



**EVALUASI PENGGUNAAN KOLOM MIRING PADA STRUKTUR  
BANGUNAN C-DAST UNIVERSITAS JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh

**FIRDAUS BAGUS BAYU KRESNA  
NIM 121910301039**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**EVALUASI PENGGUNAAN KOLOM MIRING PADA STRUKTUR  
BANGUNAN C-DAST UNIVERSITAS JEMBER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**FIRDAUS BAGUS BAYU KRESNA  
NIM 121910301039**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah kupersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir dengan segala kekuranganku. Segala syukur ku ucapkan kepadaMu karena telah menghadirkan mereka yang selalu memberi semangat dan doa disaat kutertatih. Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua Orangtuaku, Ibunda tercinta Susilowati begitupun juga Ayahku tercinta Sugeng Orbani yang senantiasa mendoakan anakmu ini. Tiada kata yang bisa menggantikan segala sayang, usaha, semangat dan juga dukungan finansial yang telah dicurahkan untuk penyelesaian tugas akhir putri bungsunya ini;
2. Adikku, Nisrina Afrah Naufalani terima kasih untuk selalu mendukungku;
3. Ir. Hernu Suyoso, M.T. dan Gati Annisa Hayu S.T., M.T., M.Sc. yang telah membimbingku dengan sabar;
4. Proyek C-DAST Universitas Jember yang telah banyak memberikan informasi;
5. Serta kepada Seluruh keluarga besarku yang kusayangi dan kukasihi terima kasih atas motivasinya selama ini;
6. Risky Amalia, terimakasih atas pemakluman dan support dalam keadaan apapun;
7. Harry, Itang, Bhisma, Alvin, Zaki, Hendra, Miftah, Kiki, Della, Ella, Jeri, Dicha, Mufty, Azizah, Fifit semua sahabat - sahabat yang selalu memberikan dukungan dan support;
8. Sahabat Terhebat Nabilah, Vivi, dan Yudis terimakasih untuk doa -doanya;
9. Sahabat satu kota asal Bondowoso, Itang Destiyanto terimakasih atas semua doa dan dukungan yang diberikan
10. Teman-teman KKN 73 sendy, tyan, yusuf, sherly, amel, lika, lely, fida dan devita atas segala dukungan dan doa-doanya;
11. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar;

12. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2012, Terimakasih atas persahabatan dan persaudaraan yang tak akan pernah terlupakan, perkuliahan akan tidak ada rasa jika tanpa kalian.
13. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.



**MOTTO**

Harga Kebaikan Manusia adalah Diukur Menurut Apa yang Telah Dilaksanakan /  
Diperbuatnya

( Ali Bin Abi Thalib )<sup>\*)</sup>

Maka Sesungguhnya Bersama Kesulitan Ada Kemudahan, Sesungguhnya Bersama Kesulitan  
Ada Kemudahan. Maka Apabila Engkau Telah Selesai ( Dari Sesuatu Urusan ) Tetaplah  
Bekerja Keras ( Untuk Urusan yang Lain ). Dan Hanya Kepada Tuhanlah Engkau Berharap

(QS. Al-Insyirah, 6-8)<sup>\*\*)</sup>

Sesuatu yang Belum Dikerjakan, Seringkali Tampak Mustahil, Kita Baru Yakin Kalau  
Kita Telah Berhasil Melakukannya Dengan Baik.

(Evelyn Underhill)<sup>\*\*\*)</sup>

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Firdaus Bagus Bayu Kresna

NIM : 121910301039

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” EVALUASI PENGGUNAAN KOLOM MIRING PADA STRUKTUR BANGUNAN C-DAST UNIVERSITAS JEMBER” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 09 Mei 2016

Yang menyatakan,

Firdaus Bagus Bayu K  
NIM 121910301039

**SKRIPSI**

**EVALUASI PENGGUNAAN KOLOM MIRING PADA STRUKTUR  
BANGUNAN C-DAST UNIVERSITAS JEMBER**

Oleh

Firdaus Bagus Bayu Kresna  
NIM 121910301039

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Hernu Suyoso, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Evaluasi Penggunaan Kolom Miring pada Struktur Bangunan C-DAST Universitas Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 12 Mei 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ir. Hernu Suyoso, M.T.,  
NIP. 19551112 198702 1 001

Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D  
NIP. 19711209 199803 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.,  
NIP. 19700530 199803 2 001

Dwi Nurtanto S.T., M.T.  
NIP. 19731015 199802 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP. 19661215 199503 2 001



## RINGKASAN

**Evaluasi Penggunaan Kolom Miring pada Struktur Bangunan C-DAST Universitas Jember**; Firdaus Bagus Bayu Kresna 121910301039; 2016: 68 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Globalisasi merupakan proses penyebaran unsur-unsur baru baik berupa informasi, pemikiran, gaya hidup maupun teknologi secara mendunia dan dengan dibukanya gerbang Masyarakat Ekonomi Asean ( MEA ) maka , manusia pun ikut dituntut untuk menghasilkan suatu inovasi pada bidang-bidang yang mereka jalani. Inovasi-inovasi pada teknik sipil juga dipengaruhi dengan beberapa design perencanaan yang terus berkembang. Perkembangannya terjadi di beberapa sektor dengan adanya tuntutan-tuntutan baik dari segi kebutuhan bangunan bahkan sampai pada segi estetika bangunan.

Sementara itu, struktur bangunan pun juga terdiri dari beberapa bagian yang diantaranya bagian utama adalah struktur pondasi, struktur kolom, struktur balok, dan struktur pelat. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Struktur kolom sekarang telah mengalami beberapa inovasi. Secara arsitektur, kolom dikembangkan untuk meningkatkan segi estetika bangunan. Dengan adanya salah satu inovasi tersebut, *engineer* melakukan beberapa penelitian mengenai kinerja kolom miring tersebut bila dibandingkan dengan kolom vertikal.

Penggunaan kolom miring sendiri sudah beberapa kali diterapkan pada beberapa struktur bangunan, seperti yang diterapkan pada struktur bangunan Supermall Pakuwon Surabaya yang mendesain kolom pada lantai basement 3 bagian tepi dengan bentuk kolom miring. Sementara itu, pada struktur bangunan Gedung Kuliah Universitas Kristen Petra Surabaya pun juga menerapkan hal yang sama bahkan kolom miring yang digunakan pada lantai dasar hingga lantai paling atas dari bangunan tersebut. Berdasarkan beberapa hal yang telah diterangkan, maka dipembahasan kali ini ditujukan untuk mengevaluasi penerapan kolom miring pada suatu struktur bangunan. Pembahasan ini diterapkan pada struktur bangunan C-

DAST Universitas jember berhubung untuk kota Jember belum ada penerapan mengenai struktur kolom miring.

Dalam evaluasi penggunaan kolom miring pada struktur bangunan C-DAST di penelitian kali ini digunakan beberapa acuan antara lain : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung ( SNI 2847-2013), Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung ( SNI 1729-2015 ), Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan ( SNI 1726-2012 ), Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung ( PPIUG ) 1983. Sedangkan untuk analisa yang digunakan adalah menggunakan software SAP 2000 dikarenakan dengan menggunakan software tersebut dapat melihat nilai gaya dalam pada keseluruhan struktur bangunan tersebut.

Berdasarkan hasil analisa struktur bangunan C-DAST dengan menggunakan software SAP 2000 antara penggunaan kolom vertikal dan kolom miring, didapatkan hasil analisa gaya dalam yang cenderung besar pada struktur kolom miring bila dibandingkan dengan nilai gaya dalam yang terjadi pada struktur kolom vertikal. Didapatkan deviasi nilai gaya dalam secara dominan sebesar  $\geq 50 \%$  setelah merubah perencanaan menjadi kolom miring dan sebagian kecil memiliki deviasi gaya dalam  $\leq 50 \%$ .

## SUMMARY

**( The Evaluation of the Use of Slanted Column on C – DAST’s Building Structure in Jember University);** Firdaus Bagus Bayu Kresna 121910301039; 2016: 68 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Globalization is the process of the new elements deployment in the form of information, ideas, lifestyle and worldwide’s technology. Since the opening of the Asean Economic Community ( AEC ), everybody is required to produce an innovation in the areas in which they live . the innovations of civil engineering is also influenced by several design planning which always develop. The developments and the demands occur in several sectors, whether it is about the terms of the building needs or the aesthetics of the building.

Meanwhile , the structure of the building also consist of several sections. Such as, the main part is the foundation structure , structural columns, structural beams and plate structure . The column is a vertical press rod of the frame structure which bear the burden of the beam . Structural columns have experienced several innovations . In architecture , the columns are developed to improve the aesthetics of the building . because of those innovations , engineer is doing some research on the slanted column performance. Then, it will be compared with the vertical columns .

