geser Design		Fx Gempa	
	Vx	Vy	Vx	Vy	VEQD-X	VEQD-Y	VEQD-X	VEQD-Y	VEQD-X	VEQD-Y	Fx	Fy
	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Lantai 2	15.1	15.1	12.8	12.8	1456.6	1486.8	14.75119	1486.8	1456.6	1486.8	1456.6	1486.8
Lantai 1	38.7	38.7	32.9	32.9	3249.6	3289.5	32.90883	3289.5	3249.6	3289.5	1793.0	1802.6

**Tabel 4.4.** Gempa Desain

Gaya Gempa	Vx	Vy
	(KN)	(KN)
Statik	38.716	38.716
85% statik	32.909	32.909
Dinamik	3249.595	3289.455
Cek	Oke	Oke
	0.010	0.010
Scale Faktor	1839.38	1839.38
Scale Faktor Koreksi	18.63	1839.38

Berdasarkan **Tabel 4.1-4.4** Beban gempa yang bekerja pada lantai 1 dan lantai 2, sehingga struktur tersebut memenuhi persyaratan berdasarkan SNI gempa 1726-2019.

#### D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan berdasarkan SNI Gempa 2019 adalah sebagai berikut, dimana didasarkan pada nilai SDS = 0.968 g. Pada pasal 4.2.2.3 SNI 1726-2019.

#### E. Faktor keutamaan gedung berdasarkan SNI Gempa 2019 didasarkan

pada kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa sesuai dengan Tabel 2.1. Fasilitas Gedung Kampus termasuk bangunan dengan tingkat kategori resiko IV. Dari kategori resiko ini didapatkan nilai faktor keutamaan sesuai dengan Tabel 2.2, yang mana bangunan dengan tingkat kategori resiko IV memiliki faktor keutamaan  $I_e = 1,5$ . Koefisien modifikasi respon gempa yang direncanakan berdasarkan SNI Gempa 2019 pada Tabel 12 poin C adalah 8 untuk struktur rangka sistem SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

Skala faktor gempa

$$\frac{G I_e}{R} = 1.839,38 \text{ mm/s}^2$$

Dimana :

$$G = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$I_e = 1,5$$

$$R = 8$$

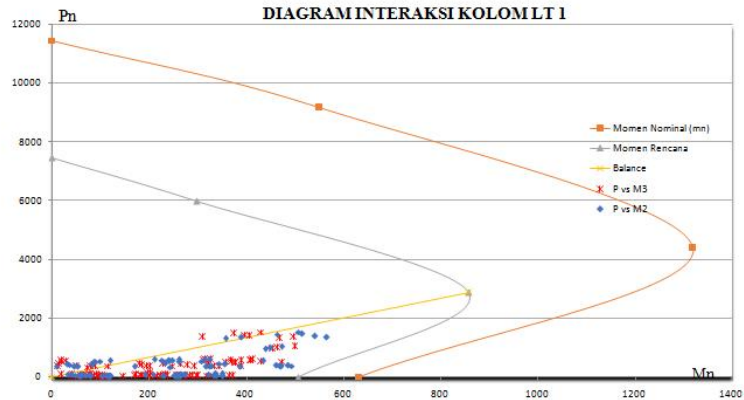
#### **4.4 Analisis Kapasitas Penampang Struktur Kondisi Eksisting**

Untuk mengetahui kapasitas penampang struktur gedung, diperlukan peninjauan kapasitas penampang kolom dan balok pada gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang. Peninjauan elemen struktur dikelompokkan berdasarkan dimensi, jenis, dan posisi kolom dan balok tersebut. Dari hasil analisa struktur akan diketahui kapasitas penampang dari elemen strukturnya seperti lentur balok, geser balok, diagram interaksi kolom serta kapasitas geser kolom. Dari hasil kapasitas penampang ini akan diketahui apakah penampang tersebut mampu menahan beban yang bekerja.

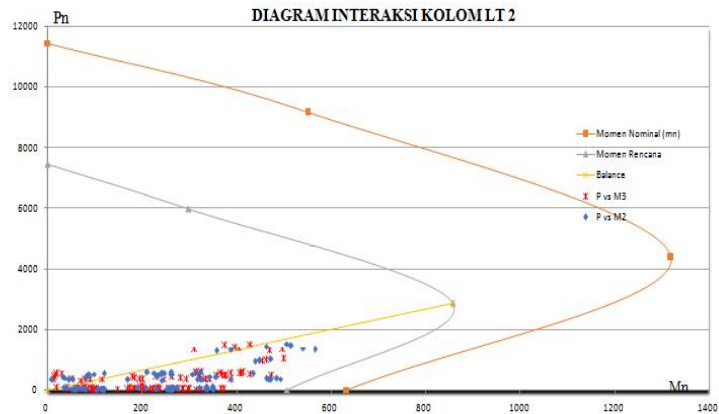
##### **A. Kapasitas Penampang Kolom**

###### **1) Momen dan Tekan Aksial Kolom**

Momen dan tekan aksial kolom dapat dilihat dalam **Gambar 4.28 – 4.29** berikut :



**Gambar 4.28** Diagram Interaksi P-M Kolom Lantai 1



**Gambar 4.29** Diagram Interaksi P-M Kolom Lantai 2

Dari diagram interaksi P-M pada **gambar 4.28 - 4.29** diatas dapat disimpulkan bahwa kolom pada lantai 1,2 masih kuat memikul beban yang bekerja pada struktur karena momen dan tekan aksial yang bekerja pada struktur tidak melewati garis momen-tekan rencana.

2) Kapasitas Geser pada Kolom

Gaya geser yang bekerja pada kolom dapat dilihat dalam **tabel 4.5** berikut :

**Tabel 4.5.** Kapasitas geser kolom

LANTAI	Dimensi (mm)	Kuat Leleh (fy)	D. Sengkang	Spasi	$\Phi V_n$	$V_u$	Keterangan
1	600 x 600	400	10	125	3747.746	334.95	OK
2	600 x 600	400	10	125	3747.746	290.97	OK

Terlihat pada **table 4.5** bahwa tulangan geser pada kolom mampu menahan gaya geser yang akibat beban luar yang bekerja pada struktur.

#### B. Kapasitas Penampang Balok

Hasil dari kapasitas lentur serta geser balok dari balok struktur dapat dilihat pada **Tabel 4.6.** berikut.

**Tabel 4.6.** Kapasitas Lentur TieBeam Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang

Tipe	Kapasitas Nominal Lentur				Beban UHmate				KETERANGAN
	Lapangan		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan		
	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif	Momen Nominal	Momen Nominal	Momen Nominal	
TB510 50X100 BASE	289.86	289.86	289.86	384.66	126.75	52.48	104.95	209.90	OK
TB58A 85X50 BASE	1212.30	635.62	533.77	931.33	273.70	139.01	314.69	413.18	OK
TB48A 85X45 BASE	1786.68	3472.17	399.16	769.85	271.33	112.12	224.23	448.46	OK
TB47A 75X40 BASE	2301.83	1559.85	280.77	543.33	131.68	91.08	121.73	178.91	OK
TB46A 65X40 BASE	1650.48	1009.26	181.67	297.09	103.70	72.28	140.45	211.50	OK
TB46 60X40 BASE	2338.05	1219.62	271.57	514.68	0.00	0.69	60.84	121.67	OK
TB 45 50X40 BASE	754.08	754.08	135.73	300.78	36.05	32.70	143.08	250.80	OK
TB3A6A 65X35BS	1628.02	719.53	171.38	332.29	17.68	19.11	24.08	48.17	OK
TB36 60X30 BASE	866.84	656.49	118.17	229.47	50.99	25.07	50.13	100.27	OK
TB35 50X30 BASE	705.99	361.47	127.08	127.08	44.40	31.39	41.14	76.45	OK
TB34 40X30 BASE	281.05	281.05	50.59	98.12	19.48	20.52	25.37	50.74	OK

berdasarkan **Table 4.6** diatas bahwa terdapat tulangan utama pada tiebeam yang mampu menahan gaya lentur akibat beban luar pada struktur.

