

**PERENCANAAN GEDUNG YANG MEMPUNYAI KOLOM
MIRING DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS***

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

MEIDA ISWARDHANY

NPM : 09 02 13305



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, OKTOBER 2013**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul

PERENCANAAN GEDUNG YANG MEMPUNYAI KOLOM MIRING DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Benar-benar merupakan hasil karya Saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang Saya peroleh dinyatakan batal dan akan Saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 4 Oktober 2013

Yang membuat pernyataan



(Meida Iswardhany)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERENCANAAN GEDUNG YANG MEMPUNYAI KOLOM MIRING DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Oleh :

MEIDA ISWARDHANY

NPM : 09 02 13305

telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, *10 Oktober 2013*

Pembimbing



(DR. Ir. AM Ade Lisantono, M.Eng.)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERENCANAAN GEDUNG YANG MEMPUNYAI KOLOM MIRING DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*

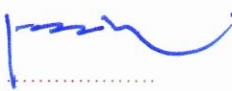


Oleh :

MEIDA ISWARDHANY

NPM : 09 02 13305

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : DR. Ir. AM Ade Lisantono, M.Eng.		10/10/2013
Sekretaris : J. Januar Sudjati, S.T., M.T.		10/10-13
Anggota : Ir. Agt. Wahyono, M.T.		10 Oct 13

KATA HANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasihnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**PERENCANAAN GEDUNG YANG MEMPUNYAI KOLOM MIRING DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS***” adalah sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Harapan penulis adalah, melalui Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
3. Ir. Haryanto YW., M.T., selaku Ketua Program Kekhususan Struktur yang telah mengajarkan kedisiplinan kepada penulis.

4. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Keluarga tercinta, Papa, Mama, serta adikku Meitry, yang selalu memberi dukungan doa, kasih, perhatian, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Stefanus Atyanto N, S.T., yang telah memberikan dukungan kepada penulis berupa kasih dan doa, serta motivasi, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
7. Teman-teman terbaik penulis, Putu Ika, Brigitta Maria, Galih Permana, Yuliani Jiwong, Leo, Ratih Ayu, Randy, Kevin Imanuel, Christian Kurnia, Bobby, dan yang tidak dapat disebutkan. Terimakasih karena telah memberikan dukungan kepada penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 4 Oktober 2013

Meida Iswardhany
NPM : 09 02 13305

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan	ii
Pengesahan	iii
Kata Hantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Intisari.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan dan Batasan Masalah	3
1.3 Keaslian Tugas Akhir	7
1.4 Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir.....	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kolom Miring.....	9
2.2 Gempa Bumi dan Kaidah Perencanaan Struktur Tahan Gempa.....	10
2.3 <i>Pushover Analysis</i>	12

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Kombinasi Pembebanan	14
3.2 Wilayah Gempa dan Spektrum Respon.....	18
3.3 Waktu Getar Alami.....	15
3.4 Target Perpindahan.....	19
3.4.1 Metode Koefisien Perpindahan (FEMA 273/356).....	19
3.4.2 Metode Koefisien Perpindahan Yang Diperbaiki (FEMA 440).....	21
3.5 Konsep Desain Struktur dengan SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus).....	22
3.6 Konsep Kolom Biaxial	25
3.7 Analisis Statik Nonlinier atau <i>Pushover Analysis</i>	27

BAB IV PERANCANGAN STRUKTUR ATAS

4.1 Perancangan Bangunan Referensi	30
4.1.1 Deskripsi Bangunan Referensi	30
4.1.2 Perencanaan Pelat Lantai dan Pelat Atap	30
4.1.3 Perancangan Tangga.....	38
4.1.4 Perhitungan Beban Gempa	45
4.1.5 Perancangan Balok	48
4.1.6 Perancangan Kolom.....	58
4.1.7 Analisis Pushover	61
4.2 Perancangan Bangunan Miring	64

