



**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN KOLOM TEGAK DAN
KOLOM MIRING PADA UPT BSMKU UNIVERSITAS JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ANALISIS STRUKTUR**

SKRIPSI

Oleh

**VISKA DEWINTA PUTRI
NIM 131910301089**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2017



**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN KOLOM TEGAK DAN KOLOM
MIRING PADA UPT BSMKU UNIVERSITAS JEMBER DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM ANALISIS STRUKTUR**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi satu syarat
Untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil
Dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**VISKA DEWINTA PUTRI
NIM 131910301089**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah S.W.T, karena hanya atas izin dan karunia-Nyalah maka skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya. Puji syukur yang tak terhingga pada Tuhan Yang Maha Esa yang meridhoi dan mengabulkan segala do'a.
2. Kepada kedua orang tua saya (Ahmad Saiful Anwar dan Ambar Andriani), yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lantunan do'a dan tiada do'a yang paling khusuk selain do'a yang terucap dari orang tua. Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua, karena itu terimalah persembahan bakti dan cinta untuk kalian bapak ibuku.
3. Adik-adik saya (Renaldi Sukma Adji dan Masyiyan Juanda Akhtaryafi) yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, senyum dan do'anya untuk keberhasilan ini.
4. Dosen pembimbing bapak Dwi Nurtanto S.T., M.T dan ibu Gati Annisa Hayu S.T., M.T., M.Sc, dosen penguji bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T dan ibu Winda Tri Wahyuningtyas S.T., MT, serta semua Dosen pengajar yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik. Terimakasih banyak Bapak dan Ibu dosen, jasa kalian akan selalu terpatri di hati.
5. Para sahabatku (Farah, Reni, Tyas, Dewi) dan semua teman-teman Teknik Sipil 2013 yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu, terimakasih untuk dukungan dan bantuan kalian serta canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah terukir selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!
6. Almamater tercinta Universitas Jember.

MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(terjemahan Surat Al-Mujadallah ayat 11)*

Sesungguhnya orang-orang yang bertakwa mendapatkan kemenangan (terjemahan surat An-Naba' ayat 31)

Tidak ada masalah yang tidak bisa diselesaikan selama ada komitmen untuk menyelesaikannya

*⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

**⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Viska Dewinta Putri

NIM : 131910301089

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Studi Perbandingan Penggunaan Kolom Tegak dan Kolom Miring Pada UPT BSMKU Universitas Jember dengan Menggunakan Program Analisa Struktur" 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, 19 Oktober 2017

Yang menyatakan,

Viska Dewinta Putri
NIM 131910301089

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN KOLOM TEGAK DAN
KOLOM MIRING PADA UPT BSMKU UNIVERSITAS JEMBER
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ANALISIS STRUKTUR**

Oleh

**Viska Dewinta Putri
NIM 131910301089**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T., M.T
Dosen Pembimbing Anggota : Gati Annisa Hayu, S.T., M.T., M.Sc

PENGESAHAN

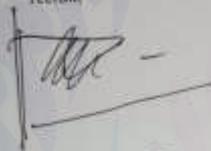
Skripsi berjudul "Studi Perbandingan Penggunaan Kolom Tegak dan Kolom Miring pada UPT BSMKU Universitas Jember dengan Menggunakan Program Analisa Struktur" karya Viska Dewinta Putri telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Semin, 31 Juli 2017

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,



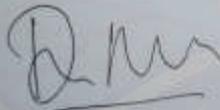
Ir. Hernu Suyoso, S.T
NIP. 19551112 198702 1 001

Anggota I,



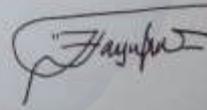
Winda Tri Wahyuningtyas, ST., MT
760016772

Anggota II,



Dwi Nurtanto, ST., MT
NIP. 19731015 199802 1 001

Anggota III,

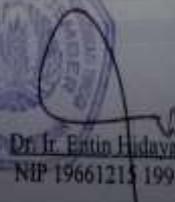


Gati Annisa Hayu, ST., MT., M.Sc
760015715

Mengesahkan

Dekan,




Dr. Ir. Ertio Hidayah, M.U.M.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Studi Perbandingan Penggunaan Kolom Tegak dan Kolom Miring Pada UPT BSMKU Universitas Jember dengan Menggunakan Program Analisa Struktur, Viska Dewinta Putri 131910301089; 2017; 76 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 desain perencanaan yang terus berkembang. Perkembangannya terjadi di beberapa sector dengan adanya tuntutan-tuntutan baik dari segi kebutuhan bangunan maupun bahkan sampai pada segi estetika bangunan

Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bangunan bertingkat tinggi adalah kekuatan struktur bangunan, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan dan menampung beban yang bekerja pada struktur. Oleh karena itu dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi harus direncanakan dan didesain sedemikian rupa agar dapat digunakan sebaik-baiknya, nyaman dan aman terhadap bahaya gempa bagi pemakai.

Dalam studi kasus perencanaan kolom miring UPT BSMKU Universitas Jember kali ini menggunakan : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013), SNI 1726-2012, PPIUG tahun 1983 sedangkan untuk analisa menggunakan software SAP 2000 dikarenakan menggunakan software tersebut dapat melihat nilai gaya dalam keseluruhan struktur bangunan tersebut.

SUMMARY

Study Case of Using Inclined Columns at UPT BSMKU in Jember University; Viska Dewinta Putri., 131910301089; 2017: 76 pages; Department of Civil Faculty of Engineering, Jember University.

Globalization is the process of disseminating new elements in the form of information, thinking, lifestyle and technology worldwide and with the opening of the gate of Asean economic community (MEA) then, humans are also required to produce an innovation in the areas they live. Innovations in civil engineering are also influenced by several evolving design plans. The development occurred in several sectors with the demands both in terms of building needs and even to the aesthetics of the building.

One of the most influential factors in the design of high-rise building structures is the strength of building structures, where these factors are strongly associated with the security and durability of buildings in holding and accommodating the loads that work on the structure. Therefore, in the planning of high-rise buildings should be planned and designed in such a way that can be used as well as possible, comfortable and safe against seismic hazards for the user.

In the planning of UPT BSMKU column of Jember University this time using: Procedures of Calculation of Concrete Structure for Building Building (SNI 2847-2013), SNI 1726-2012, PPIUG in 1983 while for analysis using SAP 2000 software because using the software can see the value Style in the overall structure of the building.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Kasus Penggunaan Kolom Miring Pada UPT BSMKU”. 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. Kedua orang tua saya, Bapak Ahmad Saiful Anwar dan Ibu Ambar Andriani
2. Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dwi Nurtanto, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Gati Annisa Hayu, ST., M.T.,M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota
5. Ir. Hernu Suyoso, S.T, selaku Dosen Penguji Utama;
6. Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota;
7. Dewi Junita K, ST., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
8. saudara dan teman-teman yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi ini;
9. 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, 19 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTO	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Konstruksi.....	5
2.2 Pengertian Kolom	6
2.3 Jenis – Jenis Kolom.....	6
2.4 Syarat-Syarat Kolom Beton.....	7
2.5 Macam Bentuk Kolom.....	7
2.6 Kolom Miring.....	8
2.7 Dasar-Dasar Perhitungan	8
2.8 Gempa Bumi dan Kaidah Perencanaan Struktur	9
2.9 Pembebanan	10
2.10 Kinerja Struktur Tahan Gempa.....	13
2.11 Kombinasi Pembebanan.....	15