**Tabel 4.7.** Kapasitas Geser TieBeam Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang



Tipe	Kapasitas Geser		Ultimate Geser		KETERANGAN
	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	
TB510 50X100 BASE	739.77	1041.36	109.73	159.21	OK
TB58A 85X50	624.18	878.65	286.02	307.05	OK
TB48A 85X45	550.24	804.71	260.12	221.99	OK
TB47A 75X40	616.14	705.36	260.81	283.06	OK
TB46A 65X40	414.38	606.01	154.50	127.22	OK
TB46 60X40	439.06	556.34	105.74	144.82	OK
TB 45 50X40	399.19	456.99	97.98	104.58	OK
TB3A6A 65X35	386.54	450.41	54.48	60.92	OK
TB36 60X30	329.29	387.93	68.48	37.39	OK
TB35 50X30	270.49	318.66	120.34	125.29	OK
TB34 40X30	211.69	249.39	49.93	53.88	OK

Sebagaimana yang dapat terlihat pada **tabel 4.7** diatas bahwa tulangan geser pada tiebeam mampu menahan gaya geser akibat beban luar pada struktur.

### C. Simpangan Antar Lantai

**Tabel 4.8.** Kapasitas Lentur Balok Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang

Tipe	Kapasitas Nominal Lentur				Beban Ultimate				KETERANGAN
	Lapangan		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan		
	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif	Momen Nominal	Momen Nominal	Momen Nominal	
BL 58A 85X50 LT1	1026.62	533.77	635.62	1026.62	779.31	235.31	470.63	941.25	OK
BL4A9 45X90 LT1	426.25	258.79	258.79	426.25	172.49	80.77	161.55	323.10	OK
BL 48A 85X45 LT1	4562.76	2372.32	528.66	1006.16	579.42	217.14	434.28	868.56	OK
BL 47A 75X40 LT1	2301.83	1559.85	280.77	543.33	266.54	181.16	267.33	402.02	OK
BL 46A 65X40 LT1	2266.40	1333.03	239.95	461.68	251.28	119.03	201.53	403.06	OK
BL 46 60X40 LT1	2338.05	1219.62	271.57	514.68	134.45	150.17	181.70	317.74	OK
BL 45 50X40 LT1	754.08	754.08	135.73	300.78	222.61	90.34	130.68	300.35	OK
BL 3A6A 65X35LT1	1628.02	1846.06	171.38	332.29	109.66	75.96	119.99	208.29	OK
BL 36 60X30 LT1	866.84	656.49	118.17	229.47	115.71	103.95	117.83	228.88	OK
BL35 50X30 LT1	705.99	361.47	127.08	241.94	116.70	61.61	102.30	162.30	OK
BL34 40X30 LT1	281.05	281.05	50.59	98.12	37.73	41.07	50.39	97.78	OK
BL 2A4 40X25 LT1	279.35	279.35	50.28	50.28	9.35	11.76	12.82	23.75	OK
BL 58A 85X50 LT 2	1026.62	533.77	635.62	1026.62	108.1309	84.5728	145.2755	290.5509	OK
BL 48A 85X45 LT2	4562.76	2372.32	528.66	1006.16	363.0182	142.5202	285.0404	570.0808	OK
BL 46A 65X40 LT2	2266.40	1333.03	239.95	461.68	72.1277	43.0497	86.0994	172.1987	OK
BL 45 50X40 LT2	754.08	754.08	135.73	300.78	44.6161	34.7824	92.0384	96.8485	OK
BL36 60X30 LT2	866.84	656.49	118.17	229.47	74.1428	31.9679	63.9358	127.8715	OK
BL35 50X30 LT2	705.99	361.47	127.08	241.94	58.8645	28.6147	57.2294	114.4588	OK

**Tabel 4.9.** Kapasitas Geser Balok Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang

Tipe	Kapasitas Geser		Ultimate Geser		KETERANGAN
	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	
BL 58A 85X50 LT1	624.18	878.65	524.9528	665.8832	OK
BL4A9 45X90 LT1	623.46	893.63	130.3252	175.4012	OK
BL 48A 85X45 LT1	550.24	804.71	507.4772	579.3923	OK
BL 47A 75X40 LT1	616.14	606.01	439.7318	458.8105	OK
BL 46A 65X40 LT1	414.38	606.01	223.7404	285.7729	OK
BL 46 60X40 LT1	439.06	556.34	311.2509	306.1819	OK
BL 45 50X40 LT1	399.19	456.99	358.1125	421.4653	OK
BL 3A6A 65X35LT1	386.54	318.66	207.532	227.3988	OK
BL 36 60X30 LT1	329.29	387.93	312.3061	325.3774	OK
BL35 50X30 LT1	270.49	318.66	208.465	211.9995	OK
BL34 40X30 LT1	211.69	249.39	112.3408	126.3299	OK
BL 2A4 40X25 LT1	195.26	232.95	19.8454	22.9646	OK
BL 58A 85X50 LT 2	624.18	878.65	112.8244	152.4849	OK
BL 48A 85X45 LT2	550.24	804.71	340.87	398.8097	OK
BL 46A 65X40 LT2	414.38	606.01	83.1788	104.1062	OK
BL 45 50X40 LT2	399.19	456.99	139.7213	143.6799	OK
BL36 60X30 LT2	329.29	387.93	82.0852	106.999	OK
BL35 50X30 LT2	270.49	318.66	74.2561	88.3792	OK

Berdasarkan SNI 1726-2019 parameter penentuan simpangan antar lantai adalah sebagai berikut:

1) Faktor Pembesaran Defleksi ( $C_d$ )

Berdasarkan SNI gempa 2019 Sistem Struktur adalah SRPMK dengan  $C_d = 5,5$

2) Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ )

Berdasarkan Kategori Resiko, gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang termasuk kategori resiko IV sehingga memiliki  $I_e = 1,5$

3) Simpangan antar Lantai ( $\Delta_a$ )

Berdasarkan SNI gempa 2019 simpangan antar lantai diijinkan untuk gedung kategori resiko IV =  $\Delta_a = 0,01 H$

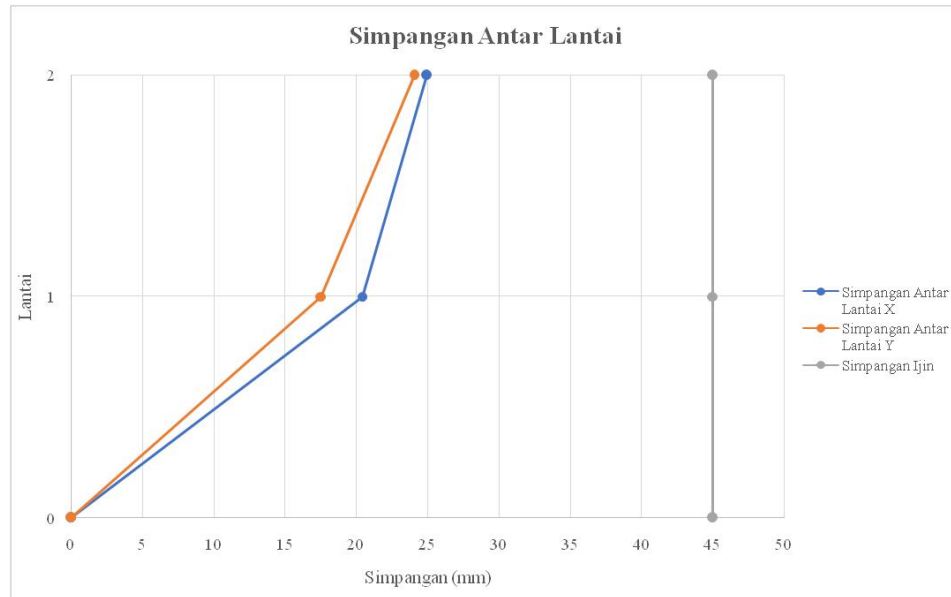
4) Faktor Redundansi ( $\rho$ )