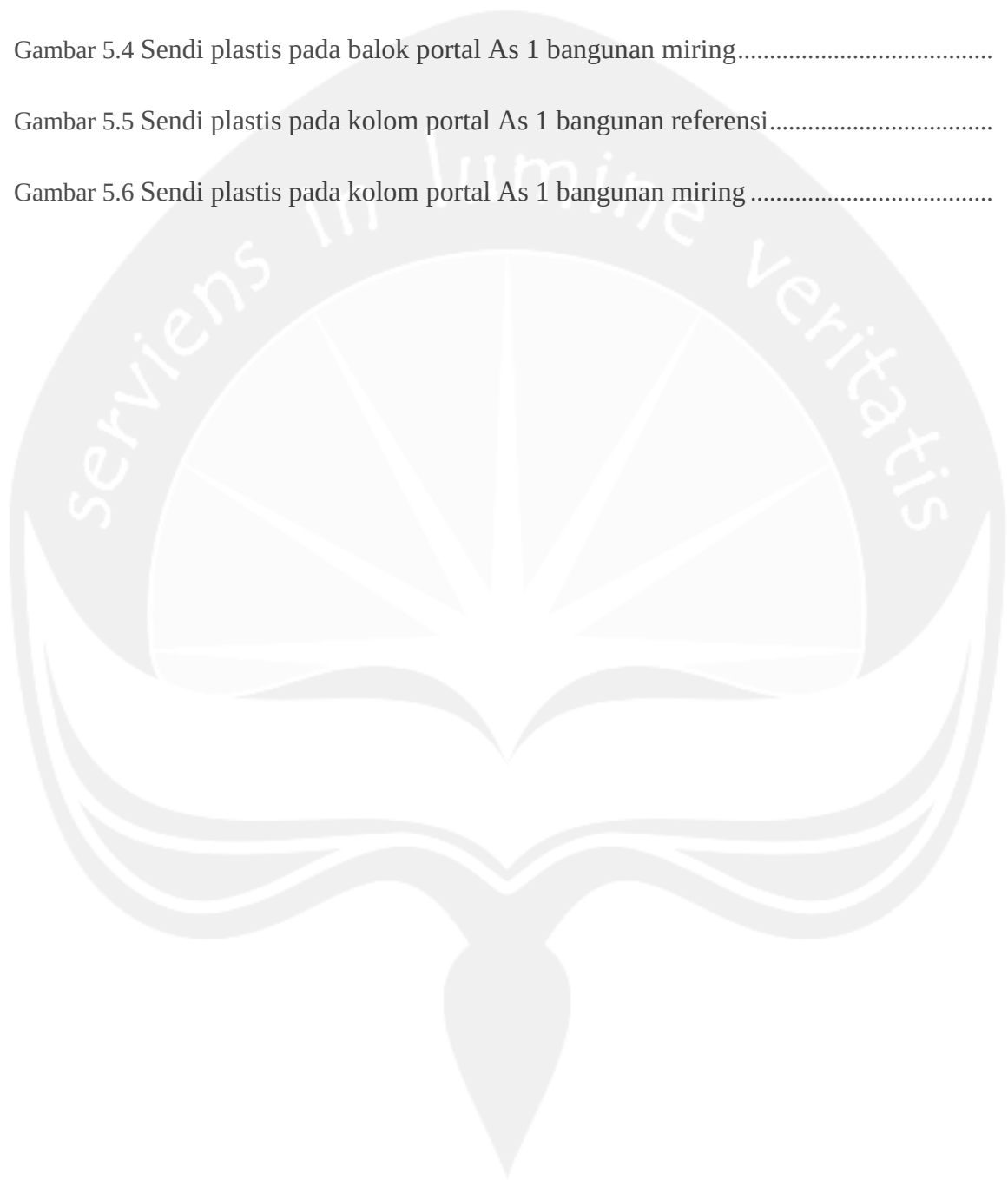
4.2.1 Deskripsi Bangunan Miring	64
4.2.2 Perencanaan Pelat Lantai dan Pelat Atap	64
4.2.3 Perancangan Tangga.....	77
4.2.4 Perhitungan Beban Gempa	84
4.2.5 Perancangan Balok	87
4.2.6 Perancangan Kolom.....	96
4.2.7 Analisis Pushover	99
BAB V PEMBAHASAN.....	102
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	108
6.1 Kesimpulan.....	108
6.2 Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Telkomsel building Makassar</i> dengan kemiringan 5^0	2
Gambar 1.2 Denah bangunan pada lantai 7.....	4
Gambar 1.3 Portal As 1, 2, 3, dan 4	5
Gambar 1.4 Portal As A-G.....	5
Gambar 1.5 Denah bangunan pembanding untuk lantai 1-7	6
Gambar 1.6 Portal As 1, 2, 3, dan 4 dari bangunan pembanding.....	6
Gambar 1.7 Portal As A-G dari bangunan pembanding	7
Gambar 2.1 Bentuk salah satu kolom miring yang akan dianalisis	10
Gambar 3.1 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun	16
Gambar 3.2 Respon spektrum gempa rencana wilayah 2	17
Gambar 3.3 Parameter waktu getar fundamental efektif dari kurva <i>pushover</i>	18
Gambar 3.4 Persyaratan komponen kolom.....	23
Gambar 3.5 Prinsip “Kolom kuat balok lemah”	23
Gambar 3.6 Perencanaan geser rencana untuk kolom SRPMK.....	24
Gambar 4.1 Denah ruang tangga.....	38
Gambar 4.2 Tampak samping denah ruang tangga.....	39
Gambar 4.3 Untuk mencari total tebal tangga.....	39
Gambar 4.4 Besarnya beban ultimit pada tangga.....	41
Gambar 4.5 Besarnya momen tangga.....	41
Gambar 4.6 Besarnya gaya geser tangga	42