2.12 Diagram Interasi	16
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Lokasi Kajian	19
3.2 Waktu Kajian	19
3.3 Pengumpulan Data dan Studi Literatur	19
3.4 Diagram Alur Perencanaan	20
3.4.1 Pengumpulan Data	21
3.4.2 Perhitungan Pembebanan	21
3.4.2.1 Beban Mati	21
3.4.2.2 Beban Hidup	22
3.4.2.3 Beban gempa	22
3.4.2.5 Beban Angin	22
BAB 4. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Analisa Data Dimensi Beton Bertulang	23
4.2 Pembebanan	28
4.2.1 Beban Mati (DL)	28
4.2.2 Beban Hidup (LL)	28
4.2.2.1 Pembebanan Pelat Lantai	28
4.2.2.2 Pembebanan Pelat Atap	29
4.2.3 Beban Angin	29
4.2.4 Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen	30
4.2.4.1 Perhitungan Koefisien Respon Seismik (Cs)	30
4.2.4.2 Perhitungan Geser Dasar Seismik (V)	31
4.2.4.3 Distribusi Vertikal Horizontal Gaya Gempa	32
4.3 Hasil Desain Beton Bertulang	33
4.4 Analisa Permodelan SAP Menggunakan Kolom Tegak	34
4.4.1 Hasil Analisa Permodelan SAP Momen Terbesar (M3)	34
4.4.2 Hasil Analisa Permodelan SAP Geser Terbesar (V2)	35
4.4.3 Hasil Analisa Pedrmodelan SAP Aksial Terbesar (P)	35
4.5 Cek Validasi Perhitungan SAP2000	36
4.5.1 Cek Validasi Momen	36

4.5.2 Cek Validasi Aksial	37
4.6 Perencanaan Kolom Miring	38
4.7 Analisa Permodelan SAP Menggunakan Kolom Miring	40
4.7.1 Hasil Analisa Permodelan SAP Momen Terbesar (M3)	41
4.7.2 Hasil Analisa Permodelan SAP Geser Terbesar (V2)	42
4.8 Perbandingan Hasil Analisa SAP 2000 Kolom Tegak dan Kolom Miring	43
4.8.1 Hasil Analisa SAP 2000 Kolom Tegak yang Direncanakan	43
4.8.2 Hasil Analisa SAP 2000 Kolom Miring yang Direncanakan	43
4.9 Perbandingan Hasil Analisa Permodelan SAP 2000 Kolom Tegak dan Kolom Miring	44
4.10 Perbandingan Kapasitas Kolom Tegak dan Kolom Miring	46
4.10.1 Perhitungan Kapasitas Kolom Tegak	46
4.10.2 Perhitungan Kapasitas Kolom Miring 5°	47
4.10.3 Perhitungan Kapasitas Kolom Miring 10°	47
4.10.4 Perhitungan Momen Kolom Tegak	48
4.10.5 Perhitungan Momen Kolom Miring 5°	48
4.10.6 Perhitungan Momen Kolom Miring 10°	49
4.10.7 Kurva Perbandingan Kapasitas Kolom Tegak dengan Kolom Miring 5° dan 10°	49
BAB 5. PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peraturan Beban Mati Gedung (SNI 1727:2013).....	11
Tabel 2.2 Peraturan Beban Hidup Gedung (SNI 1727:2013)	11
Tabel 2.3 Batas Deformasi Bangunan Gedung	14
Tabel 2.4 Tingkat Kinerja Struktural	14
Tabel 2.5 Tingkat Kinerja Bangunan Gedung	14
Tabel 4.1 Dimensi Balok	23
Tabel 4.2 Detail Balok G-A	23
Tabel 4.3 Detail Balok G-B	24
Tabel 4.4 Detail Balok G-C	24
Tabel 4.5 Detai Balok G-D	25
Tabel 4.6 Dimensi Kolom	25
Tabel 4.7 Detail Kolom K-1	26
Tabel 4.8 Detail Kolom K-2	26
Tabel 4.9 Beban Mati untuk Pelat Ukuran 4m x 4,8m	28
Tabel 4.10 Beban Hidup untuk Pelat Lantai 2-7	29
Tabel 4.11 Beban Mati untuk Pelat Lantai Atap	29
Tabel 4.12 Beban Hidup untuk Pelat Lantai Atap	29
Tabel 4.13 Nilai Fa untuk Gempa	31
Tabel 4.14 Perhitungan Nilai Geser Dasar Seismik	32
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Gaya Gempa Lateral	33
Tabel 4.16 Hasil Analisa SAP Nilai Momen Terbesar Kolom Tegak	34
Tabel 4.17 Hasil Analisa SAP Nilai Geser Terbesar Kolom Tegak	35
Tabel 4.18 Hasil Analisa SAP Nilai Aksial Terbesar Kolom Tegak	36
Tabel 4.19 Hasil Analisa SAP Nilai Momen Terbesar Kolom Miring 5°	41
Tabel 4.20 Hasil Analisa SAP Nilai Momen Terbesar Kolom Miring 10°	41
Tabel 4.21 Hasil Analisa SAP Nilai Aksial Terbesar Kolom Miring 5°	42
Tabel 4.22 Hasil Analisa SAP Nilai Aksial Terbesar Kolom Miring 10°	42
Tabel 4.23 Hasil Analisa Kolom Tegak yang Direncanakan	43
Tabel 4.24 Hasil Analisa Kolom Miring 5° yang Direncanakan	43
Tabel 4.25 Hasil Analisa Kolom TegakMiring 10° yang Direncanakan	43

Tabel 4.26 Perbandingan Hasil Analisa SAP 2000 Antara Kolom Tegak dan Kolom Miring 5°	44
Tabel 4.27 Perbandingan Hasil Analisa SAP 2000 Antara Kolom Tegak dan Kolom Miring 10°	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam-Macam Bentuk Kolom.....	8
Gambar 2.2 Spektra Kapasitas	15
Gambar 2.3 Diagram Interaksi.....	17
Gambar 3.1 Lokasi Gedung UPT BSMKU Universitas Jember.....	18
Gambar 4.1 Denah UPT BSMKU Universitas Jember.....	27
Gambar 4.2 Nilai S_s dan S_1 Gempa Indonesia	30
Gambar 4.3 Hasil Cek Kapasitas komponen Struktur	34
Gambar 4.4 Cek Validasi Aksial Frame 267	38
Gambar 4.5 Perhitungan Struktur Kolom Vertikal Menjadi Kolom Miring 5°	39
Gambar 4.6 Perhitungan Struktur Kolom Vertikal Menjadi Kolom Miring 10° .	39
Gambar 4.7 Hasil Analisa Kolom Miring 5°	40
Gambar 4.8 Hasil Analisa Kolom Miring 10°	40
Gambar 4.9 <i>Freebody</i> Struktur Kolom Vertikal dan Kolom Miring 5°	46
Gambar 4.10 <i>Freebody</i> Struktur Kolom Vertikal dan Kolom Miring 10°	46
Gambar 4.8 Kurva Analisa Perbandingan Kapasitas Kolom Tegak dan kolom Miring 5° dan 10°	49

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman, Indonesia kini sudah mulai membangun gedung-gedung bertingkat. Bangunan-bangunan tinggi tersebut memiliki struktur dan bentuk yang berbeda-beda. Faktor globalisasi merupakan faktor terbesar penyebab adanya perkembangan desain struktural suatu bangunan. Hal ini dikarenakan manusia kian berkembang dari waktu ke waktu baik secara pemikiran maupun gaya hidupnya, sehingga banyak inovasi-inovasi yang muncul untuk memenuhi keinginan konsumen.

Inovasi pada teknik sipil juga dipengaruhi dengan beberapa desain perencanaan yang terus berkembang. Perkembangan terjadi di beberapa sektor dikarenakan dengan adanya tuntutan, baik dari segi estetika bangunan dan segi struktural. Sementara itu, struktur bangunan terdiri dari beberapa bagian yang diantaranya adalah bagian utama struktur pondasi, struktur kolom, struktur balok, dan struktur pelat.