Berdasarkan SNI gempa 2019 Faktor redundansi untuk gedung KDS D nilai  $\rho = 1,3$

Dengan parameter diatas dan jagan perpindahan yang didapat dari analisa dari ETABS maka dapat dihitung simpangan antar lantai dan didapat kan hasil seperti **Tabel 4.10.** dan **4.11.** berikut

**Tabel 4.10.** Simpangan Arah X

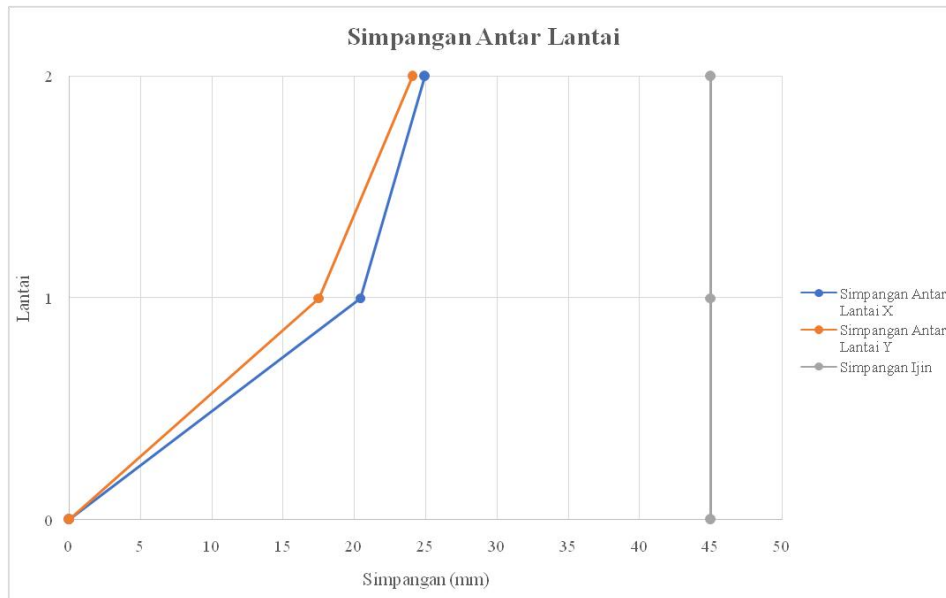
Lantai	$\delta_e$	Cd	$\delta_{ex}$	$\Delta_x$	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
	mm		mm	mm			
2	12.3605195	5.5	45.321905	24.9234	4500	45	OK
1	5.56322563	5.5	20.398494	20.3985	4500	45	OK
0	0	5.5	0	0	4500	45	OK



**Gambar 4.30** Grafik simpangan arah X

**Tabel 4.11.** Simpangan Arah Y

Lantai	$\delta_e$	Cd	$\delta_{ex}$	$\Delta_x$	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
	mm		mm	mm			
2	11.3276121	5.5	41.53458	24.0196	4500	45	OK
1	4.77680336	5.5	17.51495	17.5149	4500	45	OK
0	0	5.5	0	0	4500	45	OK



**Gambar 4.31** Grafik simpangan arah Y

Berdasarkan **Tabel 4.10** dan **4.11** diatas maka masih terdapat simpangan antar lantai yang memenuhi simpangan ijin yaitu pada simpangan x lantai 1 dan lantai 2, serta simpangan y pada lantai 1 dan lantai 2, sehingga struktur tersebut memenuhi persyaratan berdasarkan SNI gempa 1726-2019.

#### D. Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI Gempa 03-1726-9 pasal 7.9.1.1 Jumlah ragam getar alami struktur yang ditinjau dalam kombinasi respons harus menghasilkan partisipasi 100% dari massa struktur dan di izinkan untuk menggunakan perioda waktu dibawah 0.05 detik partisipasi massa pada bangunan ini dapat dilihat pada **Tabel 4.8.** berikut:

**Tabel 4.12.** Partisipasi Massa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec												
Modal	1	0.411	82%	0%	0%	82%	0%	0%	0%	81%	2%	0.0041	0.8148	0.0213
Modal	2	0.411	0%	83%	0%	82%	83%	0%	84%	0%	0%	0.8408	0.8187	0.0215
Modal	3	0.352	1%	0%	0%	83%	83%	0%	0%	2%	78%	0.8408	0.84	0.8051
Modal	4	0.17	14%	0%	0%	98%	83%	0%	0%	12%	5%	0.841	0.9571	0.859
Modal	5	0.167	0%	17%	0%	98%	100%	0%	16%	0%	0%	0.9999	0.9573	0.859
Modal	6	0.159	2%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	4%	14%	1	1	1
Modal	7	0.011	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	1	1	1
Modal	8	0.01	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	1	1	1
Modal	9	0.009	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	1	1	1
Modal	10	0.009	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	1	1	1
Modal	11	0.008	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	1	1	1
Modal	12	0.008	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	1	1	1

Berdasarkan Pada **Tabel 4.8.** diatas dapat dilihat struktur memiliki patisipasi massa arah X dan arah Y sebesar 100 % pada mode ke-6. Maka telah memenuhi peraturan SNI gempa 2019.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pada tugas akhir ini analisis struktur yang dilakukan pada Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol Padang dengan menggunakan *software ETABS v16* yang didasarkan pada SNI 03-1726-2019 didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Mutu beton pada elemen balok dan kolom Bangunan Kampus III UIN Imam Bonjol yaitu  $f_c = 30$  Mpa (K-300).
- 2) Balok yang ditinjau pada penelitian ini adalah B58A, B4A9, B48A, B47A, B46A, B46, B45, B3A6A, B36, B35, B34, B2A4. Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas penampang balok, dapat diketahui bahwa momen yang bekerja pada balok  $M_u$  lebih kecil dari momen nominal  $M_n$  yang dapat ditahan balok. Pada balok B58A  $M_n$  dengan nilai 941,25 KNm dan  $M_u$  470,63 KNm, Balok B4A9 dengan nilai 323,10 KNm dan  $M_u$  161,55 KNm, Balok B48A  $M_n$  dengan nilai 868,56 KNm dan  $M_u$  434,28 KNm, Balok B47A  $M_n$  dengan nilai 402,02 KNm dan  $M_u$  267,33 KNm, Balok B46A  $M_n$  dengan nilai 403,06 KNm dan  $M_u$  201,53 KNm, Balok B46  $M_n$  dengan nilai 317,74 KNm dan  $M_u$  181,70 KNm, Balok B45  $M_n$  dengan nilai 300,35 KNm dan  $M_u$  130,68 KNm, Balok B3A6A  $M_n$  dengan nilai 208,29 KNm dan  $M_u$  119,99 KNm, Balok B36  $M_n$  dengan 228,88 KNm dan  $M_u$  117,83 KNm, Balok B35  $M_n$  dengan nilai 162,30 KNm dan  $M_u$  101,30 KNm, Balok B34  $M_n$  dengan nilai 97,78 KNm dan  $M_u$  50,39 KNm, Balok B2A4  $M_n$  dengan nilai 23,75 KNm dan  $M_u$  12,82 KNm. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa penampang kolom aman.
- 3) Perhitungan kapasitas kolom dilakukan untuk mengetahui kolom yang dipakai pada penampang struktur yang mampu menahan beban yang bekerja. Tinjauan kolom pada penelitian ini yaitu kolom K1. Cara menghitung kapasitas kolom yakni dengan menggunakan metode

diagram interaksi aksial momen kolom. Pada kolom K1 pada lantai 1 dengan nilai  $V_n$  3747,746 KN dan  $V_u$  334,95 KN, dan pada Kolom K1 lantai 2 dengan nilai  $V_n$  3747,746 KN dan  $V_u$  290,97 KN. Diagram gaya yang bekerja pada kolom masih dalam wilayah jangkauan diagram, maka kolom tersebut dikatakan aman dalam menahan beban yang bekerja di atasnya.