The use of slanted column itself has applied in the several structures for several times , as it is applied to the building structure of Pakuwon Supermall Surabaya which design with the form of slanted columns on the edge of the basement floor in the third story. Meanwhile, the building structure of Petra Christian University also use the slanted column from the ground floor to the top floor of the building. Based on some of the things that have been described , then this discussion is aimed to evaluate the application of slanted columns on a building structure. This discussion is applied to the structure of the building C - DAST University of Jember , since there has been no implementation of the structure of slanted columns in Jember city .

the evaluation of the use of slanted columns on the building structure C - DAST in the study is used several references, they are : Procedure for Calculation of Concrete Structure For Building ( ISO 2847-2013 ) , the Structural Design Method of steel for Building ( ISO 1729-2015 ) , Earthquake Resilience Planning Procedures for building structure ( ISO 1726-2012 ) , Indonesian Loading Regulation for building ( PPIUG ) 1983. While for the analysis use the SAP softwere 2000 because by using the softwere , we can see the value of the force in the overall structure of the building ,

Based on the analysis of the structure of C- DAST between the use of vertical columns and columns tilted which use the SAP softwere , 2000, we can find the analysis results that slanted column has a large energy than the vertical column structure . Deviation is obtained in dominant energy. It is around  $\geq 50$  % after changing the plan becomes a slanted columns and for the half part of deviations is around  $\leq 50$  % .

## PRAKATA

*Alhamdulillah*, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Penggunaan Kolom Miring pada Struktur Bangunan C-DAST Universitas Jember”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Henu Suyoso, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Gati Annisa Hayu S.T., M.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
5. Dwi Nurtanto S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota dan Dosen Pembimbing Akademik;
6. Kedua orang tua-ku dan saudaraku yang telah memberikan dukungan moril dan materiil selama penyusunan skripsi ini;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 12 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERNYATAAN .....	vi
HALAMAN PEMBIMBING .....	vii
HALAMAN PENGESAHAN .....	viii
RINGKASAN .....	ix
SUMARRY .....	xi
PRAKATA .....	xiv
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xviii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Peraturan yang Berlaku .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Pengertian Konstruksi .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Penngertian Kolom .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Jenis-jenis Kolom .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Fungsi Kolom.....</b>	<b>6</b>

<b>2.5 Bentuk dan Susunan Tulangan Kolom</b> .....	7
<b>2.6 Syarat-syarat Kolom Beton Bertulang</b> .....	7
<b>2.7 Kolom Miring</b> .....	8
<b>2.8 Dasar-dasar perhitungan</b> .....	10
<b>2.9 Gempa Bumi dan Kaidah</b> .....	10
<b>2.10 Pembebanan</b>	
2.10.1 Beban Vertikal .....	12
2.10.2 Beban Horizontal.....	17
2.10.3 Beban Angin.....	24
<b>2.11 Kombinasi Beban</b> .....	24
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	26
<b>3.1 Lokasi Penelitian</b> .....	26
<b>3.2 Waktu Penelitian</b> .....	27
<b>3.3 .. Pengumpulan Data dan Studi Literatur</b>	27
<b>3.4 Diagram Alur Perencanaan</b> .....	28
3.4.1 Pengumpulan Data	30
3.4.2 Perhitungan Pembebanan	30
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	33
<b>4.1 Analisa Data Dimensi Beton Bertulang</b> .....	33
<b>4.2 Pembebanan</b> .....	41
4.2.1 Beban Mati .....	41
4.2.2 Beban Hidup.....	41
4.2.3 Beban Angin.....	51
4.2.4 Beban Gempa .....	51
<b>4.3 Hasil Desain Beton Bertulang</b> .....	54
<b>4.4 Analisa Permodelan SAP Menggunakan Kolom Tegak ..</b>	56
4.4.1 Hasil Analisa Momen Terbesar ( $M_3$ ) .....	56
4.4.2 Hasil Analisa Geser Terbesar ( $V_2$ ).....	57
4.4.3 Hasil Analisa Aksial Terbesar ( $P$ ) .....	58

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Beban Mati Gedung (SNI 1727:2013).....	13
2.2 Beban Hidup Gedung (SNI 1727:2013.....	14
2.3 Nilai spectrum terkoreksi .....	15
2.4 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan x (SNI 1726:2012) .....	18
2.5 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung (SNI 1726:2012) .....	18
2.6 Beban angin dasar.....	21
3.1 Nilai spectrum terkoreksi .....	28
4.1 Dimensi balok .....	30
4.2 Dimensi kolom .....	35
4.3 Perhitungan Pembebanan Balok Induk Lantai .....	40
4.4 Perhitungan Pembebanan Balok Anak Lantai.....	42
4.5 Perhitungan Pembebanan Balok Induk Atap .....	44
4.6 Perhitungan Pembebanan Balok Anak Atap.....	45
4.7 Hasil Analisa SAP nilai Momen Terbesar Kolom Tegak.....	52
4.8 Hasil Analisa SAP nilai Geser Terbesar Kolom Tegak.....	53
4.9 Hasil Analisa SAP nilai Aksial Terbesar Kolom Tegak.....	54
4.10 Hasil Analisa SAP nilai Momen Terbesar Kolom Miring.....	63
4.11 Hasil Analisa SAP nilai Geser terbesar Kolom Miring .....	64
4.12 Hasil Analisa SAP nilai Aksial Terbesar Kolom Miring.....	65
4.13 Hasil Analisa Kolom Tegak yang Direncanakan .....	66
4.14 Hasil Analisa Kolom Miring .....	66
4.15 Perbandingan Hasil Analisa SAP 2000 antara Kolom Tegak dan Kolom Miring.....	67

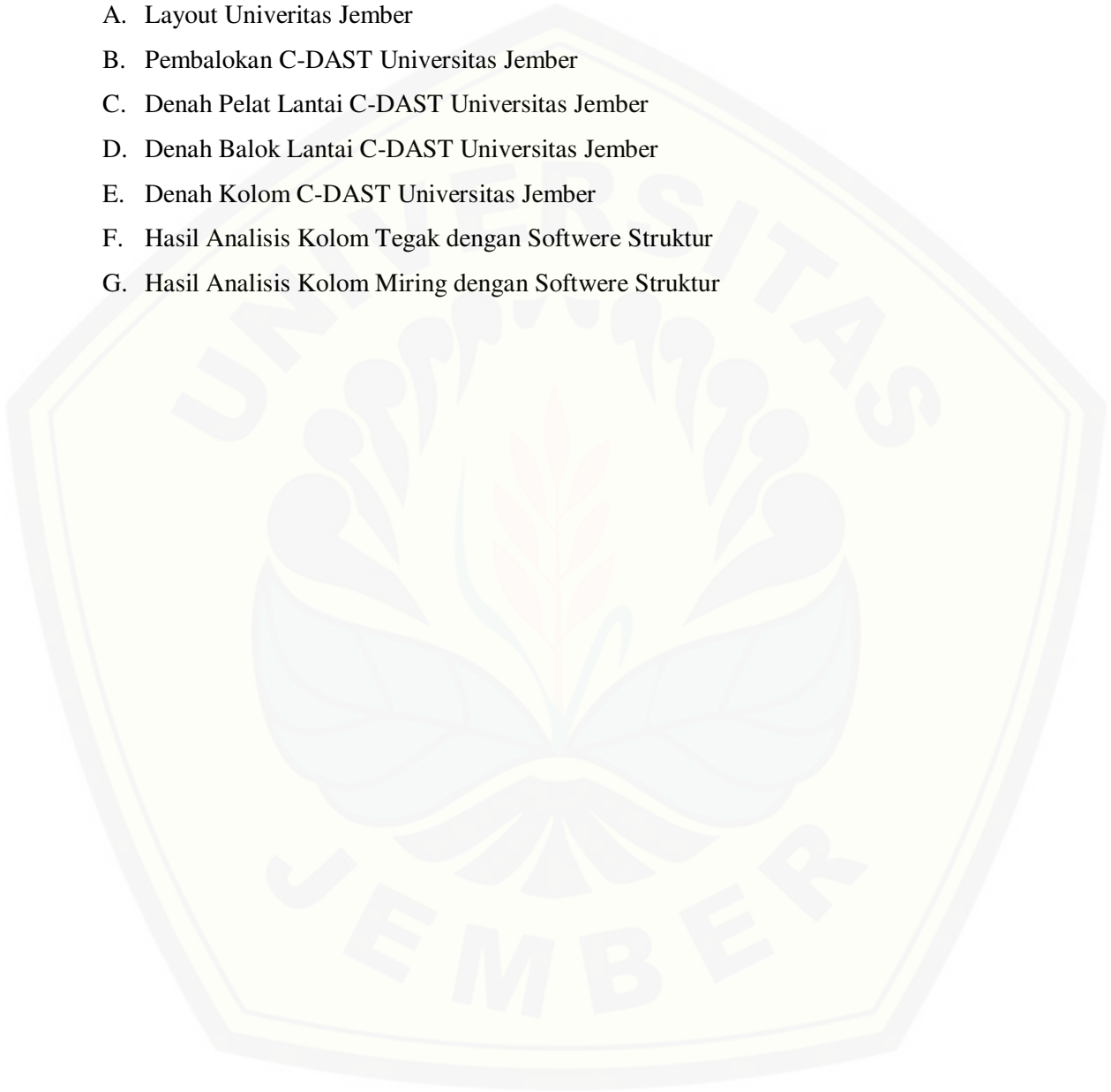


## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kolom Tegak dan Kolom Miring .....	9
3.1 Lokasi Struktur Bangunan C-DAST Universitas Jember .....	23
3.2 2 Rencana Gedung C-DAST Universitas Jember .....	24
3.3 Diagram Alur Perencanaan .....	25
4.1 Detail Balok G-1 .....	31
4.2 Detail Balok G-2.....	31
4.3 Detail Balok G-3.....	32
4.4 Detail Balok B-1 .....	32
4.5 Detail Balok B-2 .....	33
4.6 Detail Balok B-3.....	33
4.7 Detail Balok B-4.....	34
4.8 Detail Balok B-5.....	34
4.9 Detail Kolom K-1A .....	35
4.10 Detail Kolom K-1B.....	36
4.11 Detail Kolom K-1C.....	36
4.12 Detail Kolom K-2A .....	37
4.13 Detail Kolom K-2B.....	37
4.14 Rencana Pembalokan Gedung C-DAST .....	38
4.15 Hasil perhitungan desain respons spektrum.....	48
4.16 Inputdesain respons spektrum .....	50
4.17 Hasil cek kapasitas komponen struktur.....	51
4.18 Cek Validasi Momen Frame 1243.....	56
4.19 Cek Validasi Aksial Frame 248.....	58
4.20 Perhitungan struktur kolom vertikal menjadi kolom miring .....	58
4.21 Gambar rencana kolom miring .....	59
4.22 Freebody Struktur Kolom Vertikal dan Kolom Miring .....	65