Menurut Sudarmoko (1996) bahwa, “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”. Saat ini kolom telah banyak mengalami beberapa inovasi, salah satunya dengan membuat kolom miring. Kolom miring adalah struktur kolom yang bentuknya tidak vertikal, akan tetapi lebih condong miring dari posisi vertikalnya dan mempunyai sudut kemiringan tertentu. Kolom miring telah banyak digunakan oleh para konsumen dengan alasan estetika arsitektural. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kresna (2016) menyatakan bahwa *engineer* diharapkan dapat mengetahui kinerja kolom miring bila dibandingkan dengan kolom tegak. Pada umumnya kegunaan dari kolom miring juga sama dengan kegunaan kolom tegak, yaitu menahan beban aksial tekan secara vertikal. Yuliyanto (2008) menyebutkan bahwa letak kolom miring tersebut dapat membebani kolom yang ada di depannya sehingga momen yang dihasilkan lebih

besar. Dampak dari penggunaan kolom miring dapat diketahui dengan melakukan perhitungan terhadap sebuah bangunan dengan kondisi lahan dan lingkungannya.

Penggunaan kolom miring sendiri sudah beberapa kali diterapkan pada beberapa struktur. Ada beberapa contoh bangunan yang menggunakan struktur kolom miring miring, yaitu Baruga Telkomsel Makasar, Supermall Pakuwon Surabaya, dan gedung kuliah Universitas Petra yang menerapkan kolom miring mulai dari lantai dasar hingga lantai paling atas. Selain itu penggunaan kolom miring juga dapat ditemukan pada Bakrie Tower yang berada di Jakarta Selatan, Central Park Mall di Surabaya, Gedung Menara Karya di Jakarta, dan lain-lain.

Pembahasan mengenai kolom miring dapat ditemukan pada beberapa jurnal maupun literatur. Pembahasan tugas akhir ini mengacu pada beberapa pembahasan yang sama mengenai evaluasi kolom miring pada struktur bangunan yang berbeda lainnya. Pada tugas akhir ini pula akan membandingkan hasil analisa kolom tegak dengan kolom miring. Namun, harus diperhitungkan pula ketahanan struktur kolom yang diubah menjadi kolom miring terhadap beban horizontal, salah satunya yaitu beban gempa. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa *pushover* sebagai analisa lanjutan untuk memperhitungkan mulai dari terbentuknya sendi plastis yang pertama hingga keruntuhan yang sebenarnya.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penelitian ini akan membahas tentang studi penggunaan kolom miring pada bangunan UPT BSM-KU Universitas Jember. UPT BSMKU merupakan gedung dengan tinggi 8 lantai di Universitas Jember. Namun, pembangunannya masih berada di tahap 3 lantai. Tugas akhir mengenai “Studi Perbandingan Penggunaan Kolom Tegak dan Kolom Miring Pada UPT BSMKU Universitas Jember dengan Menggunakan Program Analisa Struktur” akan membandingkan desain awal gedung UPT BSMKU dengan desain kolom miring terhadap tahanan beban horizontal. Analisis untuk kolom miring dianalisis menggunakan Program Analisa Struktur (SAP 2000). Dengan adanya analisa ini, diharapkan dapat menjadi tinjauan dalam mendesain bangunan di Universitas Jember selanjutnya dengan menggunakan kolom miring sebagai tambahan nilai estetika. Sehingga dengan pembahasan ini, didapatkan perbandingan hasil gaya dalam (momen, aksial, dan geser) pada

struktur kolom miring UPT BSMKU apabila sudut kemiringannya diubah dengan kolom tegaknya.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah tugas akhir ini adalah bagaimana perbandingan gaya dalam struktur apabila menggunakan kolom miring dengan sudut 5° dan 10° dibandingkan dengan kolom tegak terhadap beban horizontal.

1.3 Tujuan

Dengan adanya rumusan masalah seperti diatas, maka diharapkan dapat tercapai tujuan kami yaitu :

Mengetahui perbandingan gaya dalam struktur apabila menggunakan kolom miring dengan sudut 5° dan 10° dibandingkan dengan kolom tegak terhadap beban horizontal.

1.4 Batasan Masalah

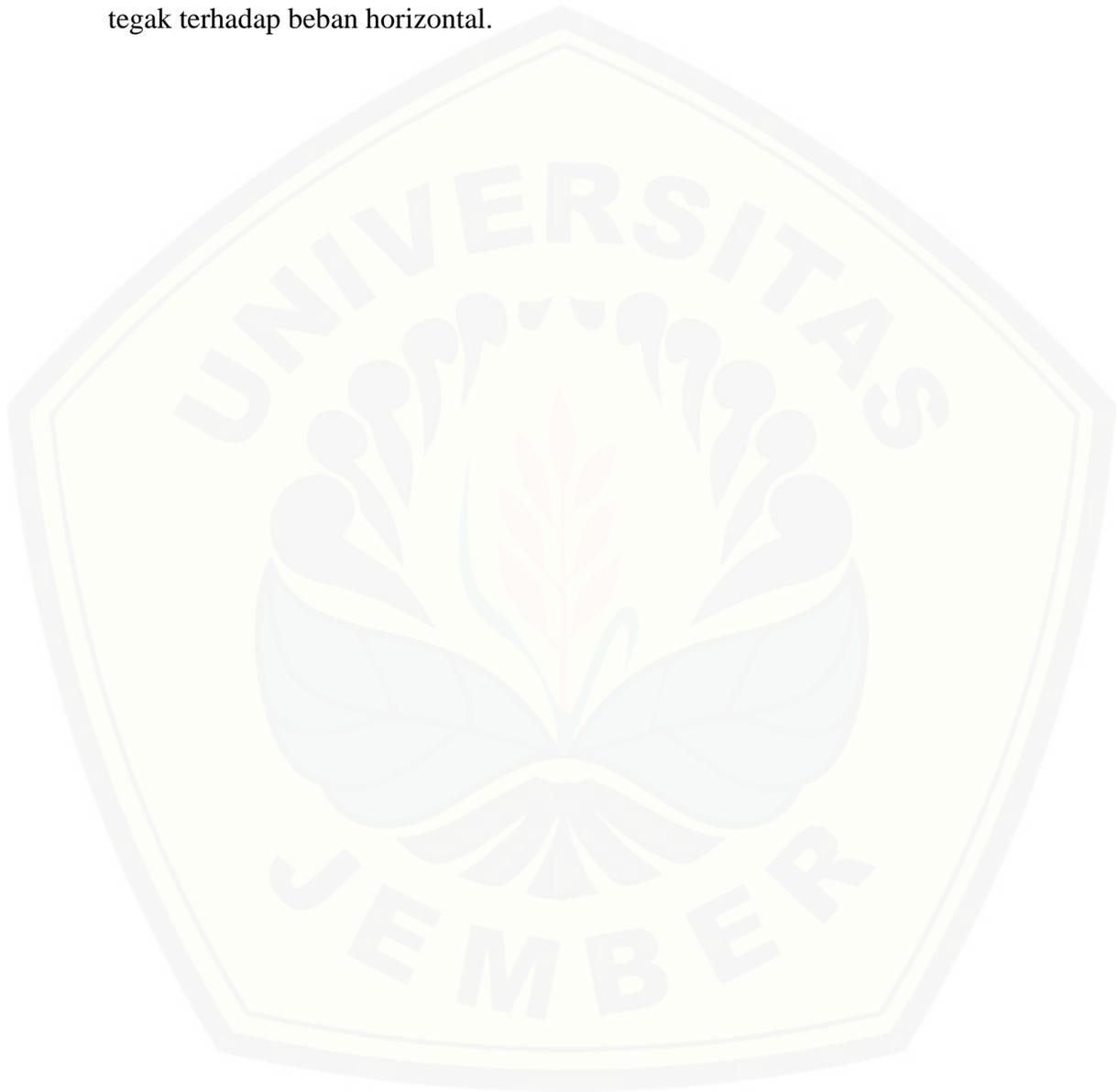
Agar pembahasan tidak terlalu meluas, penulis memberikan beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Sudut yang dipakai pada desain kolom miring yaitu 5° dan 10° .
2. Gedung yang menjadi objek studi kasus menggunakan kolom miring yaitu kolom bagian terluar dari UPT BSMKU Universitas Jember.
3. Peraturan pembebanan gedung digunakan SNI 1727-2013 tentang Tata Cara Pembebanan Rumah dan Gedung.
4. Peraturan ketahanan gempa digunakan SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan.
5. Analisis kolom miring menggunakan Program Analisa Struktur (SAP 2000).
6. Perbandingan yang dilakukan hanya pada desain kolom miring terluar dengan desain awal gedung UPT BSMKU.