Gambar 4.7 Reaksi akibat beban ultimit	42
Gambar 4.8 Letak penulangan momen positif dan negatif	43
Gambar 4.9 Portal As 1 bangunan referensi	48
Gambar 4.10 Perencanaan geser pada balok.....	52
Gambar 4.11 Kuat lentur maksimum balok B13 portal C.....	53
Gambar 4.12 Hasil desain penulangan kolom lantai 2 dengan PCA Column.....	59
Gambar 4.13 Kurva kapasitas	61
Gambar 4.14 Kurva kapasitas spektrum.....	62
Gambar 4.15 Gambar tabel 8-4 dari ATC-40	62
Gambar 4.16 Denah ruang tangga	77
Gambar 4.17 Tampak samping denah ruang tangga.....	78
Gambar 4.18 Untuk mencari total tebal tangga	78
Gambar 4.19 Besarnya beban ultimit pada tangga.....	80
Gambar 4.20 Besarnya momen tangga	80
Gambar 4.21 Besarnya gaya geser tangga	81
Gambar 4.22 Reaksi akibat beban ultimit	81
Gambar 4.23 Letak penulangan momen positif dan negatif	82
Gambar 4.24 Portal As 1 bangunan miring.....	62
Gambar 4.25 Hasil desain penulangan kolom lantai 2 dengan PCA Column.....	97
Gambar 4.26 Kurva kapasitas	99
Gambar 4.27 Kurva kapasitas spektrum.....	100
Gambar 4.28 Gambar tabel 8-4 dari ATC-40	100

Gambar 5.1 Portal As 1 Bangunan referensi	102
Gambar 5.2 Portal As 1 Bangunan miring.....	103
Gambar 5.3 Sendi plastis pada balok portal As 1 bangunan referensi	104
Gambar 5.4 Sendi plastis pada balok portal As 1 bangunan miring.....	104
Gambar 5.5 Sendi plastis pada kolom portal As 1 bangunan referensi.....	106
Gambar 5.6 Sendi plastis pada kolom portal As 1 bangunan miring.....	107