**DAFTAR LAMPIRAN**

- A. Layout Univeritas Jember
- B. Pembalokan C-DAST Universitas Jember
- C. Denah Pelat Lantai C-DAST Universitas Jember
- D. Denah Balok Lantai C-DAST Universitas Jember
- E. Denah Kolom C-DAST Universitas Jember
- F. Hasil Analisis Kolom Tegak dengan Software Struktur
- G. Hasil Analisis Kolom Miring dengan Software Struktur



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Globalisasi merupakan proses penyebaran unsur-unsur baru baik berupa informasi, pemikiran, gaya hidup maupun teknologi secara mendunia. Dengan adanya globalisasi, manusia pun ikut dituntut untuk menghasilkan suatu inovasi pada bidang-bidang yang mereka jalani. Sementara di bidang teknik sipil, globalisasi juga turut berpengaruh terhadap ilmu-ilmu di dalamnya dengan menghasilkan beberapa inovasi.

Inovasi-inovasi pada teknik sipil juga dipengaruhi dengan beberapa design perencanaan yang terus berkembang. Perkembangannya terjadi di beberapa sektor dengan adanya tuntutan-tuntutan baik dari segi kebutuhan bangunan bahkan sampai pada segi estetika bangunan. Dengan adanya beberapa perkembangan dan inovasi pada bidang teknik sipil ini maka sebagai *engineer* harus dapat mengembangkan ilmunya juga karena semua inovasi itu pun juga berpengaruh terhadap perencanaan yang dilakukan oleh seorang *engineer* terutama perencanaan pada struktur bangunan.

Sementara itu, struktur bangunan pun juga terdiri dari beberapa bagian yang diantaranya bagian utama adalah struktur pondasi, struktur kolom, struktur balok, dan struktur pelat. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

Struktur kolom sekarang telah mengalami beberapa inovasi. Secara arsitektur, kolom dikembangkan untuk meningkatkan segi estetika bangunan. Dengan adanya salah satu inovasi tersebut, *engineer* melakukan beberapa penelitian mengenai kinerja kolom miring tersebut bila dibandingkan dengan kolom vertikal. Bahkan, struktur kolom miring juga mulai diaplikasikan pada beberapa analisa bangunan

dengan meningkatkan beberapa faktor bahan yang terkandung pada struktur kolom miring tersebut.

Penggunaan kolom miring sendiri sudah beberapa kali diterapkan pada beberapa struktur bangunan, seperti yang diterapkan pada struktur bangunan Supermall Pakuwon Surabaya yang mendesain kolom pada lantai basement 3 bagian tepi dengan bentuk kolom miring. Sementara itu, pada struktur bangunan Gedung Kuliah Universitas Kristen Petra Surabaya pun juga menerapkan hal yang sama bahkan kolom miring yang digunakan pada lantai dasar hingga lantai paling atas dari bangunan tersebut.

Berdasarkan beberapa hal yang telah diterangkan, maka dipembahasan kali ini ditujukan untuk mengevaluasi penerapan kolom miring pada suatu struktur bangunan. Pembahasan ini diterapkan pada struktur bangunan C-DAST Universitas Jember berhubung untuk kota Jember belum ada penerapan mengenai struktur kolom miring. Sehingga dengan pembahasan ini, bisa didapatkan perbandingan hasil perbandingan gaya dalam ( momen, aksial dan geser ) antara struktur kolom miring dan struktur kolom tegak.

Pembahasan mengenai kolom miring dapat ditemukan beberapa jurnal maupun literatur. Pembahasan Tugas Akhir mengenai “ Evaluasi Kolom Miring pada Struktur Bangunan C-DAST Universitas Jember “ ini mengacu pada beberapa pembahasan yang sama mengenai evaluasi kolom miring pada struktur bangunan yang berbeda seperti pada pembahasan Tugas Akhir yang dilakukan oleh Meida Iswardhany pada tahun 2013 lalu, pembahasannya adalah mengevaluasi kolom miring dan juga pada pembahasan Tugas Akhir yang dilakukan oleh *Yulianto( 2008)* yang menyebutkan bahwa letak kolom miring dapat membebani kolom yang ada di depan kolom miring tersebut sehingga momen yang dihasilkan besar.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dirumuskan permasalahan yaitu :

Bagaimana Evaluasi perbandingan besaran momen, aksial dan geser dari kolom miring bila dibandingkan dengan kolom vertikal?

## 1.3 Tujuan

Dengan adanya rumusan masalah seperti yang ada di atas, maka diharapkan dapat tercapai tujuan kami yaitu :

Mengevaluasi besaran momen, aksial dan geser pada kolom miring bila dibandingkan dengan kinerja kolom vertikal.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu meluas, penulis memberikan beberapa batasan masalah yang akan dibahas diantaranya :

- a. Membandingkan hasil analisa kolom tegak dan kolom miring berdasarkan Gaya Momen, Gaya Lintang, dan Gaya Geser.
- b. Pembahasan tidak meliputi dari analisa tegangan, regangan, lendutan, rotasi dan defleksi kolom.
- c. Tidak membahas mengenai Rencana Anggaran Biaya ( RAB ).
- d. Tidak membahas mengenai metode pelaksanaan.

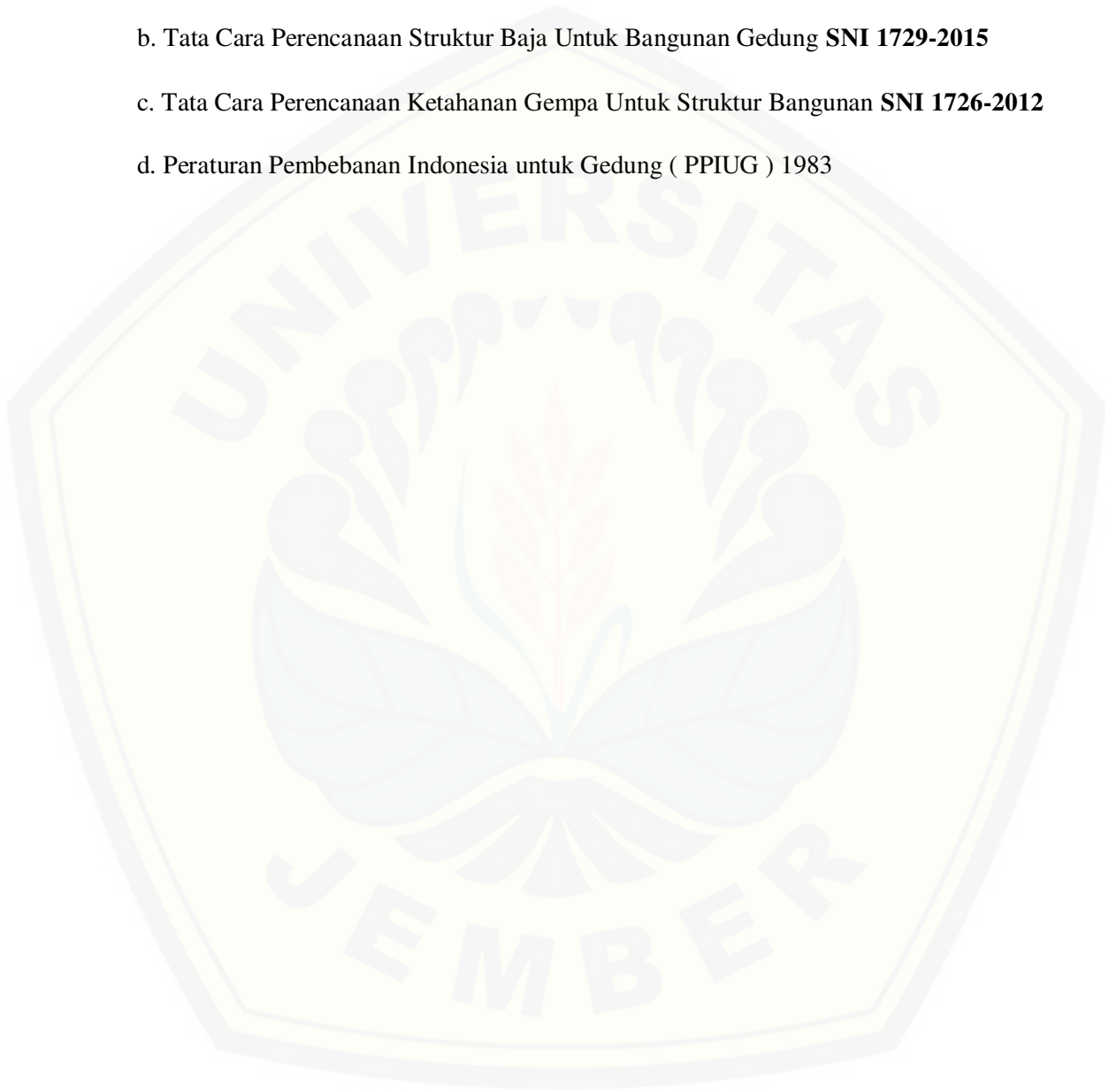
## 1.5 Manfaat

Dengan dilakukannya penelitian dan analisa ini, diharapkan kita sebagai engineer dapat :

Mengetahui metode-metode yang akan dilakukan untuk bisa mendapatkan desain perencanaan kolom miring.