1.5 Manfaat Penelitian

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

Sebagai tinjauan dalam mendesain kolom miring dibanding dengan kolom tegak terhadap beban horizontal.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Konstruksi

Konstruksi merupakan suatu kegiatan membangun sarana dan prasarana. Dalam sebuah bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada sebuah area atau pada beberapa area. Ada beberapa jenis konstruksi diantaranya konstruksi jalan, konstruksi industri, dan konstruksi gedung.

2.1.1 Kontruksi Jalan

Konstruksi jalan adalah suatu proyek yang meliputi penggalian, pengurugan, perkerasan jalan, dan konstruksi jembatan serta struktur drainase. Konstruksi jalan biasanya direncanakan oleh departemen pekerjaan umum setempat dan berbeda dengan kontruksi bangunan dari segi aktivitas antara pemilik, perencana, dan kontraktor.

2.1.2 Konstruksi Industri

Konstruksi ini biasanya melibatkan proyek-proyek teknik tingkat tinggi dalam manufaktur dan proses produksi. Konstruksi industri biasanya digunakan untuk bangunan-bangunan industri atau pabrik. Dalam beberapa kasus, kontraktor dan arsitek menjadi berada pada satu perusahaan untuk mendesain dan melaksanakan pembangunan pabrik bagi pemilik.

2.1.3 Konstruksi Gedung

Gedung adalah wujud fisik hasil dari pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian, atau seluruhnya yang berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air. Gedung berfungsi sebagai tempat manusia melakukan berbagai kegiatan. Konstruksi gedung biasanya digunakan untuk fasilitas umum, seperti gedung pendidikan, bangunan institusional, bangunan perkantoran, apartemen, hotel, rumah susun, dan sekolah. Gedung mempunyai bagian-bagian struktur, salah satunya adalah kolom.

2.2 Pengertian Kolom

Kolom adalah batang vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok dan pelat. Fungsi kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi bawah sampai ke tanah melalui fondasi. Kolom berfungsi sangat penting agar bangunan tidak mudah roboh dan kuat menahan beban dari atas.

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).

2.3 Jenis-jenis Kolom

Dalam buku struktur beton bertulang (Dipohusodo, 1994) ada tiga jenis kolom beton bertulang, yaitu :

- a. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral. Kolom ini merupakan 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.
- b. Kolom menggunakan pengikat spiral. Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok yang memanjang adalah tulangan pokok yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi tulangan spiral adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi yang cukup besar sebelum runtuh.

- c. Kolom komposit adalah komponen struktur yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa batang tulangan pokok memanjang. Bentuk ini biasanya digunakan, apabila jika hanya menggunakan kolom bertulang biasa diperoleh dari ukuran yang sangat besar karena bebannya cukup besar.

2.4 Syarat-syarat Kolom Beton Bertulang

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, syarat-syarat untuk kolom beton bertulang yaitu :

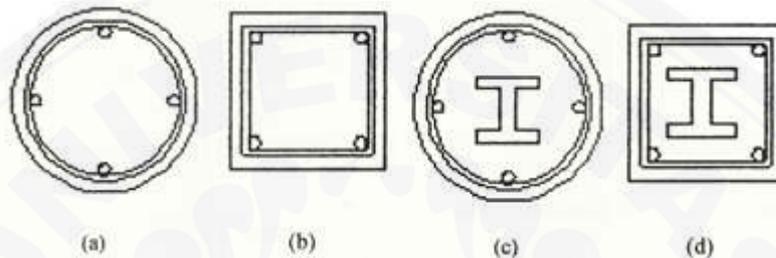
1. Ukuran penampang kolom tidak boleh kurang dari 15 cm
2. Luas tulangan memanjang kolom tidak boleh diambil kurang dari 1% penampang beton, dengan minimum satu batang tulangan di masing-masing sudut penampang
3. Luas tulangan memanjang kolom tidak boleh diambil lebih dari 6% dari penampang luas penampang 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 harus dipasang simetris terhadap masing-masing sumbu utama penampang. 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
6. Apabila tulangan memanjang kolom disambung melalui tulangan pada stek, maka ujung-ujung batang tidak boleh diberi kait kecuali di tempat tersebut tersedia ruang yang cukup.

2.5 Macam Bentuk Kolom

Berdasarkan bentuk dan komposisi material yang umum digunakan, maka kolom bertulang dapat dibagi menjadi beberapa tipe (Muin, 1998), yaitu :

- a. Kolom empat persegi dengan tulangan longitudinal dan tulangan pengikat lateral/sengkang. Bentuk penampang kolom bisa berupa bujur sangkar atau berupa empat persegi panjang.

- b. Kolom bulat dengan tulangan longitudinal dan tulangan pengikat spiral atau tulangan pengikat lateral. Kolom ini mempunyai bentuk yang lebih bagus dibanding kolom empat persegi panjang.
- c. Kolom komposit. Pada jenis kolom ini digunakan profil baja sebagai pemikul lentur pada kolom. Selain itu tulangan longitudinal dan tulangan pengikat juga ditambahkan bila perlu. bentuk ini biasanya digunakan untuk kolom berukuran besar.



Gambar 2.1 Macam-macam Bentuk Kolom

2.6 Kolom Miring

Kolom miring adalah kolom dari rangka struktur yang memikul beban dari balok dan pelat dengan mempunyai sudut kemiringan. Pada beberapa kasus, arsitek menginginkan penggunaan kolom miring untuk menambah nilai estetika pada gedung, sehingga dapat menarik perhatian pengunjung. Bangunan dengan kolom miring memiliki periode dan peralihan yang lebih besar dibandingkan bangunan dengan kolom tegak. Selain itu kolom miring diharapkan mampu memberi daya dukung tambahan sehingga dapat menahan beban horizontal yang lebih baik.

2.7 Dasar-dasar Perhitungan

Menurut SNI-03-2847-2013 ada empat ketentuan untuk perhitungan kolom, yaitu :

- a. 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

- b. 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
- c. Dalam menghitung momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom, ujung-ujung terjauh kolom dapat dianggap jepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu dengan komponen struktur lainnya.
- d. Momen-momen yang bekerja pada setiap level lantai atau atap harus didistribusikan pada kolom dengan memperhatikan juga kondisi kekekangan pada ujung kolom.

2.8 Gempa Bumi dan Kaidah Perencanaan Struktur

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 tsunami rusakannya tanggul, serta gempa di dasar laut yang menyebabkan tsunami (Wikipedia, 2012). Pada bidang 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:

- a. Sistem bangunan yang digunakan tidak sesuai dengan tingkat kerawanan daerah setempat terhadap gempa.
- b. Rancangan struktur dan detail penulangan yang diaplikasikan pada dasarnya kurang memadai.
- c. Kualitas material dan praktik konstruksi pada umumnya kurang baik.

d. 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 :

- a. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan tingkat kerawanan (risiko) daerah tempat struktur bangunan tersebut berada terhadap gempa.
- b. 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.
- c. Konsistensi sistem struktur yang diasumsikan dalam desain dengan sistem struktur yang dilaksanakan harus terjaga.
- d. Material beton dan baja tulangan yang digunakan harus memenuhi persyaratan material konstruksi untuk struktur bangunan tahan gempa.
- e. Unsur-unsur arsitektural yang memiliki massa yang besar harus terikat dengan kuat pada sistem portal utama dan harus diperhitungkan pengaruhnya terhadap sistem struktur.
- f. Metode pelaksanaan, sistem quality control dan quality assurance dalam tahapan konstruksi harus dilaksanakan dengan baik dan harus sesuai dengan kaidah yang berlaku.