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia.....	17
Tabel 3.2	Spektrum respons gempa rencana	18
Tabel 3.3	Nilai modifikasi faktor C_0	20
Tabel 3.4	Nilai modifikasi faktor C_2	20
Tabel 3.5	Nilai untuk faktor massa efektif C_m	21
Tabel 4.1	Analisis penulangan pelat atap pada gedung referensi.....	37
Tabel 4.2	Analisis penulangan pelat lantai pada gedung referensi.....	37
Tabel 4.3	Rangkuman berat struktur per lantai	46
Tabel 4.4	Gaya lateral ekuivalen dan gaya geser ekuivalen per lantai.....	47
Tabel 4.5	Hasil perhitungan balok pada bangunan referensi	55
Tabel 4.6	Penulangan kolom bangunan referensi	59
Tabel 4.7	Koefisien pelat dan nilai μ pelat	67
Tabel 4.8	Analisis penulangan pelat atap pada gedung dengan kolom miring.....	72
Tabel 4.9	Analisis penulangan pelat lantai pada gedung dengan kolom miring	73
Tabel 4.10	Rangkuman berat struktur per lantai	85
Tabel 4.11	Gaya lateral ekuivalen dan gaya geser ekuivalen per lantai	86
Tabel 4.12	Hasil perhitungan balok pada bangunan referensi.....	93
Tabel 4.13	Penulangan kolom bangunan referensi	97
Tabel 5.1	Tabel distribusi sendi plastis pada bangunan referensi	105
Tabel 5.2	Tabel distribusi sendi plastis pada bangunan miring	106

INTISARI

PERENCANAAN GEDUNG YANG MEMPUYAI KOLOM MIRING DENGAN *PUSHOVER ANALYSIS*, Meida Iswardhany, NPM 09.02.13305, tahun 2013, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Letak kolom miring dapat membebani kolom yang ada di depan kolom miring tersebut sehingga momen yang dihasilkan besar. Hal ini sangat menarik, sebab kolom miring merupakan struktur kolom yang unik dan menarik untuk dibahas. Dengan demikian, pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan bangunan yang menggunakan kolom miring agar diketahui langkah-langkah yang dipergunakan dalam merencanakannya. Setelah itu dianalisis dengan pushover untuk mengetahui reaksi yang ditimbulkan oleh kolom miring terhadap kolom yang ada di sekitar kolom miring tersebut.

Pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan struktur atas bangunan yang mempunyai kolom miring dengan analisis statik linier. Tidak hanya melakukan perencanaan untuk bangunan yang mempunyai kolom miring saja, tetapi dilakukan pula perencanaan struktur atas untuk bangunan referensi yang kolom-kolomnya merupakan kolom vertikal dengan analisis statik linier. Bangunan referensi ini berguna sebagai pembanding dari bangunan yang mempunyai kolom miring supaya diperoleh seberapa besar kekuatan bangunan dengan kolom miring tersebut. Kemudian bangunan referensi dan bangunan yang mempunyai kolom miring di analisis dengan analisis pushover. Setelah dilakukan analisis pushover diperoleh hasil kinerja struktur dari bangunan referensi dan bangunan yang mempunyai kolom miring.

Dari proses analisis statik linier, diperoleh bahwa momen yang terjadi pada bangunan dengan kolom miring lebih besar dari pada momen yang terjadi pada bangunan referensi. Hal ini menyebabkan dimensi kolom pada bangunan dengan kolom miring menjadi besar, yaitu untuk lantai 1 hingga lantai 4 berukuran $1100 \times 1100 \text{ mm}^2$ dan untuk lantai 4 hingga atap berukuran $900 \times 900 \text{ mm}^2$. Setelah diperoleh hasil analisis statik linier, dilakukan analisis pushover. Dari analisis pushover diperoleh bahwa letak sendi plastis pada bangunan referensi dan bangunan dengan kolom miring yaitu step 1 terjadi pada balok. Selain itu, dari analisis pushover diperoleh target perpindahan untuk bangunan referensi yaitu $\delta_T = 0,2684 \text{ m}$ dan target perpindahan untuk bangunan dengan kolom miring yaitu $\delta_T = 0,2668 \text{ m}$. Dari hasil target perpindahan bangunan referensi dan bangunan yang mempunyai kolom miring, diperoleh bahwa kinerja struktur berada antara *life safety* (LS)-*collapse prevention* (CP). Selain itu, pada bangunan referensi dan bangunan dengan kolom miring sendi plastis tidak mencapai kondisi $>E$, sehingga komponen struktur masih mampu menahan gaya geser.

Kata Kunci : Bangunan yang mempunyai kolom miring, bangunan referensi, momen, pushover, target perpindahan.