### **1.6 Peraturan-Peraturan yang Berlaku**

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung **SNI 2847-2013**
- b. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung **SNI 1729-2015**
- c. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan **SNI 1726-2012**
- d. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung ( PPIUG ) 1983



## **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian Konstruksi**

Konstruksi merupakan suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana. Dalam sebuah bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada sebuah area atau pada beberapa area. Secara ringkas, konstruksi didefinisikan sebagai objek keseluruhan bangunan yang terdiri dari bagian-bagian struktur. Misalnya, Konstruksi Struktur Bangunan adalah bentuk atau bangun secara keseluruhan dari struktur bangunan.

### **2.2 Pengertian Kolom**

Kolom adalah tiang utama sebuah bangunan yang menerima seruh berat bangunan seperti berat atap dan berat lain yang terdapat di atasnya. Kolom merupakan komponen-komponen struktur yang mengalami gaya aksial tekan.

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin.

SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

### 2.3 Jenis-jenis Kolom

Menurut Wang dan Ferguson (1986) jenis-jenis kolom ada tiga, yaitu :

1. Kolom ikat (tie column).

Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral. Kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya. (Istimawan Dipohusodo, 1994)

2. Kolom spiral (spiral column).

Kolom menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi dari tulangan spiral adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud. (Istimawan Dipohusodo, 1994)

3. Kolom komposit (composite column).

Struktur kolom komposit, merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang. (Istimawan Dipohusodo, 1994 ).

### 2.4 Fungsi Kolom

Kolom berfungsi agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke pondasi di bawahnya.

Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang



tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom atau bagian struktural lain seperti sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan .

### **2.5 Bentuk dan Susunan Tulangan Kolom**

Menurut Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS Berikut ini adalah bentuk dan susunan tulangan kolom :

- 1) Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang.
- 2) Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral sengkang atau lateral.
- 3) Kolom komposit yang terdiri atas beton dan profil baja atau pipa. Structural di dalamnya dengan/tanpa diberi tulangan pokok memanjang.

### **2.6 Syarat-syarat Kolom Beton Bertulang**

Syarat-syarat Kolom Beton Bertulang berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, SNI 03-2847-2002, yaitu :

1. Ukuran penampang kolom tak boleh kurang dari 15 cm
2. Luas tulangan memanjang kolom tak boleh diambil kurang dari 1 % penampang beton, dengan minimum satu batang tulangan di masing-masing sudut penampang.
3. Dalam segala hal, luas tulangan memanjang kolom tidak boleh diambil lebih dari 6% dari luas penampang beton. Apabila tulangan memanjang kolom disambung dengan sambungan lewatan pada stek, maka luas tulangan memanjang maksimum dibatasi sampai 4% dari penampang beton yang ada.
4. Tulangan kolom sedapat mungkin harus dipasang simetris terhadap masing-masing sumbu utama penampang. Pada kolom-kolom yang memikul gaya normal dengan eksentrisitas terhadap titik berat penampang kuran dari 1/10

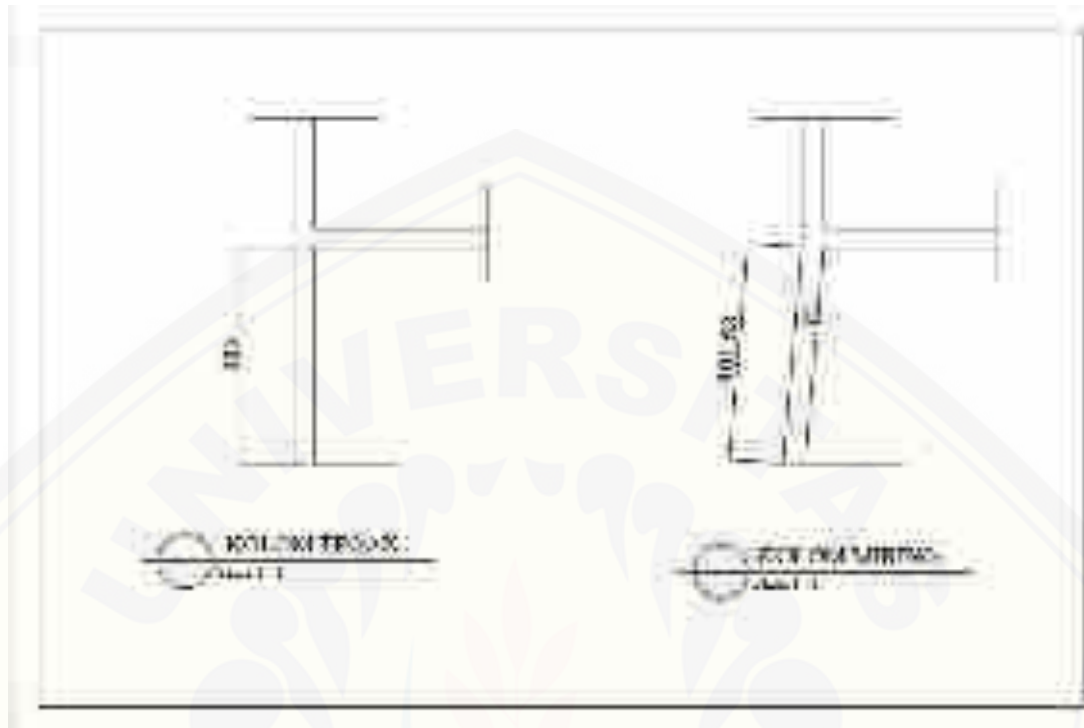
dari ukuran kolom diarah eksentrisitas itu. Tulangan-tulangan memanjang harus disebar merata sepanjang keliling teras kolom.

5. Tulangan memanjang kolom harus diikat oleh sengkang-sengkang dengan jarak maksimum sebesar ukuran terkecil penampang 15 kali diameter baja tulangan memanjang yang tersebar dengan minimum 6 mm pada baja lunak dan baja sedang dan 5 mm pada baja keras.
6. Apabila tulangan memanjang kolom disambung lewat tulangan pada stek, maka ujung-ujung batang tidak boleh diberi kait kecuali apabila ditempat itu tersedia cukup ruang sehingga kemungkinan terjadinya sarang-sarang dapat dianggap tidak ada.

### **2. 7 Kolom Miring**

Kolom adalah batang vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok dan pelat. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi bawah sampai ke tanah melalui fondasi. Berdasarkan bentuk dan bahan penyusunnya terdapat tiga tipe kolom yaitu:

1. Kolom persegi panjang atau persegi yang diperkuat dengan tulangan memanjang dan sengkang.
2. Kolom bulat yang diperkuat dengan tulangan memanjang dan tulangan spiral, atau sengkang.
3. Kolom komposit dimana profil baja berada di dalam beton. (Nawy, 2009)



**Gambar 2.1** Kolom Tegak dan Kolom Miring

Sebuah kolom adalah suatu komponen struktur yang diberi beban tekan sentris atau beban tekan eksentris. Dilihat dari segi perencanaan ternyata sebuah kolom pendel (yaitu kolom yang bersendi pada setiap ujung) dari komponen struktur tekan merupakan contoh yang paling mudah ditinjau, karena pada dasarnya kolom ini hanya mengalami gaya-gaya normal (aksial). Dengan demikian kolom adalah sebuah “komponen struktur yang mendapat beban tekan sentris”. Pada struktur yang sederhana, kolom merupakan bagian dari struktural rangka. Bila pada kolom bagian atas dan bawah berhubungan kaku dengan komponen horisontal (balok), maka tegangan yang disebabkan oleh momen lentur. Kini dikatakan sebuah “komponen struktur yang mendapat beban tekan eksentris”. (Vis dan Kusuma, 1993) Kolom miring adalah struktur kolom yang bentuknya tidak vertikal, namun condong miring dari posisi vertikal dan membentuk sudut tertentu.

## 2.8 Dasar-dasar perhitungan

Menurut SNI-03-2847-2002 ada empat ketentuan terkait perhitungan kolom :

1. Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan.
2. Pada konstruksi rangka atau struktur menerus pengaruh dari adanya beban tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar atau dalam harus diperhitungkan. Demikian pula pengaruh dari beban eksentris karena sebab lainnya juga harus diperhitungkan.
3. Dalam menghitung momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom, ujung-ujung terjauh kolom dapat dianggap jepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu ( monolit ) dengan komponen struktur lainnya.
4. Momen-momen yang bekerja pada setiap level lantai atau atap harus didistribusikan pada kolom diatas dan di bawah lantai tersebut berdasarkan kekakuan relatif kolom dengan juga memperhatikan kondisi kekekangan pada ujung kolom.