2.9 Pembebanan

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

2.9.1 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 Peraturan Beban Mati Gedung

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

Sumber : SNI 1727:2013

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 Peraturan Beban Hidup

No	Konstruksi	Berat	Satuan
1	Hall, coridor, balcony	300	kg/m ²
2	Tangga dan bordes	400	kg/m ²
3	Lantai bangunan	250	kg/m ²
4	Lantai atap bangunan	100	kg/m ²

Sumber : SNI 1727:2013

2.9.2 Beban Horizontal (Beban Gempa)

Beban gempa merupakan beban yang timbul akibat pergerakan tanah dimana struktur tersebut didirikan. Terdapat beberapa metode analisa perhitungan

besarnya beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Dalam penelitian ini digunakan metode analisa gempa statis.

Analisa statis ekuivalen merupakan salah satu metode menganalisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa dengan menggunakan beban gempa nominal statik ekuivalen. Menurut Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2012), analisis statik ekuivalen cukup dapat dilakukan pada gedung yang memiliki struktur beraturan. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen V (*base shear*) yang terjadi di tingkat dasar dihitung menurut persamaan :

$$V = \frac{C_1 \cdot 1}{R} \cdot W_t \dots (2.1)$$

C_1 = nilai faktor respon gempa. C_1 didapat dari spectrum gempa rencana, yang harus diketahui terlebih dahulu waktu getar alami fundamental T_1 .

I = faktor keutamaan. Semakin penting nilai bangunan semakin tinggi nilai I -nya.

Beban geser dasar nominal V tersebut harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_1 pada pusat massa lantai tingkat ke- i menurut persamaan :

$$F_1 = \frac{W_1 \cdot Z_1}{\sum W_1 \cdot Z_1} \cdot V \dots (2.2)$$

W_1 = berat lantai tingkat ke- i termasuk beban hidup yang sesuai

Z_i = ketinggian lantai tingkat ke- i

2.9.3 Program Analisa Struktur SAP 2000

Program SAP 2000 sebagai salah satu program rekayasa teknik sipil yang berbeda dengan program komputer pada umumnya. Hal ini disebabkan pengguna program ini dituntut untuk memahami latar belakang metode penyelesaian dan batasan-batasan yang dihasilkan serta bertanggung jawab penuh terhadap *output* nya. Program ini digunakan untuk analisis dan desain struktur menggunakan konsep metode elemen hingga yang didukung dengan analisis statis dinamis, linier, maupun nonlinier (Nasution, 2011)

Fasilitas desain yang disediakan program ini hanya untuk struktur beton dan baja dengan menggunakan pertauran perencanaan dari Amerika, Eropa, serta negara lainnya. Perencanaan dengan menggunakan peraturan Indonesia dapat dilakukan dengan cara memodifikasi beberapa faktor produksi kekuatan. Segala resiko sehubungan dengan pemakaian program ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab pemakai (Arrasyid, 2011).

Program SAP 2000 ini memiliki beberapa kelebihan, terutama dalam perancangan struktur baja dan beton, dalam perancangan struktur baja SAP 2000 dapat merancang elemen struktur dengan menggunakan profil baja yang optimal dan paling ekonomis, sehingga dalam penggunaannya tidak perlu menentukan elemen awal dengan profil pilihannya. Tetapi cukup memberikan data profil dari *database* yang ada pada SAP 2000. Untuk perancangan struktur beton kita harus menentukan elemen awal sebagai asumsi awal perancangan yang kemudian nanti diperoleh luas tulangan totalnya.

Berikut cara pengerjaan dengan menggunakan program analisa struktur SAP 2000. :

1. Mengatur satuan
2. Memodelkan struktur
3. Modifikasi struktur
4. Material property
5. Membuat profil
6. Pembebanan
7. Analisa

2.10 Kinerja Struktur Tahan Gempa

Kinerja struktur diperoleh dengan program analisis struktur SAP 2000. Batas deformasi gedung dan tingkat kinerja struktur yang diatur dalam ATC-40 adalah seperti yang dijelaskan dalam tabel 2.3 dan 2.4. Uraian tentang tingkat kinerja bangunan gedung berdasarkan metode koefisien perpindahan dapat dilihat pada tabel 2.5. Spektrum kapasitas dapat dilihat pada gambar 2.2.

Tabel 2.3 Batas deformasi bangunan gedung

Tingkat Kinerja				
Interstory Drift Limite (Batas simpangan antar lantai)	Immediate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Structural Stability
DSAA Maximum total drift (simpangan total maks)	0.01	0.01-0.02	0.02	0.33 Vi/Pi
Maximum inelastic drift (simpangan nonelastik maks)	0.005	0.005-0.015	no limit	no limit

Sumber : ATC-40, 1996

Tabel 2.4 Tingkat kinerja struktural

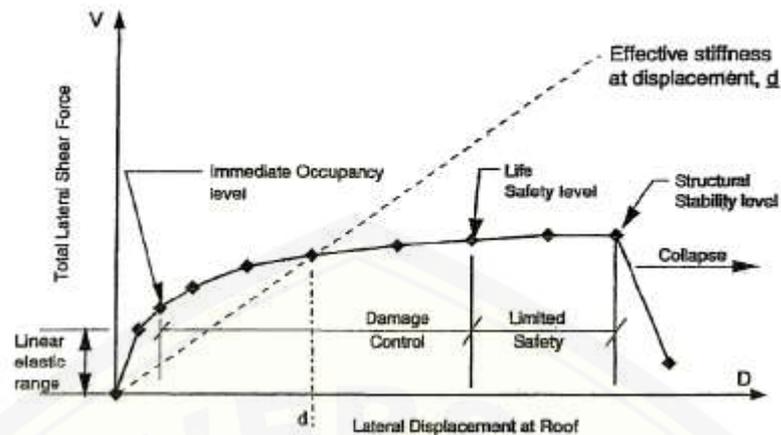
No	Tingkat Kinerja	Uraian
1	SP-1	Immediate Occupancy (penggunaan sedang)
2	SP-2	Damage Control (kontrol kerusakan)
3	SP-3	Life Safety (aman untuk dihuni)
4	SP-4	Limited Safety (keamanan terbatas)
5	SP-5	Structural Satbility (satbilitas struktural)
6	SP-6	Not Considered (tidak diperhitungkan)

Sumber : ATC-40, 1996

Tabel 2.5 Tingkat kinerja bangunan gedung

No	Tingkat Kinerja	Uraian
1	Operation Level (tingkat operasional)	Peralatan utilitas berfungsi, terdapat sedikit kerusakan
2	Immediate Occupancy Level (tingkat penggunaan sedang)	Bangunan menerima 'tanda hijau' (aman untuk digunakan) dari hasil pemeriksaan, perlu sedikit perbaikan)
3	Life Saftey Level (tingkat aman untuk dihuni)	Struktur tetap stabil dan mempunyai kapasitas pelayanan yang cukup, kerusakan non struktural masih terkontrol
4	Colapse Prevebtion Level (tingkat pencegahan keruntuhan)	Bangunan tetap berdiri hampir runtuh, kerusakan atau kehilangan lain masih diperkenankan

Sumber : FEMA 273, 1997



Gambar 2.2 Spektra kapasitas

Sumber : ATC-40, 1996

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 :

$$U = 1,4D$$

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

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

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

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

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

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 menghitung perencanaan struktur bangunan, nilai momen dan nilai aksial yang terbesar perlu

diperhitungkan validasi dengan menghitung 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.