- 4) Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas struktur Bangunan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang pada kolom, balok dan simpangan antar lantai sudah memenuhi izin, struktur Gedung Kampus III UIN Imam Bonjol ini cukup kuat untuk menahan beban kerja sesuai peraturan yang berlaku saat ini.
- 5) Kemampuan gedung ini terhadap beban gempa sangat tergantung pada kontribusi dinding dalam menahan beban lateral, sehingga koneksi dinding ke kolom dan balok sangat menentukan untuk menahan beban gempa.
- 6) Pada saat gempa, selama dinding tidak mengalami kegagalan, maka secara keseluruhan struktur dapat juga bertahan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kendala yang penyusun hadapi selama penyusunan laporan tugas akhir ini, penyusun memberikan saran dalam analisis struktur gedung antara lain:

1. Dalam penyusunan tugas akhir mengacu pada pedoman peraturan yang berlaku saat ini.
2. Untuk mendapatkan hasil akurat perhitungan disarankan penyusun tugas akhir sudah menguasai program *ETABS v16*.
3. Bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian ini dapat melakukan analisa dengan metoda lain, seperti metode *push*

*over Analysis* dan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727:2020*. Jakarta: BSN.

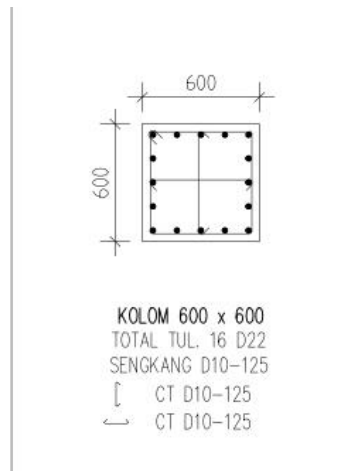
Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019*. Jakarta: BSN.

Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung, SNI 1726:2019*. Jakarta: BSN.



# LAMPIRAN

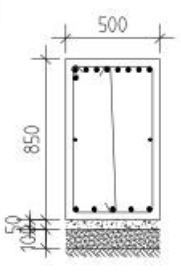
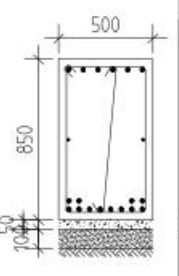
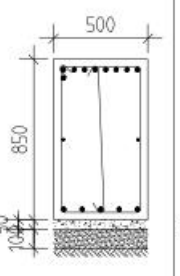
Dimensi Kolom, Kolom Utama (K1) 60X60 cm



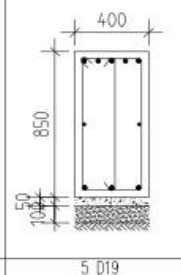
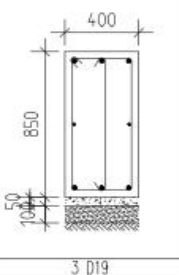
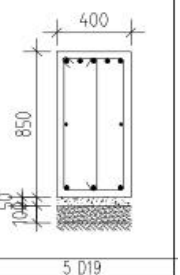
Dimensi TieBeam (TB510) 50X100 cm

TIPE TIEBEAM PERLETAKAN	TB510-1 (500X1000)		
	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
TULANGAN ATAS	4 D19	3 D19	4 D19
TULANGAN BAWAH	3 D19	3 D19	3 D19
TULANGAN BACI	2 X 2 D10	2 X 2 D10	2 X 2 D10
SENGKANG	1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

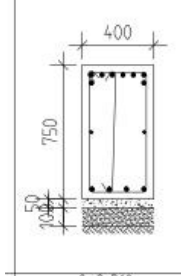
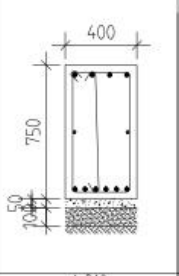
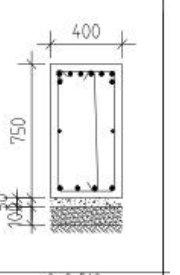
Dimensi TieBeam (TB58A) 50X85 cm

TB58A-1 (500x850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
8+1 D22	6 D22	8+1 D22
5 D22	8+4 D22	5 D22
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB48A) 40X85 cm

TB48A-1 (400x850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	3 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi TieBeam (TB47A) 40X75 cm

TB47A-1 (400x750)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
6+2 D19	4 D19	6+2 D19
4 D19	6 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100

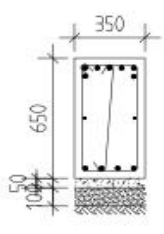
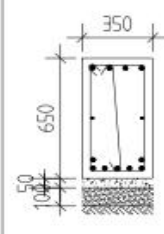
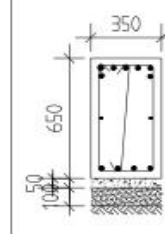
Dimensi TieBeam (TB46A) 40X65 cm

TB46A-1 (400X650)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	5 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

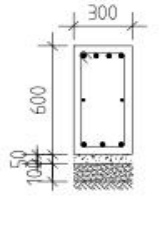
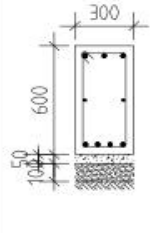
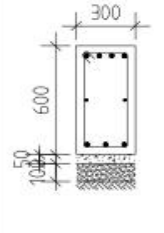
Dimensi TieBeam (TB46) 40X60 cm

TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+4 D19	4 D19	6+4 D19
5 D19	6+2 D19	5 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-100

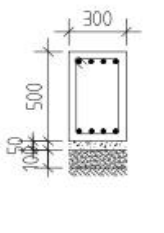
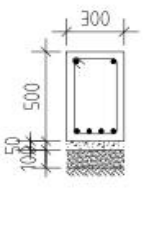
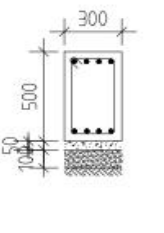
Dimensi TieBeam (TB3A6A) 35X65 cm

TB3A6A-1 (350X650)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
5+2 D19	4 D19	5+2 D19
4 D19	5+2 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-150	1.5 D10-200	1.5 D10-150

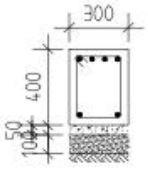
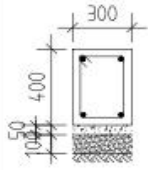
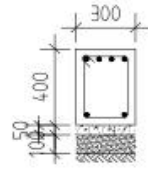
Dimensi TieBeam (TB36) 30X60 cm

TB36-1 (300X600)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
4+2 D16	3 D16	4+2 D16
3 D16	4 D16	3 D16
2 D10	2 D10	2 D10
D10-150	D10-200	D10-150

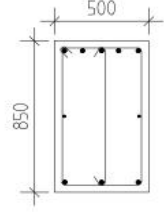
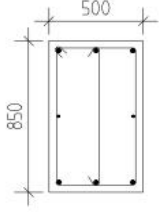
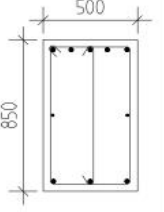
Dimensi TieBeam (TB35) 30X50 cm

TB35-1 (300X500)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
4 D16	2 D16	4 D16
4 D16	4 D16	4 D16
-	-	-
D10-150	D10-200	D10-150

Dimensi TieBeam (TB34) 30X40 cm

TB34-1 (300X400)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
4 D16 2 D16 - D10-150	2 D16 2 D16 - D10-200	4 D16 2 D16 - D10-150

Dimensi Balok (B58A) 50X85 cm

B58A-1 (500X850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
5 D19 3 D19 2 D10 1.5 D10-100	3 D19 3 D19 2 D10 1.5 D10-200	5 D19 3 D19 2 D10 1.5 D10-100

Dimensi Balok (B4A9) 45X90 cm

B4A9-1 (450X900)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	5 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi Balok (B48A) 40X85 cm

B48A-1 (400X850)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
5 D19	3 D19	5 D19
3 D19	3 D19	3 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