## 2.9 Gempa Bumi dan Kaidah Perencanaan Struktur Tahan Gempa

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi). Frekuensi suatu wilayah mengacu pada jenis dan ukuran gempa bumi yang dialami selama periode waktu. “ Gempa bumi dapat menyebabkan bangunan roboh,

kebakaran, jatuhnya korban jiwa, permukaan tanah menjadi merekat dan jalan menjadi putus, tanah longsor akibat guncangan, banjir akibat 11 rusaknya tanggul, serta gempa di dasar laut yang menyebabkan tsunami.”(Wikipedia, 2012)

Dibidang Teknik Sipil, gempa bukan hal asing. Karena dengan adanya gempa, seorang ahli struktur diuntut untuk merencanakan suatu bangunan yang tahan terhadap gempa bumi. Belakangan terakhir di Indonesia telah terjadi gempa besar yang menyebabkan kerusakan struktur bangunan. Imran dan Hendrik (2010) menyebutkan bahwa kerusakan struktur yang terjadi akibat gempa disebabkan oleh:

1. Sistem bangunan yang digunakan tidak sesuai dengan tingkat kerawanan daerah setempat terhadap gempa.
2. Rancangan struktur dan detail penulangan yang diaplikasikan pada dasarnya kurang memadai.
3. Kualitas material dan praktik konstruksi pada umumnya kurang baik.
4. Pengawasan dan kontrol pelaksanaan pembangunan kurang memadai.

Agar kerusakan struktur dapat diminimalkan maka Imran dan Hendrik (2010) memiliki prinsip-prinsip dasar dalam perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan struktur beton bertulang tahan gempa yaitu sebagai berikut.

1. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan tingkat kerawanan (risiko) daerah tempat struktur bangunan tersebut berada terhadap gempa.
2. Aspek kontinuitas dan integritas struktur bangunan perlu diperhatikan. Dalam pendetailan penulangan dan sambungan-sambungan, unsur- 12 unsur struktur bangunan harus terikat secara efektif menjadi satu kesatuan untuk meningkatkan integritas struktur secara menyeluruh.
3. Konsistensi sistem struktur yang diasumsikan dalam desain dengan sistem struktur yang dilaksanakan harus terjaga.
4. Material beton dan baja tulangan yang digunakan harus memenuhi persyaratan material konstruksi untuk struktur bangunan tahan gempa.

5. Unsur-unsur arsitektural yang memiliki massa yang besar harus terikat dengan kuat pada sistem portal utama dan harus diperhitungkan pengaruhnya terhadap sistem struktur.
6. Metode pelaksanaan, sistem quality control dan quality assurance dalam tahapan konstruksi harus dilaksanakan dengan baik dan harus sesuai dengan kaidah yang berlaku.

## **2.10 Pembebanan**

Beban yang bekerja pada struktur dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu beban vertikal dan beban horisontal. Beban vertikal meliputi beban mati dan beban hidup. Untuk beban horisontal dalam hal ini yaitu berupa beban gempa.

### **2.10.1 Beban Vertikal**

#### **A. Beban mati**

Beban mati merupakan semua berat sendiri gedung dan segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Sesuai SNI 1727:2013, yang termasuk beban mati adalah seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga dan finishing.

**Tabel 2.1** Beban Mati Gedung (SNI 1727:2013)

No	Konstruksi	Berat	Satuan
1	Baja	7850	kg/m <sup>3</sup>
1	Beton bertulang	2400	kg/m <sup>3</sup>
2	Beton	2200	kg/m <sup>3</sup>
3	Dinding pas bata ½ bt	250	kg/m <sup>2</sup>
4	Dinding pas bata 1 bt	450	kg/m <sup>2</sup>
5	Curtain wall+rangka	60	kg/m <sup>2</sup>
6	Cladding + rangka	20	kg/m <sup>2</sup>
7	Pasangan batu kali	2200	kg/m <sup>3</sup>
8	Finishing lantai (tegel)	2200	kg/m <sup>3</sup>
9	Plafon+penggantung	20	kg/m <sup>2</sup>
10	Mortar	2200	kg/m <sup>3</sup>
11	Tanah, Pasir	1700	kg/m <sup>3</sup>
12	Air	1000	kg/m <sup>3</sup>
13	Kayu	900	kg/m <sup>3</sup>
14	Baja	7850	kg/m <sup>3</sup>
15	Aspal	1400	kg/m <sup>3</sup>
16	Instalasi plumbing	50	kg/m <sup>2</sup>

#### B. Beban hidup

Beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah. Beban hidup pada lantai gedung diambil menurut SNI 1727:2013 seperti terlihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2.2** Beban Hidup Gedung (SNI 1727:2013)

No	Lantai bangunan	Beban hidup	Satuan
1	Hall, coridor, balcony	300	kg/m <sup>2</sup>
2	Tangga dan bordes	400	kg/m <sup>2</sup>
4	Lantaibangunan	250	kg/m <sup>2</sup>
5	Lantaiatapbangunan	100	kg/m <sup>2</sup>

### 2.10.2 Beban Horizontal (Beban Gempa)

Beban gempa merupakan beban yang timbul akibat pergerakan tanah dimana struktur tersebut berdiri. Terdapat beberapa metode analisa perhitungan besarnya beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Dalam penelitian ini digunakan metode analisa gempa dinamis.

- analisa modal Metode ini dipakai untuk menyelesaikan analisa dinamik suatu struktur dengan syarat bahwa respon spectrum masih elastis dan struktur mempunyai standar mode shape.
- Metode Dinamik *Response Spectrum*

Analisa respons spectrum Merupakan suatu analisis dengan menentukan respons dinamik struktur gedung yang berperilaku elastis penuh terhadap pengaruh suatu gempa. Metode ini merupakan suatu pendekatan terhadap beban gempa yang mungkin terjadi. Menurut SNI 1726:2012, respons spektrum adalah suatu diagram hubungan antara percepatan respons maksimum suatu sistem satu derajat kebebasan (SDK) akibat gempa tertentu, sebagai fungsi dari faktor redaman dan waktu getar alami.

1) Besar beban gempa ditentukan oleh percepatan gempa rencana dan massa total struktur. Massa total struktuur terdiri dari berat sendiri struktur dan beban hidup yang dikalikan dengan faktor reduksi 0,5

2) Percepatan gempa di ambil dari data zona 5 wilayah gempa Indonesia menurut Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung ( SNI 03-1726-2002 ) dengan memakai spektruk respons yang nilai koordinatnya dikalikan dengan



koreksi  $I/R = 1/6,4$  seperti tabel di bawah. Percepatan gravitasi diambil,  $g = 981$  cm/det<sup>2</sup>.

**Tabel 2.3.** Nilai spectrum terkoreksi

Waktugetar (detik)	Nilai spectrum	Nilai spectrum terkoreksi
<b>0.0</b>	0.32	<b>0.05</b>
<b>0.2</b>	0.83	<b>0.13</b>
<b>0.6</b>	0.83	<b>0.13</b>
<b>1.0</b>	0.50	<b>0.08</b>
<b>1.5</b>	0.33	<b>0.05</b>
<b>2.0</b>	0.25	<b>0.04</b>
<b>2.5</b>	0.20	<b>0.03</b>
<b>3.0</b>	0.17	<b>0.02</b>

3) Analisis dinamik dilakukan dengan metode superposisi spectrum response. Dengan mengambil response maksimum dari 4 arah gempa, yaitu 0, 45, 90, dan 135 derajat.

4) Digunakan number eigen  $NE = 3$  dengan mass partisipation factor <sup>3</sup> 90 % dengan kombinasi dinamis (CQC metode).

Ketentuan-ketentuan dalam analisa beban statik ekuivalen:

1. Arah pembebanan

- Dalam perencanaan struktur gedung, arah utama pengaruh gempa rencana harus ditentukan sedemikian rupa, sehingga memberikan pengaruh terbesar terhadap unsur-unsur subsistem dan sistem secara keseluruhan.

- Pengaruh pembebanan gempa dalam arah utama yang ditentukan menurut ketentuan diatas harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan tadi, tetapi efektifitas 30%.
2. Beban gempa nominal statik ekuivalen
- Geser dasar seismik,  $V$  , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$V = C_s W \dots\dots\dots(2.1)$$

$$C_s = S_{DS} : ( R / I_e ) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

$C_s$  = Koefisien respons seismik

$W$  = Berat seismik efektif

$S_{DS}$  = Parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang perioda pendek

$R$  = Faktor modifikasi respons

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa

Besarnya nilai faktor  $I$ ,  $R$ , dan  $SDS$  dapat dilihat pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung SNI 1726:2013.