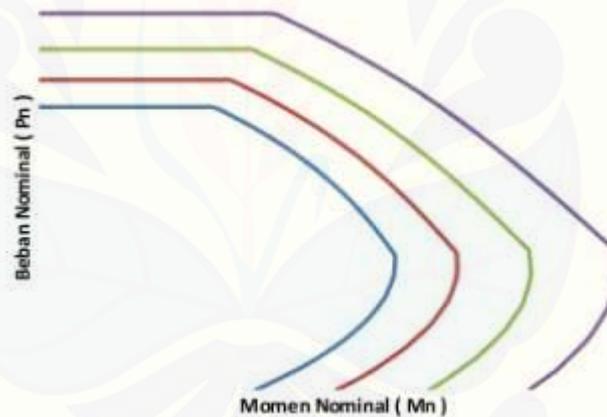
2.12 Diagram Interaksi

Diagram interaksi adalah diagram yang menunjukkan hubungan momen lentur dan gaya aksial tekan yang dapat dipikul elemen tekan pada kondisi batas (Bestari, 2008). Menurut Edward G. Nawy (2008), diagram interaksi kolom merupakan diagram yang menghubungkan antara beban aksial dengan momen lentur pada anggota-anggota tekan. Setiap titik pada kurva mewakili sebuah kombinasi kekuatan beban nominal P_n dan momen nominal M_n yang berhubungan dengan suatu lokasi sumbu netral yang tertentu. Diagram interaksi tersebut dipisah menjadi daerah kontrol tarik dan tekan oleh kondisi seimbang. Koordinat-koordinat pengontrol untuk titik-titik penting pada diagram interaksi ditentukan oleh tingkat regangan dalam tulangan tarik. Tingkat regangan ditetapkan oleh posisi kedalaman sumbu netral C . Penggunaan diagram interaksi pada kolom pipih terdapat sedikit kerumitan dalam menentukan nilai P_n dan M_n , hal ini dikarenakan pada kolom pipih terdapat gaya, serta momen yang bersifat biaksial. Untuk itu, penyelesaian diagram interaksi kolom pada kolom pipih, nilai momen biaksial tersebut akan dikonversi menjadi satu nilai momen uniaksial dengan nilai momen biaksial yang telah diekivalenkan untuk penampang dengan bentuk L sedangkan penampang dengan bentuk T menggunakan analisis momen biaksial dengan meninjau masing-masing sumbu.

Desain maupun analisis pada kolom ditempuh dengan cara membuat suatu diagram interaksi antara momen pada ordinat dan gaya aksial pada aksis. Diagram interaksi menggambarkan interaksi antara momen dan aksial dalam berbagai variasi sehingga membentuk suatu grafik. Ada tiga titik utama pada diagram interaksi yaitu :

1. Gaya aksial saja : harga momen nol dan harga maksimum
2. Keadaan seimbang : kehancuran pada beton dan baja terjadi secara bersamaan
3. Lentur murni : harga aksial nol

Pada perencanaan, setelah mendapatkan momen dan gaya aksial pada kolom dari mekanika struktur maka kita mencoba-coba dimensi kolom dan tulangan kemudian dari dimensi kolom tersebut dibuat diagram interaksinya. Dan kita plotkan momen dan gaya aksial dari hitungan mekanika struktur tersebut. Bila berada di luar diagram maka kolom tidak mampu dan harus dicari dimensi lain, dan bila berada di dalam kolom dekat dengan diagram maka kolom mampu, tapi bila masuk namun terlalu jauh dari diagram maka kolom terlalu besar/boros. Titik pada diagram interaksi dapat ditambah satu lagi yaitu pembebanan tarik bila terjadi aksial tarik pada kolom.



Gambar 2.3 Diagram Interaksi Kolom

BAB 3. METODOLOGI

Pada bab ini akan membahas metode yang digunakan untuk menganalisis dan merancang kembali kolom miring pada bangunan UPT BSMKU Universitas Jember dengan sudut kemiringan 5° dan 10° . Hasil dari analisis dan perhitungan studi kasus akan dibandingkan dengan perhitungan kolom vertikal.

3.1 Lokasi Kajian



Gambar 3.1 Lokasi gedung UPT BSMKU Universitas Jember

Kajian dalam tugas akhir ini adalah bangunan UPT BSMKU yang berlokasi di kecamatan Kebonsari, Kabupaten Jember. Lokasi UPT BSMKU berada di dalam kawasan Universitas Jember. Tepatnya berada di samping kanan gedung Rektorat Universitas Jember.

Sasaran perencanaan adalah gedung UPT BSMKU dengan beberapa spesifikasi sebagai berikut :

- a. Fungsi bangunan : Gedung Pendidikan
- b. Luas Bangunan : 1012 m²
- c. Jumlah Lantai : 7 Lantai
- d. Tinggi Lantai : 4 Meter
- e. Jenis Bangunan : Beton Bertulang
- f. Mutu Beton : 30 Mpa
- g. Mutu Baja : 410 Mpa

3.2 Waktu Kajian

Pengerjaan tugas akhir ini dimulai dilakukan pada bulan Desember 2016 hingga Maret 2017

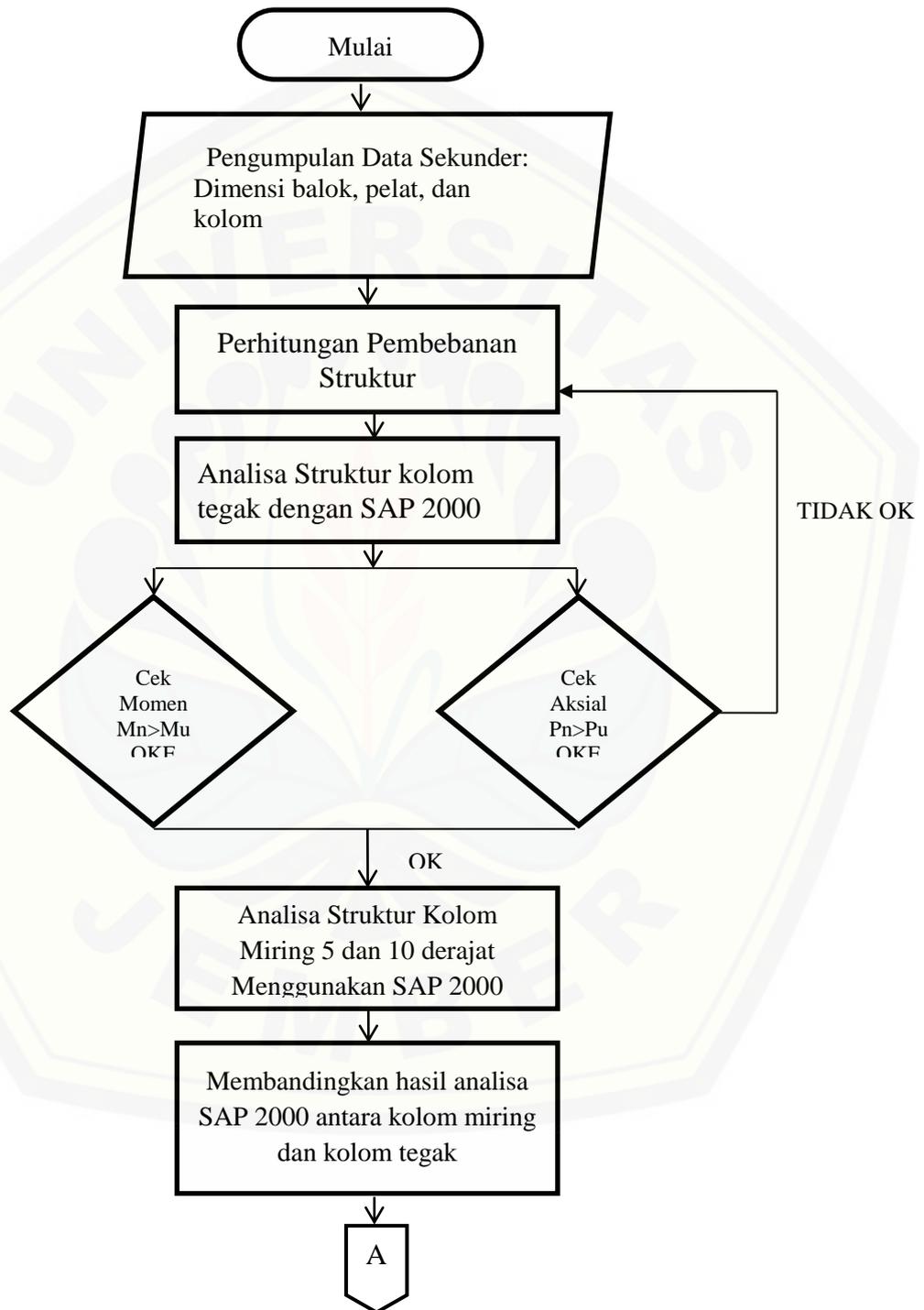
3.3 Pengumpulan Data dan Studi Literatur