Dimensi Balok (B47A) 40X75 cm

B47A-1 (400X750)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+2 D16	4 D16	6+2 D16
5 D16	6+2 D16	5 D16
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-150	1.5 D10-200	1.5 D10-150

### Dimensi Balok (B46A) 40X75 cm

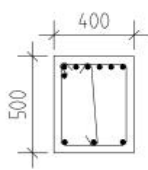
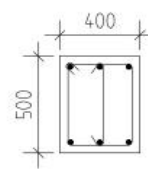
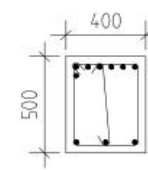
B46A-1 (40X650)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+1 D19	3 D19	6+1 D19
4 D19	4 D19	4 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-200	1.5 D10-100

### Dimensi Balok (B46) 40X60 cm

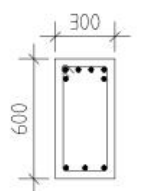
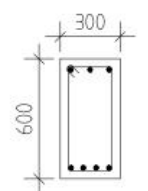
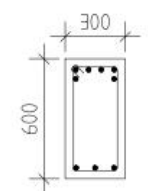
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
6+4 D19	4 D19	6+4 D19
5 D19	6+2 D19	5 D19
2 D10	2 D10	2 D10
1.5 D10-100	1.5 D10-150	1.5 D10-100

### Dimensi Balok (B45) 40X50 cm

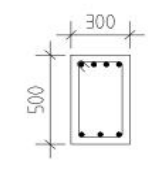
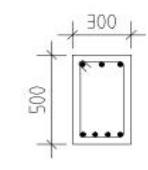
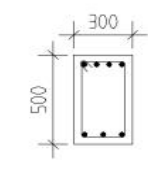


B45-1 (400X500)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
6+1 D19	3 D19	6+1 D19
3 D19	3 D19	3 D19
-	-	-
1.5 D10-100	1.5 D10-125	1.5 D10-100

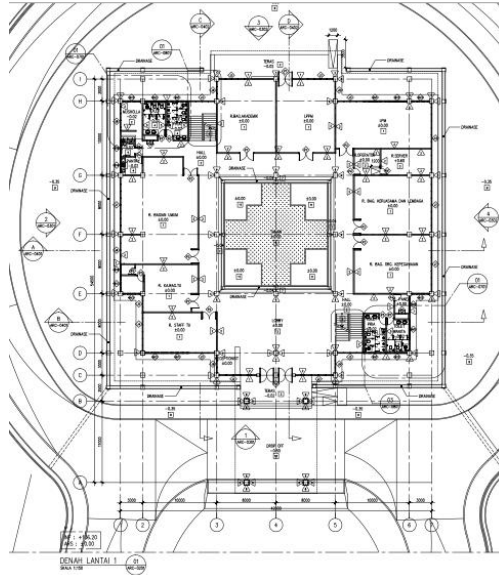
Dimensi Balok (B36) 30X60 cm

B36-1 (300X600)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
4+2 D16	3 D16	4+2 D16
3 D16	4 D16	3 D16
2 D10	2 D10	2 D10
D10-150	D10-200	D10-100

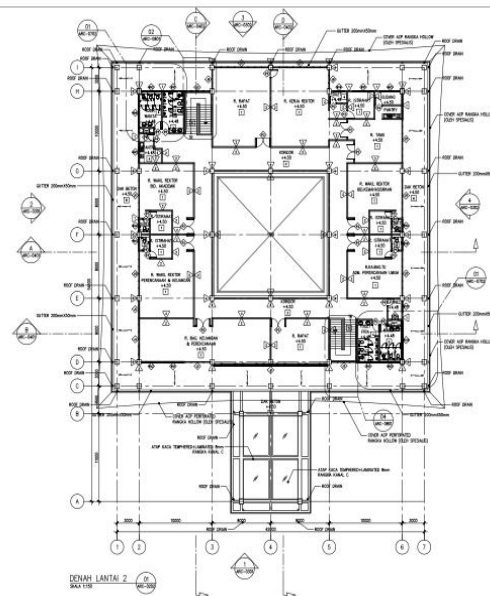
Dimensi Balok (B35) 30X50 cm

B35-1 (300X500)		
TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
		
4 D16	3 D16	4 D16
3 D16	4 D16	3 D16
-	-	-
D10-150	D10-200	D10-150

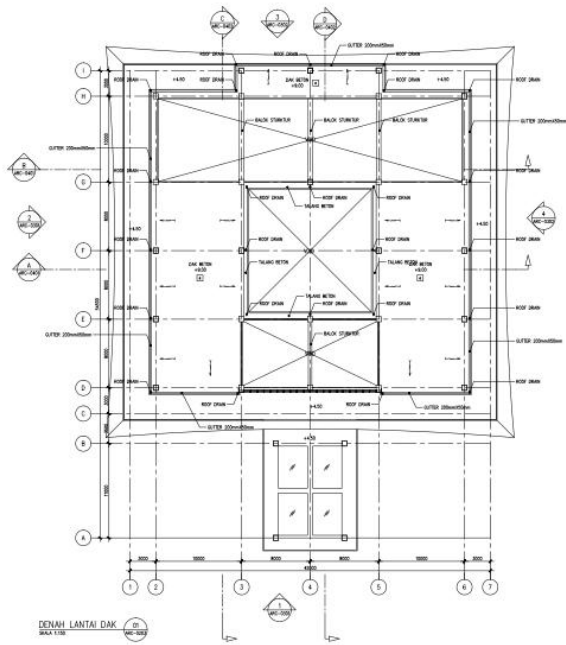
## Denah Gedung C Kampus III UIN Imam Bonjol Padang