Nilai  $C_s$  yang dihitung sesuai dengan persamaan 2.3 tidak perlu melebihi berikut ini :

$$C_s = S_{D1} : ( T \times ( R / I_e ) ) \dots\dots\dots (2.3)$$

$C_s$  harus tidak kurang dari :

$$C_s = 0,044 S_{DS} \cdot I_e > 0,01 \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

$S_{D1}$  = Parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda sebesar 1,0 detik

$T$  = Periode fundamental struktur

$S_1$  = Parameter percepatan spektrum respons maksimum yang dipetakan

- Gaya gempa lateral ( $F_x$ ) yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$F_x = C_{vx} \cdot V \dots\dots\dots (2.5)$$

$$C_{vx} = \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

$C_{vx}$  = Faktor distribusi vertikal

$V$  = Gaya lateral desain total

$w_i$  dan  $w_x$  = Bagian berat seismik efektif total struktur ( $W$ ) yang dikenakan pada tingkat  $i$  atau  $x$

$h_i$  dan  $h_x$  = Tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$

$k$  = Eksponen yang terkait dengan perioda struktur sebagai berikut : untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 0,5 detik atau kurang, 1  $k$  untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 2,5 detik atau lebih, 2  $k$  untuk struktur yang mempunyai perioda antara 0,5 dan 2,5 detik,  $k$  harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

3. Waktu getar alami fundamental Periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ) dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

$h_n$  = ketinggian struktur (m)

$C_t$  dan  $x$  ditentukan dari Tabel 14 SNI 1726:2012 seperti terlihat pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4** Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $\alpha$  (SNI 1726:2012)

Tipe Struktur	$C_t$	$\alpha$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang diisyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

Periode fundamental maksimal ( $T_{max}$ ) dalam detik, dapat ditentukan dari persamaan berikut :  $T_{max} = C_u \cdot T_a$  (2.8)

**Tabel 2.5** Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang dihitung (SNI 1726:2012)

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

Jika salah satu syarat dalam analisa beban statik ekuivalen tidak dapat dipenuhi maka dalam analisa beban gempa harus menggunakan analisa dinamis dan salah satunya dengan menggunakan analisa respons spektrum. Analisa Respon Spektrum Dalam hal analisis beban gempa, spektrum respon disusun berdasarkan respon terhadap percepatan tanah (ground acceleration) beberapa rekaman gempa.

Spektrum desain merupakan representasi gerakan tanah (ground motion) akibat getaran gempa yang pernah terjadi untuk suatu lokasi. Beberapa faktor pertimbangan untuk pemilihan desain spektrum adalah besar skala gempa, jarak lokasi ke pusat gempa, mekanisme sesar, jalur rambatan gelombang gempa, dan kondisi tanah lokal (Chopra, 1995). Grafik respon spektrum merupakan hasil plot nilai tanggapan/respon maksimum terhadap fungsi beban tertentu untuk semua sistem derajat kebebasan tunggal yang memungkinkan. Absis dari grafik tersebut berupa frekuensi(periode/waktu) dan ordinat berupa nilai respon maksimum (Paz, 1990). Metode respon spektrum biasa digunakan untuk mengetahui respon dinamik dari sebuah struktur terhadap gempa sesuai dengan peraturan gempa di setiap negara yang berbeda-beda. Dalam hal ini, peraturan yang digunakan adalah SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, peta zonasi gempa di Indonesia, dan desain spektra Indonesia. Dalam SNI 176:2012 terdapat tahapan mendesain spektrum respon dengan menghitung persamaan-persamaan sesuai dengan periode. Dari parameter percepatan batuan dasar periode pendek ( $S_s$ ) dan parameter percepatan batuan dasar periode 1 detik ( $S_1$ ), didapat parameter spektrum respon dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S_{MS} = F_a S_s \dots\dots\dots (2.9)$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \dots\dots\dots (2.10)$$

Faktor amplikasi getaran ( $F_a$  dan  $F_v$ ) didapat dari hubungan percepatan batuan dasar ( $S_s$  dan  $S_1$ ) dengan kelas situs. Faktor amplikasi getaran ( $F_a$  dan  $F_v$ ) dihitung sesuai SNI 1726:2012. Setelah menghitung parameter spektrum respon, dapat dilakukan perhitungan parameter percepatan spektral desain dengan persamaan:

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan menghitung parameter percepatan spektral desain, grafik respon spektrum dapat dibuat. Grafik respon spektrum adalah hubungan antara periode dan percepatan respon spektra yang ditunjukkan pada Gambar 2.1

dimana:  $T_0 = 0,2 ( S_{D1} / S_{DS} )$ ..... (2.13)

$T_s = ( S_{D1} / S_{DS} )$ ..... (2.14)

Untuk  $T < T_0$

$S_a = S_{DS}( 0,4 + ( 0,6 x ( T / T_0) ) )$  ..... (2.15)

Untuk  $T_0 < T < T_s$

$S_a = S_{DS}$  .....(2.16)

Untuk  $T > T_s$

$S_a = S_{D1} / T$  .....(2.17)

Hal yang perlu diperhatikan untuk metode analisis respon spektrum adalah skala input pada SAP2000. Analisis respon spektrum dilakukan dengan input dari grafik spektrum respon gempa rencana yang nilai ordinatnya dikalikan faktor koreksi

$f = I_e/R$  ..... (2.18)

dimana

f : faktor skala

$I_e$  :faktor keutamaan gempa

R : koefisien modifikasi respon Nilai skala faktor dinyatakan dalam percepatan gravitasi bumi (g) yaitu 9,81 m/detik<sup>2</sup>.

### 2.10.3 Beban Angin

Pada perhitungan pembebanan pun perlu juga memperhitungkan faktor beban angin, dengan menggunakan acuan SNI 2847-2013. Faktor beban angin perlu diperhitungkan terutama pada struktur bangunan yang memiliki tinggi bangunan minimal dan / atau lebih dari 16 m. Pada perhitungan faktor beban angin, terdapat nilai angin tiup dan angin hisap yang akan digunakan pada tahap perhitungan selanjutnya.

**Tabel 2.6** Beban angin dasar

Ketinggian dari muka tanah	Beban angina dasar (kg/m <sup>2</sup> )
0 m – 10 m	25
10,1 m – 20 m	35
20,1 m – 30 m	43
30,1 m – 50 m	56
50,1 m – 70 m	66
70,1 m – 100 m	79

### 2.11 Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dipakai sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013 yaitu Kekuatan perlu/ Kekuatan perlu U harus paling tidak sama dengan pengaruh beban terfaktor sebagai berikut :

$$U = 1,4 D$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (1,0 L \text{ atau } 0,5 W)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$$

$$U = 0,9 D + 1,0 W$$

$$U = 0,9 D + 1,0 E$$

Keterangan :

- D : Beban Mati ( Dead )
- L : Beban Hidup ( Life )
- E : Beban Gempa ( Earthquake )
- W : Beban Angin ( Wind )

Hasil analisa dari beberapa kombinasi yang tercantum, diambil nilai momen dan aksial yang digunakan sebagai acuan pada perencanaan tulangan Balok, tulangan kolom dan tulangan pondasi. Namun, sebelum mengitung perencanaan struktur bangunan, nilai momen dan nilai aksial yang terbesar perlu diperhitungkan validasi dengan mengitungan jumlah momen dan jumlah nilai aksial yang menimpa pada struktur bangunan tersebut dibandingkan dengan nilai yang didapatkan dari analisa SAP 2000 dengan tingkat keakuratan  $< 3 \%$ . Jika tingkat keakuratan  $3 \%$ , perlu dilakukan perhitungan kembali pada perhitungan pembebanan atau pada analisa perhitungan struktur menggunakan aplikasi SAP 2000.



## BAB 3. METODOLOGI

### 3.1 Lokasi Kajian

Kajian dalam tugas akhir ini adalah bangunan C-DAST yang berlokasi di Kecamatan Kebonsari, Kabupaten Jember, lebih tepatnya lagi berada di dalam Universitas Jember.



**Gambar 3.1.** Lokasi Struktur Bangunan C-DAST Universitas Jember

Sasaran Perencanaan adalah gedung C-DAST UNEJ dengan beberapa spesifikasi sebagai berikut :

- a. Fungsi Bangunan : Gedung Pendidikan
- b. Luas Bangunan : 876 m<sup>2</sup>
- c. Jumlah Lantai : 8 Lantai
- d. Tinggi Lantai : 4 m

- e. Jenis Bangunan : Beton Bertulang
- f. Mutu Beton : 30 Mpa
- g. Mutu Baja : 410 Mpa



**Gambar 3.2** Rencana Gedung C-DAST Universitas Jember

### **3.2 Waktu Kajian**

Pengerjaan tugas akhir dengan menggunakan metode analisa permodelan SAP ini dimulai dilaksanakan pada bulan September 2015 hingga April 2016.