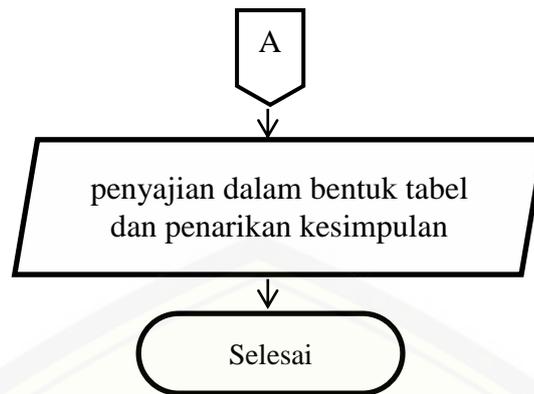
Literatur yang digunakan yaitu :

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013
- b. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG) 1727-2013

3.4 Diagram Alur Perencanaan

Diagram alur perencanaan dan analisa penggunaan kolom miring pada gedung UPT BSMKU ditampilkan pada gambar berikut :





3.4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan pada pembahasan ini diantaranya adalah *Shop Drawing* struktur bangunan UPT BSMKU Universitas Jember. Dari *Shop Drawing* didapatkan nilai-nilai yang dapat membantu pembahasan tugas akhir, seperti : mutu beton, grid bangunan, dimensi balok, elevasi bangunan, jumlah lantai bangunan, dan kegunaan dari masing-masing ruangan yang terdapat dalam struktur bangunan UPT BSMKU Universitas Jember.

3.4.2 Perhitungan Pembebanan

Setelah mengetahui dimensi 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 berdasarkan SNI 1727-2013 meliputi :

- a. Dinding
- b. Kolom
- c. Balok
- d. Pelat
- e. Atap
- f. Plafond

3.4.2.2 Beban Hidup

Beban hidup berdasarkan SNI 1727-2013 meliputi :

- a. Tangga dan bordes
- b. Orang
- c. Lantai bangunan
- d. Lantai atap bangunan

3.4.2.3 Beban Gempa

Metode yang digunakan untuk menghitung beban gempa pada tugas akhir ini adalah Metode Gempa Statik. Percepatan gempa kota jember diambil dari data zona Peta Wilayah Gempa Indonesia menurut Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012). Berdasarkan zona wilayah, kota jember termasuk zona gempa 3.

3.4.2.4 Beban Angin

Beban angin minimum pada bangunan yang terletak cukup jauh dari tepi laut dihitung berdasarkan kecepatan angin 20 m/det pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah dengan rumus :

$$P = V^2/16 \dots (3.1)$$

Keterangan :

P = tekanan tiup angin (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 5° dan 10° dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai gaya dalam (momen, geser, dan aksial) kolom miring lebih besar bila dibandingkan dengan nilai gaya dalam yang terjadi pada kolom tegak. Sehingga mengakibatkan kolom utama tidak kuat menahan beban. Hal ini disebabkan oleh kolom yang direncanakan miring tidak menerus, tetapi bertumpu pada balok masing-masing lantai.
2. Nilai yang dihasilkan antara kolom tegak dan kolom miring 5° memiliki deviasi yang lebih besar mencapai $\geq 50\%$ dan sebagian kecil $\leq 50\%$. Sedangkan kolom tegak dan kolom miring 10° memiliki deviasi yang lebih besar mencapai $\geq 50\%$. Hal tersebut disebabkan karena gaya momen dan aksial yang dihasilkan mengalami peningkatan yang sangat besar oleh adanya beban kolom miring yang tidak menerus.
3. Struktur bangunan tidak kuat menahan beban (*collapse*) apabila kolom miringnya tidak menerus dari atas ke bawah.

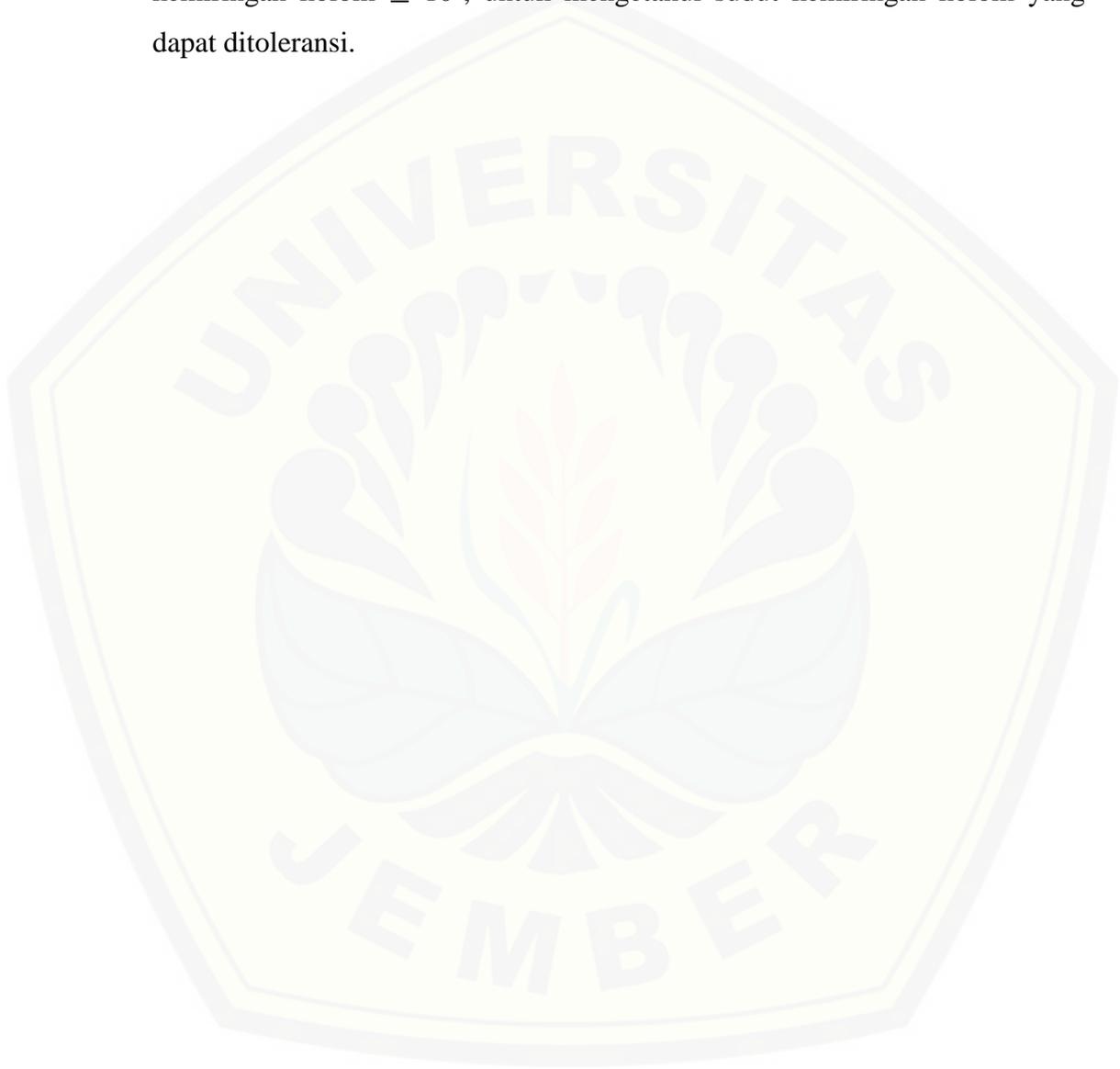
5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil evaluasi permodelan SAP 2000 antara kolom tegak dan kolom miring 5° dan 10° terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan, antara lain :

1. Jika pada pelaksanaan ditemukan struktur kolom yang ternyata tidak tegak 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. Apabila ingin merencanakan bangunan UPT BSMKU dengan kolom miring maka diperlukan *preliminary design* ulang, sehingga kolom miring yang direncanakan dapat menerus dari atas ke bawah. *Preliminary design* juga

bertujuan untuk merencanakan ulang struktur sekunder yang meliputi pelat dan balok. Karena apabila kolom miring direncanakan menerus maka ada penambahan panjang balok dan pelat yang cukup besar.