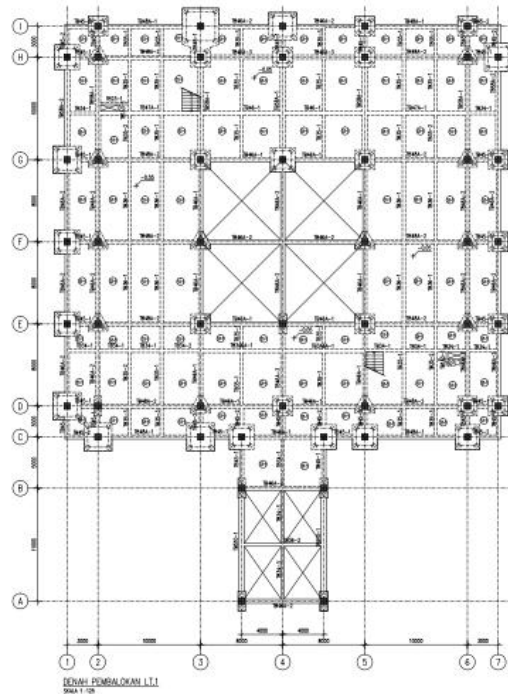
Denah Lantai 1



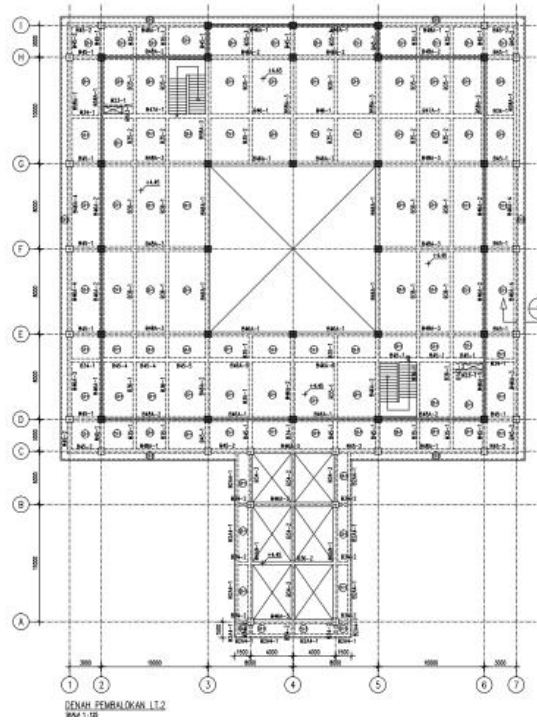
Denah Lantai 2



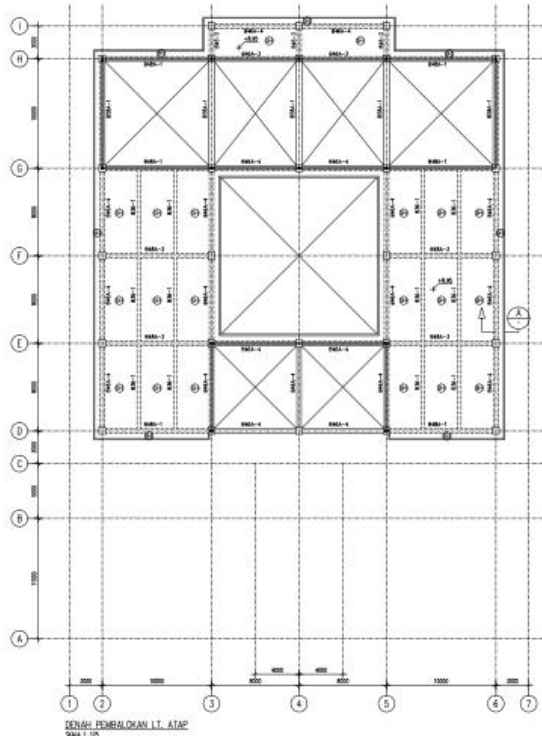
Denah Lantai Dag



Denah Pembalokan Lantai 1

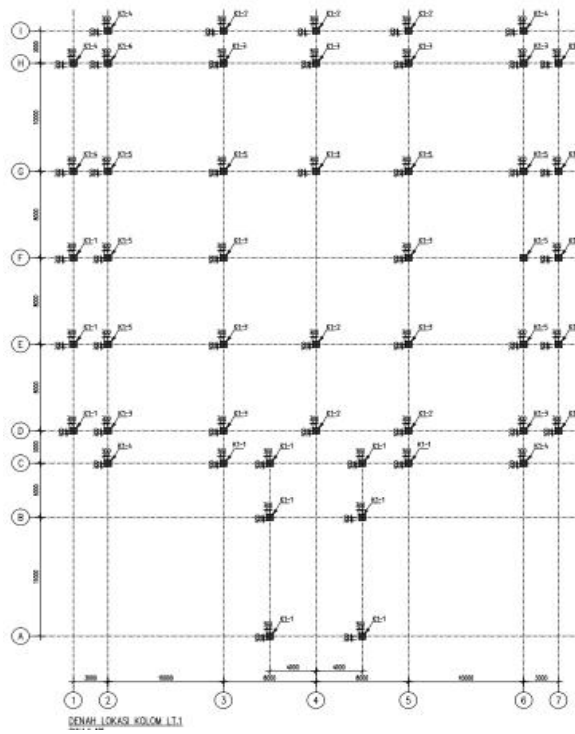


### Denah Pembalokan Lantai 2

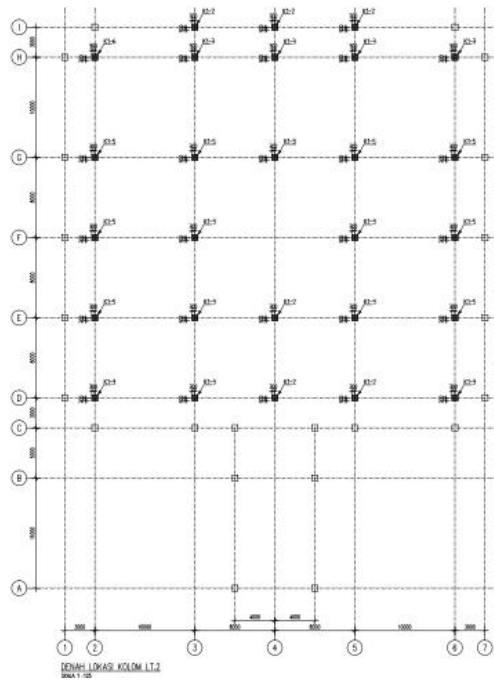


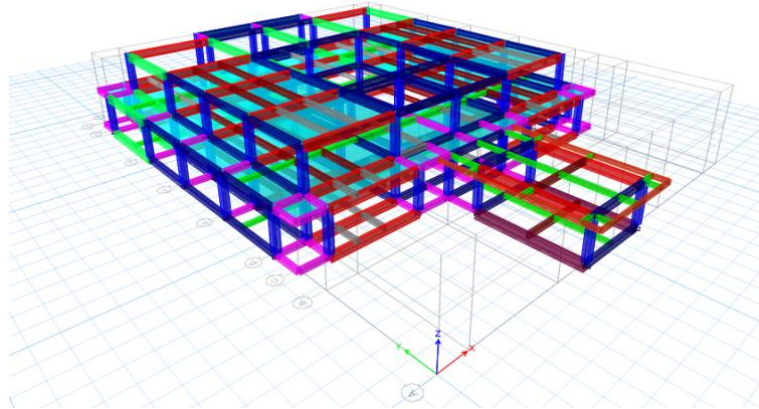
### Denah Pembalokan Lantai Dag

### Denah Lokasi Kolom Lantai 1



Denah Lokasi Kolom Lantai 2





Pemodelan Struktur Eksisting

Perhitungan Aksial Kolom Lantai 1

PERHITUNGAN AKSIAL KOLOM LANTAI 1			
<b>Data Kolom</b>			
b	600	mm	
h	600	mm	
fc'	30	Mpa	
d'	40	mm	
d	560	mm	
fy	400	Mpa	
D	22	mm	(Dia. Tulangan)
n	16	buah	(Jumlah Tulangan)
Ast	6082.12	mm <sup>2</sup>	
Ag	360000	mm <sup>2</sup>	
as'	3041.06	mm <sup>2</sup>	
as	3041.06	mm <sup>2</sup>	
ψ	0.65		
<b>Kapasitas Maksimum (Po) dari Kolom</b>			
$P_o$	$= 0,85 \times f_{c'} \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times F_y$		
$P_o$	11457754,73	N	
$P_o$	11457.755	Kn	
<b>Kekuatan Nominal Maksimum Penampang Kolom</b>			
$P_n$ (max)	=	$0,8 \times P_o$	
	=	9166.203785	Kn

Eksentrisitas Minimum					
$e_{min}$	=	$0,1 \times h$			
	=	60	mm		
	=	549.9722271	Kn.m		
Kuat Rencana Kolom					
$\phi P_{nmax}$	=	$\phi \times P_n (max)$			
	=	5958.03246	Kn		
Garis netral pada kondisi Seimbang					
$C_b$	=	$\frac{(600)}{d} / (600 + f_y) \times$			
	=	336	mm		
$a_b$	=	$0,85 \times C_b$			
	=	285.6	mm		
$f_s'$	=	$E_s \times \epsilon'_s$			
	=	$600 \times ((c - d)$			
	=	528.5714286	Mpa		
$f_s'$	$\geq$	$f_y$			
$f_s'$	=	$f_y$	=	400	Mpa

Kapasitas Penampang pada Kondisi Seimbang (balance)					
$P_{nb}$	=	$0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y$			
	=	$0,85 \times 11.24 \times (0,85 \times 600 \times 360) / (600 + 400) \times 400$			
	=	4369680	N		
	=	4369.68	Kn		
$\phi P_{nb}$	=	2840.292			
$M_{nb}$	=	$0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (y - d') + A_s \times f_y \times (d - y)$			
	=	1319454396	Kn.mm		
	=	1319.454396	Kn.m		
$\phi M_{nb}$	=	1055.563517	Kn.m		
Eksentrisitas pada kondisi seimbang					
$e_b$	=	$M_{nb} / P_{nb}$			
	=	0.3020	m		
	=	301.9568	mm		
Kapasitas Penampang pada Momen Murni					
$M_n$	=	$A_s \times f_y \times (d - (0,59 \times A_s \times f_y) / (f_c' \times b))$			
	=	632696779.79	N		
	=	632.70	Kn.m		
$\phi M_n$	=	$0,8 \times M_n$			
	=	506.16	Kn.m		