### **3.3 Pengumpulan Data dan Studi Literatur**

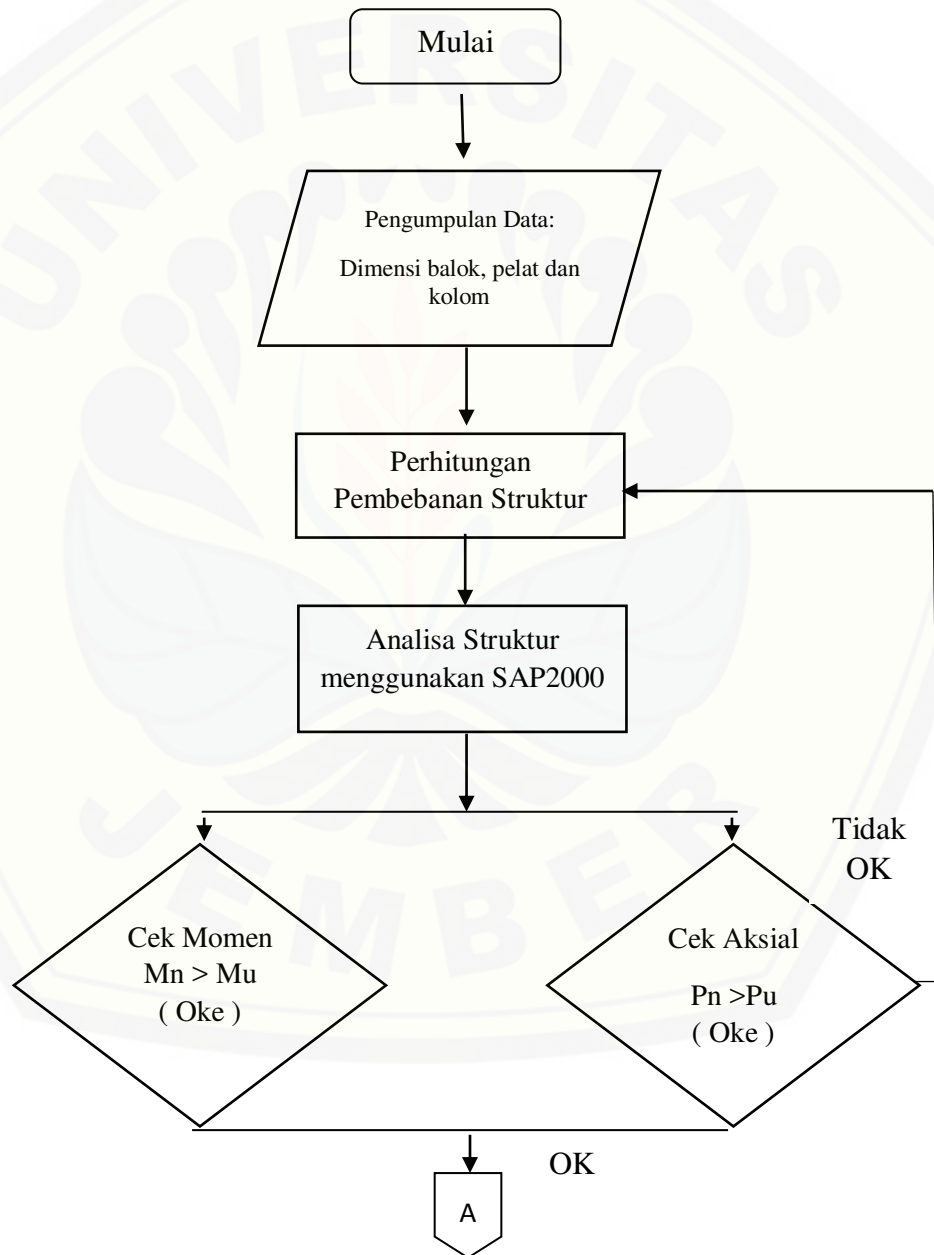
Mempelajari literatur yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir ini yaitu perencanaan dengan metode analisa yaitu :

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung **SNI 2847-2013**
- b. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung **SNI 1729-2015**

c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung ( PPIUG ) 1983.

### 3.4 Diagram Alur Perencanaan

Diagram alur perencanaan dan analisa penggunaan kolom miring pada gedung C-DAST ditampilkan pada Gambar 3.3 berikut :





**Gambar 3.3** Diagram Alur Perencanaan

### 3.4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan pada pembahasan ini diantaranya adalah *shop drawing* dari struktur bangunan C-DAST Universitas Jember. Dari *Shop Drawing* yang tersedia bisa didapatkan beberapa nilai yang dapat membantu pembahasan, seperti : mutu beton, dimensi balok, grid bangunan, elevasi bangunan, jumlah lantai bangunan dan kegunaan dari masing-masing ruangan yang terdapat dalam struktur bangunan tersebut.

### 3.4.2 Perhitungan Pembebanan

Dengan telah mengetahui dimensi dari balok, tebal pelat dan dimensi kolom dapat membantu pembahasan jumlah pembebanan pada balok lantai dan balok atap yaitu dengan menghitung jumlah beban mati dan beban hidup yang akan diterima pada masing-masing jenis balok yang ada.

#### 3.4.2.1 Beban Mati

Beban mati yang merupakan berat sendiri konstruksi (*specific gravity*). Pada perhitungan pembebanan mati gedung meliputi semua komponen yang terdapat pada bangunan tersebut yaitu :Kolom, Balok, Pelat, Dinding, Spesi, Keramik, Plafond.

#### 3.4.2.2 Beban Hidup

Pada perhitungan beban hidup pun demikian, memperhitungkan segala sesuatu yang mempengaruhi gedung tersebut selain apa saja yang sudah tercantum dalam beban mati diantaranya :Beban Guna dan Beban Air Hujan.

#### 3.4.2.3 Beban Gempa

Metode Dinamik *Response Spectrum*

1) Besar beban gempa ditentukan oleh percepatan gempa rencana dan massa total struktur. Massa total struktur terdiri dari berat sendiri struktur dan beban hidup yang dikalikan dengan faktor reduksi 0,5.

2) Percepatan gempa diambil dari data zone 5 Peta Wilayah Gempa Indonesia menurut Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dengan memakai spektrum respons yang nilai ordinatnya dikalikan dengan koreksi I/R = 1/6,4 seperti tabel di bawah. Percepatan gravitasi diambil,  $g = 981 \text{ cm/det}^2$ .

**Tabel 3.1.** Nilai spectrum terkoreksi

Waktu getar (detik)	Nilai spectrum	Nilai spectrum terkoreksi
<b>0.0</b>	0.32	<b>0.05</b>
<b>0.2</b>	0.83	<b>0.13</b>
<b>0.6</b>	0.83	<b>0.13</b>
<b>1.0</b>	0.50	<b>0.08</b>
<b>1.5</b>	0.33	<b>0.05</b>
<b>2.0</b>	0.25	<b>0.04</b>
<b>2.5</b>	0.20	<b>0.03</b>
<b>3.0</b>	0.17	<b>0.02</b>

3) Analisis dinamik dilakukan dengan metode superposisi spectrum response. dengan mengambil response maksimum dari 4 arah gempa, yaitu 0, 45, 90, dan 135 derajat.

4) Digunakan number eigen  $NE = 3$  dengan mass participation factor  $\geq 90 \%$  dengan kombinasi dinamis (CQC metode) karena hasil dari analisis spectrum response selalu bersifat positif (hasil akar), maka perlu faktor +1 dan -1 untuk mengkombinasikan dengan response statik.

#### 3.4.2.4 Beban Angin

Beban angin minimum pada bangunan yang terletak cukup jauh dari tepi laut dihitung berdasarkan kecepatan angin 20 m/detik pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah dengan rumus :  $P = V^2/16$ ..... (3.1)

Keterangan :

P = tekanan tiup angin ( $\text{kg/m}^2$ )

V = kecepatan angin (m/det)



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil evaluasi permodelan SAP 2000 antara Kolom Tegak dan Kolom Miring dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai gaya dalam struktur kolom miring cenderung lebih besar ( Momen, geser maupun aksial ) bila dibandingkan dengan nilai gaya dalam yang terjadi pada struktur kolom vertikal atau tegak kecuali apa yang terjadi pada frame 243 dan frame 244 terjadi penurunan nilai gaya dalam.
2. Nilai yang dihasilkan antara kolom tegak dan kolom miring memiliki deviasi yang cenderung besar mencapai  $\geq 50 \%$  dan hanya sebagian kecil yang memiliki deviasi  $\leq 50 \%$ .