3. Disarankan pula pada penelitian agar memperhitungan menggunakan sudut kemiringan kolom $\geq 10^\circ$, untuk mengetahui sudut kemiringan kolom yang dapat ditoleransi.



DAFTAR PUSTAKA

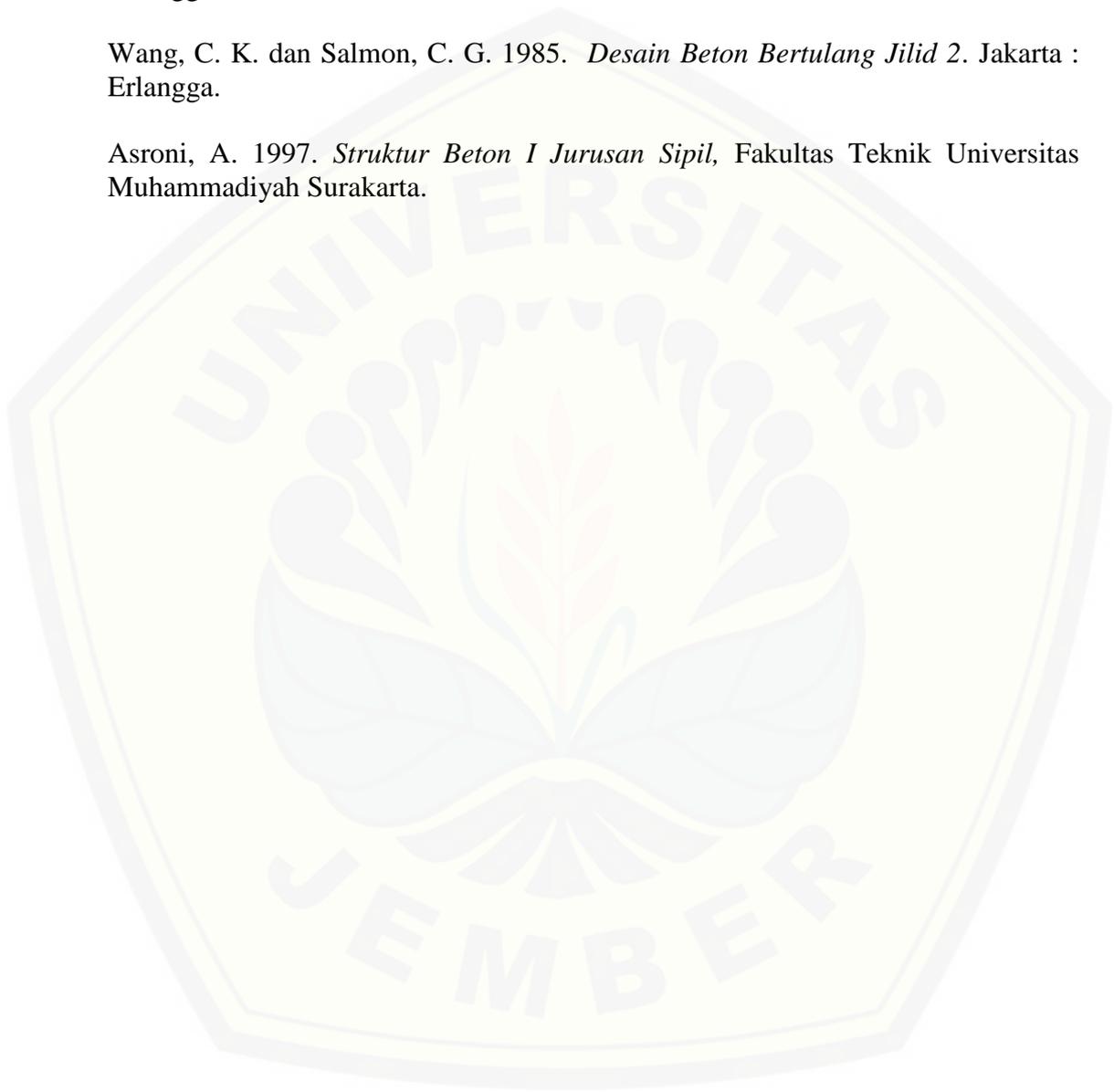
- Sni 03-1726-2002, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*
- SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung*
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung.1983.(PPIUG)
- Budiono. 2012. *Optimasi Kolom Miring pada Gedung Berbentuk Piramida Terbalik Terpancang. 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.
- Ismawardhany, 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 15 Juni 2017.
- Paz, Octavio. 1997. LEVI-STRAUSS, *Empu Antropologi Struktural*. Yogyakarta : LKIS. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung. 1983. (PPIUG).
- Purnowo, Rahmat, dkk. 2007. *Standart Nasional Inonesia (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 23 Maret 2017.
- Yulianto. 2008. *Merancang Arsitektur dengan Resolusi Dialektika Bahan*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Nawy, Edward G. 2008. *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*, Cetakan Ketiga. Terjemahan oleh Bambang Suryoatmono. Bandung: PT Refika Aditama.

Wang, C. K. dan Salmon, C. G. 1985. *Desain Beton Bertulang Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.

Wang, C. K. dan Salmon, C. G. 1985. *Desain Beton Bertulang Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.

Asroni, A. 1997. *Struktur Beton I Jurusan Sipil*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.



Lampiran 1 Perhitungan Beban Mati Pelat Lantai

a. Pelat 4 x 3,2

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	36.864
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	45.064

b. Pelat 2,4 x 1,3

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	8.9856
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	17.1856

c. Pelat 4 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	40.32
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	48.52

d. Pelat 3,2 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	32.256
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	40.456

e. Pelat 4 x 3,8

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	43.776
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	51.976

f. Pelat 3,5 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	35.28
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	43.48

g. Pelat 4,8 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	48.384
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	56.584

h. Pelat 3,8 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	35.28
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	43.48

i. Pelat 2,4 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	24.192
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	32.392

j. Pelat 8 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Dinding	1.2
Pelat	80.64
Spesi	2.1
Plafond	2.4
Keramik	2.5
Total (D)	88.84

Lampiran 2 Perhitungan Beban Mati Pelat Atap

a. Pelat 3,5 x 4,8

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	48.384
Plafond	2.4
Total (D)	50.784

b. Pelat 3,5 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	35.28
Plafond	2.4
Total (D)	37.68

c. Pelat 2,4 x 1,3

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	8.9856
Plafond	2.4
Total (D)	11.3856

d. Pelat 2,4 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	24.192
Plafond	2.4
Total (D)	26.592

e. Pelat 4 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	40.32
Plafond	2.4
Total (D)	42.72

f. Pelat 3,8 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	38.304
Plafond	2.4
Total (D)	40.704

g. Pelat 4 x 3,8

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	43.776
Plafond	2.4
Total (D)	46.176

h. Pelat 3,2 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	32.256
Plafond	2.4
Total (D)	34.656

i. Pelat 3,2 x 4

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	36.864
Plafond	2.4
Total (D)	39.264

j. Pelat 8 x 3,5

Beban Mati (D)	Berat (kN/m ²)
Pelat	80.64
Plafond	2.4
Total (D)	83.04