	Mn	Pn	Mn0	Pn0	Mn0b	Pn0b
Tekan murni	0	11457.75473	0	7447.54	0	0
	549.972	9166.203785	297.902	5958.03	857.6453572	2840.29
	1319.45	4369.68	857.645	2840.29		
Tarik murni	632.70	0	506.16	0		

### Perhitungan Aksial Kolom Lantai 2

PERHITUNGAN AKSIAL KOLOM LANTAI 2			
<b>Data Kolom</b>			
b	600	mm	
h	600	mm	
fc'	30	Mpa	
d'	40	mm	
d	560	mm	
fy	400	Mpa	
D	22	mm	(Dia. Tulangan)
n	16	buah	(Jumlah Tulangan)
Ast	6082.1	mm <sup>2</sup>	
Ag	360000	mm <sup>2</sup>	
as'	3041.1	mm <sup>2</sup>	
as	3041.1	mm <sup>2</sup>	
φ	0.65		
<b>Kapasitas Maksimum (Po) dari Kolom</b>			
P <sub>0</sub>	= $0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + A_{st} \times F_y$		
P <sub>0</sub>	11457754.73	N	
P <sub>0</sub>	11457.755	Kn	
<b>Kekuatan Nominal Maksimum Penampang Kolom</b>			
P <sub>n (max)</sub>	=	0,8 × P <sub>0</sub>	
	=	9166.203785	Kn

<b>Eksentrisitas Minimum</b>						
	$e_{min}$	=	$0,1 \times h$			
		=	60	mm		
		=	549,9722271	Kn.m		
<b>Kuat Rencana Kolom</b>						
	$\phi P_{nmax}$	=	$\phi \times P_n (max)$			
		=	5958,03246	Kn		
<b>Garis netral pada kondisi Seimbang</b>						
	$C_b$	=	$\frac{(600)}{d} \times \frac{(600 + f_y)}{x}$			
		=	336	mm		
	$ab$	=	$0,85 \times C_b$			
		=	285,6	mm		
	$F_s'$	=	$E_s \times \epsilon_s$			
		=	$600 \times ((\epsilon - d)$			
		=	528,5714286	Mpa		
	$f_s'$	>	$f_y$			
	$f_s'$	=	$f_y$	=	400	Mpa

**Kapasitas Penampang pada Kondisi Seimbang (balance)**

$$P_{nb} = 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y$$

$$= 0,85 \times 11,24 \times (0,85 \times 600 \times 360) / (600 + 400) \times 400$$

$$= 4369680 \text{ N}$$

$$= 4369,68 \text{ Kn}$$

$$\phi P_{nb} = 2840,292$$

$$M_{nb} = 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times x (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times x (y - d') + A_s \times f_y \times x (d - y)$$

$$= 1319454396 \text{ Kn.mm}$$

$$= 1319,454396 \text{ Kn.m}$$

$$\phi M_{nb} = 1055,563517 \text{ Kn.m}$$

**Eksentrisitas pada kondisi seimbang**

$$e_b = M_{nb} / P_{nb}$$

$$= 0,3020 \text{ m}$$

$$= 301,9568 \text{ mm}$$

**Kapasitas Penampang pada Momen Murni**

$$M_n = \frac{A_s \times f_y \times (d - (0,59 \times A_s \times f_y) / (f_c' \times b))}{1}$$

$$= 632696779,79 \text{ N}$$

$$= 632,70 \text{ Kn.m}$$

$$\phi M_n = 0,8 \times M_n$$

$$= 506,16 \text{ Kn.m}$$

	Mn	Pn	Mne	Pne	Mneb	Pneb
Tekan murni	0	11457,75473	0	7447,5	0	0
	549,97	9166,203785	297,9	5958	857,6453572	2840,3
	1319,5	4369,68	857,65	2840,3		
Tarik murni	632,70	0	506,16	0		

## Kapasitas Geser Kolom Lantai 1

KAPASITAS GESER KOLOM LANTAI 1						
<b>Data Material</b>						
Kuat Tekan Beton	$f_c'$	=		30	Mpa	
Tegangan Leleh Baja $f_y$	$f_y$	=	(BJTD-40)	400	Mpa	
Faktor Reduksi Beton	$\phi$	=		0.8		
<b>Dimensi Kolom</b>						
Lebar	$b$	=		600	mm	
Tinggi	$h$	=		4500	mm	
Selimit Beton	$d'$	=		40	mm	
Tinggi Efektif Beton	$d$	=	$h-d'$	4460	mm	
<b>Gaya Geser Ultimate Kolom</b>						
Kuat Geser Ultimate Kolom	$V_u$	=		334.9461	Kn	
<b>Tulangan Geser Kolom</b>						
			<b>2<math>\phi</math>10 - 100</b>			
Diameter Sengkang	$d_s$	=		10	mm	
Luas Penampang Sengkang	$A_v$	=	$2(1/4\pi d_s^2)$	157.08	mm <sup>2</sup>	
Jarak Antar Sengkang	$s$	=		125	mm	
Jarak Sengkang Maksimum	$s_{max}$	=	$1/2 b$	300	mm	
<b>Kontrol Jarak Antar Tulangan Maksimum</b>						
	$s$	$\leq$	$s_{max}$			
	125	$\leq$	300			

<b>Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan</b>						
Kuat Geser Beton	$V_c$	=	$1/6[(\sqrt{f_c})(b d)]$	2442.843	Kn	
Kuat Geser Tulangan Geser	$V_s$	=	$(A_v f_y d)/s$	2241.8401	Kn	
<b>Kuat Geser Rencana Kolom</b>						
Kuat Geser Rencana Kolom	$V_n$	=	$V_c + V_s$	4684.683	Kn	
<b>Kuat Geser Ultimate Kolom</b>						
Kuat Geser Ultimate Kolom	$V_r$	=	$\phi V_n$	3747.7461	Kn	
	$V_u$	$\leq$	$\phi V_n$			
	334.946	$\leq$	3747.746			Oke

## Kapasitas Geser Kolom Lantai 2

KAPASITAS GESER KOLOM LANTAI 2						
<b>Data Material</b>						
Kuat Tekan Beton	$f_c'$	=		30	Mpa	
Tegangan Leleh Baja $f_y$	$f_y$	=	(BJTD-40)	400	Mpa	
Faktor Reduksi Beton	$\phi$	=		0.8		
<b>Dimensi Kolom</b>						
Lebar	$b$	=		600	mm	
Tinggi	$h$	=		4500	mm	
Selimut Beton	$d'$	=		40	mm	
Tinggi Efektif Beton	$d$	=	$h-d'$	4460	mm	
<b>Gaya Geser Ultimate Kolom</b>						
Kuat Geser Ultimate Kolom	$V_u$	=		290.9735	Kn	
<b>Tulangan Geser Kolom</b>						
				<b>2Ø10 - 100</b>		
Diameter Sengkang	$d_s$	=		10	mm	
Luas Penampang Sengkang	$A_v$	=	$2(1/4\pi d_s^2)$	157.08	mm <sup>2</sup>	
Jarak Antar Sengkang	$s$	=		125	mm	
Jarak Sengkang Maksimum	$s_{max}$	=	$1/2 b$	300	mm	
<b>Control Jarak Antar Tulangan Maksimum</b>						
	$s$	$\leq$	$s_{max}$			
	125	$\leq$	300			

<b>Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan</b>						
Kuat Geser Beton	$V_c$	=	$1/6[(\sqrt{f_c'}) (b d)]$	2442.843	Kn	
Kuat Geser Tulangan Geser	$V_s$	=	$(A_v f_y d)/s$	2241.8401	Kn	
<b>Kuat Geser Rencana Kolom</b>						
Kuat Geser Rencana Kolom	$V_n$	=	$V_c + V_s$	4684.683	Kn	
<b>Kuat Geser Ultimate Kolom</b>						
Kuat Geser Ultimate Kolom	$V_r$	=	$\phi V_n$	3747.7461	Kn	
	$V_u$	$\leq$	$V_r$			
	290.974	$\leq$	3747.746		<b>Oke</b>	