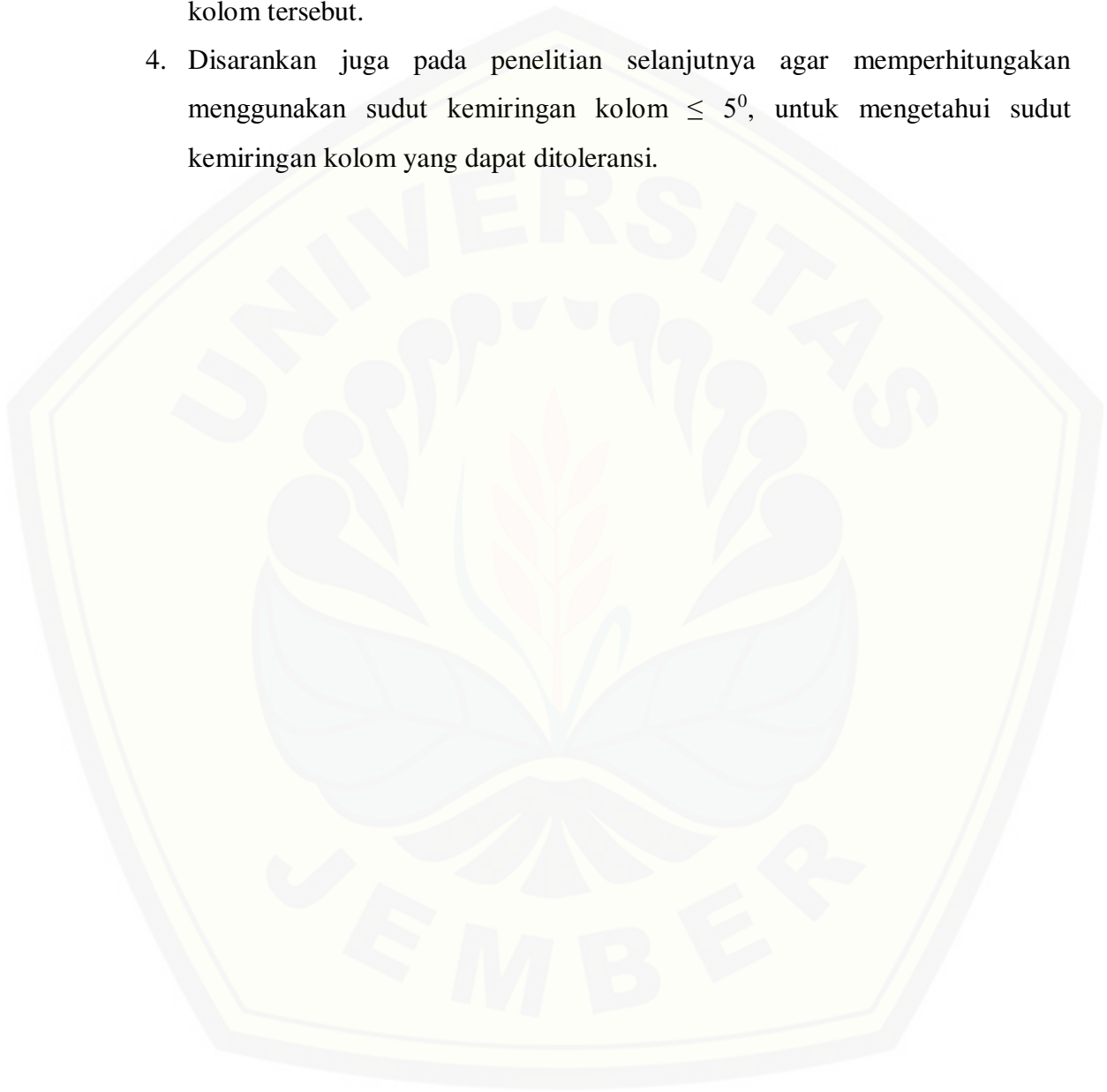
### 5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil evaluasi permodelan SAP 2000 antara kolom tegak dan kolom miring terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan, diantaranya :

1. Jika pada pelaksanaan ditemukan struktur kolom yang ternyata tidak vertikal atau memiliki nilai sudut kemiringan, maka sebagai pelaksana maupun pengawas perlu memberi perhatian khusus terhadap struktur kolom tersebut, mengingat bahwa nilai gaya dalam struktur ( Momen, Geser dan Aksial ) cenderung lebih besar jika memiliki sudut kemiringan.
2. Jika terdapat perubahan rencana struktur kolom ( memberi sudut kemiringan ) perlu meningkatkan kapasitas dari struktur kolom tersebut dengan memberi perlakuan khusus diantaranya :
  - Memperbesar dimensi kolom,
  - Memperbanyak jumlah tulangan, dan
  - Meningkatkan mutu beton yang digunakan.

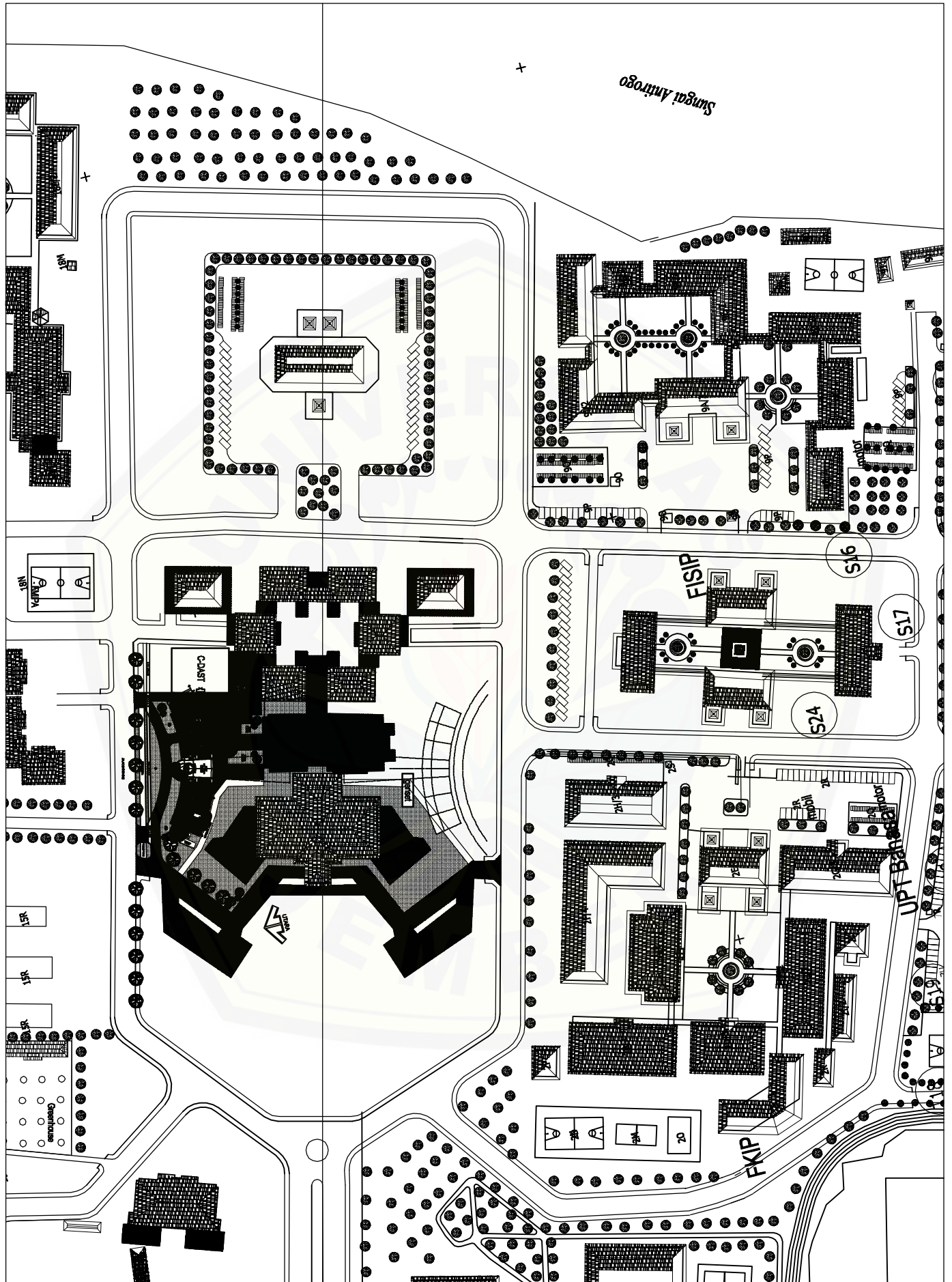


3. Disarankan pada penelitian selanjutnya agar dapat melanjutkan pada perhitungan tegangan, regangan, defleksi, rotasi maupun lendutan struktur kolom tersebut.
4. Disarankan juga pada penelitian selanjutnya agar memperhitungkan menggunakan sudut kemiringan kolom  $\leq 5^{\circ}$ , untuk mengetahui sudut kemiringan kolom yang dapat ditoleransi.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. 2002. SNI 03 – 1726 – 2002, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan gedung*.
- Badan Standar Nasional 2013. SNI 2847 – 2013, *Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standar Indonesia. 2012. SNI 1726 – 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non- Gedung*.
- Budiono. 2012. *Optimalisasi Kolom Miring pada Gedung Berbentuk Piramida Terbalik Terpancung. Tugas Akhir Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Perencanaan dan Desain*. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Imran, I. dan Hendrik, F., 2010. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Penerbit ITB. Bandung.
- Iswardhany, Meida. 2013. *Perencanaan Gedung yang Mempunyai Kolom Miring dengan Pushover Analysis*. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Muin, Resmi Bestari. 2011. Jenis-jenis Kolom Beton Bertulang. <http://www.ilmusipil.com/jenis-jenis-kolom-beton-bertulang>. Diakses 25 Agustus 2015.
- Paz, Octavio. 1997. LEVI-STRAUSS, *Empu Antropologhi Struktural*. Yogyakarta : LKIS.
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung. 1983. ( PPIUG )
- Purnowo, Rahmat ,dkk. 2007. *Standart Nasional Indonesia ( SNI ), 2002. ( Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847- 2002 )*. Surabaya : its press
- Sudarmoko. 1996. *Perencanaan dan Analisis Beton Bertulang pada Struktur Gedung Ros in Yogyakarta*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Vis, W.C. dan Kusuma, Gideon. 1997. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Wang ( 1986) dan Ferguson ( 1986 ). Jenis-jenis Kolom. <http://rizkikhaharudinakbar.blogspot.com>. Diakses 25 Agustus 2015.
- Yulianto. 2008. *Merancang Arsitektur dengan Resolusi Dialektika Bahan*. Univeristas Islam Indonesia. Yogyakarta.






**PEMBALOKAN**  
 SKALA 1 : 100

TYPE	DIMENSI
G.1	40 x 75
G.2	40 x 70
G.3	30 x 40
G.1	30 x 40
B.1	40 x 70
B.2	30 x 60
B.3	30 x 40
B.4	25 x 40
B.5	20 x 40