LANTAI	Dimensi (mm)	Kuat Leleh (fy)	D. Sengkang	Spasi	$\Phi V_n$	$V_u$	Keterangan
1	600 x 600	400	10	125	3747.746	334.95	OK
2	600 x 600	400	10	125	3747.746	290.97	OK

### Kapasitas Lentur TieBeam

Tipe	Kapasitas Nominal Lentur				Beban Ultimate				KETERANGAN
	Lapangan		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan		
	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif	Momen Nominal	Momen Nominal	Momen Nominal	
TB510 50X100 BASE	289.86	289.86	289.86	384.66	126.75	52.48	104.95	209.90	OK
TB58A 85X50 BASE	1212.30	635.62	533.77	931.33	204.94	148.38	342.77	441.27	OK
TB48A 85X45 BASE	1786.68	3472.17	399.16	769.85	239.27	225.66	251.39	447.82	OK
TB47A 75X40 BASE	2301.83	1559.85	280.77	543.33	137.19	93.41	133.65	195.83	OK
TB46A 65X40 BASE	1650.48	1009.26	181.67	297.09	102.99	72.03	139.25	210.78	OK
TB46 60X40 BASE	2338.05	1219.62	271.57	514.68	40.40	51.89	61.28	122.04	OK
TB 45 50X40 BASE	754.08	754.08	135.73	300.78	36.05	32.70	133.96	250.80	OK
TB3A6A 65X35BS	1628.02	719.53	171.38	332.29	17.59	20.48	24.96	49.93	OK
TB36 60X30 BASE	866.84	656.49	118.17	229.47	50.15	25.27	50.55	100.66	OK
TB35 50X30 BASE	705.99	361.47	127.08	127.08	55.40	35.97	53.33	96.58	OK
TB34 40X30 BASE	281.05	281.05	50.59	98.12	26.41	23.73	27.04	54.08	OK

### Kapasitas Geser TieBeam

Tipe	Kapasitas Geser		Ultimate Geser		KETERANGAN
	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	
TB510 50X100 BASE	739.77	1041.36	109.73	159.21	OK
TB58A 85X50	624.18	878.65	306.16	327.19	OK
TB48A 85X45	550.24	804.71	276.99	301.86	OK
TB47A 75X40	616.14	705.36	272.53	294.70	OK
TB46A 65X40	414.38	606.01	162.91	183.75	OK
TB46 60X40	439.06	556.34	105.74	115.71	OK
TB 45 50X40	399.19	456.99	97.98	104.58	OK
TB3A6A 65X35	386.54	450.41	59.10	66.57	OK
TB36 60X30	329.29	387.93	67.24	67.68	OK
TB35 50X30	270.49	318.66	145.09	150.01	OK
TB34 40X30	211.69	249.39	51.08	59.31	OK

### Kapasitas Lentur Balok



Tipe	Kapasitas Nominal Lentur				Beban Ultimate				KETERANGAN
	Lapangan		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan		
	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif (kN.m)	Momen Nominal negatif (kN.m)	Momen Nominal Positif	Momen Nominal	Momen Nominal	Momen Nominal	
BL 58A 85X50 LT1	1026.62	533.77	635.62	1026.62	790.96	237.34	474.67	949.35	OK
BL4A9 45X90 LT1	426.25	258.79	258.79	426.25	172.47	81.01	162.02	324.05	OK
BL 48A 85X45 LT1	4562.76	2372.32	528.66	1006.16	575.28	217.17	434.34	868.68	OK
BL 47A 75X40 LT1	2301.83	1559.85	280.77	543.33	266.54	181.20	267.36	402.06	OK
BL 46A 65X40 LT1	2266.40	1333.03	239.95	461.68	275.37	118.94	213.91	427.81	OK
BL 46 60X40 LT1	2338.05	1219.62	271.57	514.68	134.44	150.22	181.70	317.78	OK
BL 45 50X40 LT1	754.08	754.08	135.73	300.78	222.61	90.34	130.68	300.35	OK
BL 3A6A 65X35LT1	1628.02	1846.06	171.38	332.29	97.21	93.89	113.89	227.79	OK
BL 36 60X30 LT1	866.84	656.49	118.17	229.47	115.71	103.93	117.83	228.88	OK
BL35 50X30 LT1	705.99	361.47	127.08	241.94	97.87	63.16	121.43	162.32	OK
BL34 40X30 LT1	281.05	281.05	50.59	98.12	37.73	41.07	50.39	97.78	OK
BL 2A4 40X25 LT1	279.35	279.35	50.28	50.28	9.36	11.77	12.87	23.78	OK
BL 58A 85X50 LT 2	1026.62	533.77	635.62	1026.62	108.1309	84.5728	145.2755	290.5509	OK
BL 48A 85X45 LT2	4562.76	2372.32	528.66	1006.16	363.0182	142.5202	285.0404	570.0808	OK
BL 46A 65X40 LT2	2266.40	1333.03	239.95	461.68	72.1277	43.0497	86.0994	172.1987	OK
BL 45 50X40 LT2	754.08	754.08	135.73	300.78	44.6161	34.7824	92.0384	96.8485	OK
BL36 60X30 LT2	866.84	656.49	118.17	229.47	74.1428	31.9679	63.9358	127.8715	OK
BL35 50X30 LT2	705.99	361.47	127.08	241.94	58.8645	28.6147	57.2294	114.4588	OK

### Kapasitas Geser Balok

Tipe	Kapasitas Geser		Ultimate Geser		KETERANGAN
	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	Lapangan (kN)	Tumpuan (kN)	
BL 58A 85X50 LT1	624.18	878.65	529.5341	670.4942	OK
BL4A9 45X90 LT1	623.46	893.63	130.3363	175.4789	OK
BL 48A 85X45 LT1	550.24	804.71	505.7534	582.0877	OK
BL 47A 75X40 LT1	616.14	606.01	439.7471	458.8258	OK
BL 46A 65X40 LT1	414.38	606.01	223.6569	315.4078	OK
BL 46 60X40 LT1	439.06	556.34	311.2589	306.1943	OK
BL 45 50X40 LT1	399.19	456.99	358.1125	421.4653	OK
BL 3A6A 65X35LT1	386.54	318.66	197.0588	176.6581	OK
BL 36 60X30 LT1	329.29	387.93	311.0896	324.161	OK
BL35 50X30 LT1	270.49	318.66	209.6117	213.1461	OK
BL34 40X30 LT1	211.69	249.39	112.3408	126.3299	OK
BL 2A4 40X25 LT1	195.26	232.95	19.8562	22.9885	OK
BL 58A 85X50 LT 2	624.18	878.65	112.8244	152.4849	OK
BL 48A 85X45 LT2	550.24	804.71	340.87	398.8097	OK
BL 46A 65X40 LT2	414.38	606.01	83.1788	104.1062	OK
BL 45 50X40 LT2	399.19	456.99	139.7213	143.6799	OK
BL36 60X30 LT2	329.29	387.93	82.0852	106.999	OK
BL35 50X30 LT2	270.49	318.66	74.2561	88.3792	OK

### Simpangan Arah X

Lantai	$\delta_e$	Cd	$\delta_{ex}$	$\Delta_x$	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
	mm		mm	mm	mm	mm	
2	12.646	5.5	46.368667	25.3733	4500	45	OK
1	5.726	5.5	20.995333	20.9953	4500	45	OK
0	0	5.5	0	0	4500	45	OK

Simpangan Arah Y

Lantai	$\delta_e$	Cd	$\delta_{ex}$	$\Delta_x$	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
	mm		mm	mm	mm	mm	
2	11.553	5.5	42.361	24.376	4500	45	OK
1	4.905	5.5	17.985	17.985	4500	45	OK
0	0	5.5	0	0	4500	45	OK