

TUGAS AKHIR

**OPTIMALISASI KOLOM MIRING PADA GEDUNG  
BERBENTUK PIRAMIDA TERBALIK TERPANCUNG  
AKIBAT BEBAN VERTIKAL**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



Oleh:

Wijayanto  
41106110029

UNIVERSITAS MERCU BUANA  
PROGRAM KULIAH SABTU MINGGU (PKSM)  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
JAKARTA  
2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberkahi penulis dengan segala kemudahan dan cobaan seiring dengan berjalannya waktu ketika pelaksanaan pengerjaan tugas akhir ini. Terimakasih penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah mendukung penulis dalam usaha merampungkan tugas akhir ini, yakni antara lain adalah:

1. Kedua Orang Tua dan saudara dari penulis yang telah ikut merasakan kesulitan-kesulitan penulis dan juga telah bersedia dengan sabar menjadi penopang atau pendukung setia serta selalu setia menyemangati penulis untuk merampungkan tugas akhir ini dengan segera.
2. Pembimbing Tugas Akhir penulis, yakni Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS yang senantiasa meluangkan waktu untuk membimbing tugas akhir penulis dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.
3. Dosen struktur Ir. Zainal Abidin Shahab, MT yang sudah memberikan pengajaran mengenai analisa struktur dan struktur beton sehingga wawasan penulis bisa berkembang lebih luas dan juga untuk kesediaannya mengkoreksi tata bahasa dalam tugas akhir ini.
4. Rekan-rekan satu angkatan IX, P Edwin, P Slamet, Ismail, P Sugiharto, dll yang telah banyak membantu penulis untuk mengupdate jadwal perkuliahan dan atas kerjasamanya selama ini.
5. Rekan-rekan kerja yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir, utamanya Dhian Puspitasari yang sudah berbagi pengalamannya dalam melakukan perancangan gedung.

6. Rekan-rekan alumni Universitas Gadjah Mada (Farkhan, Purnawan, Istiyono, Soelarso) atas saling berbagi pengalamannya dan kendala dalam perancangan gedung.

Semoga makalah tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi rekan-rekan lainnya, atau untuk rekan-rekan angkatan lain setelah penulis, sebagai referensi dalam perancangan gedung.

Jakarta, Agustus 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
I. PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Tujuan.....	1-2
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	1-2
1.4 Metodologi Penulisan.....	1-3
1.5 Sistematika Penulisan.....	1-4
II. DASAR-DASAR PERENCANAAN GEDUNG BETON BERTULANG	2-1
2.1 Tinjauan Umum .....	2-1
2.2 Jenis Struktur Bangunan Tinggi.....	2-3
2.3 Pembebanan .....	2-4
2.4 Perencanaan Struktur.....	2-7
III. DASAR-DASAR PERENCANAAN BETON BERTULANG.....	3-1
3.1 Dasar Teori Struktur Beton .....	3-1
3.2 Metode Perencanaan Beton Bertulang .....	3-3
3.3 Perencanaan Batas .....	3-4
3.4 Elemen Struktur .....	3-5
3.4.1 Pelat Lantai .....	3-6
3.4.1.1 Tebal Minimum Pelat.....	3-9
3.4.2 Perancangan Balok.....	3-12
3.4.2.1 Analisis dan Perancangan Tulangan Lentur Balok.....	3-12
3.4.3 Kolom .....	3-19
3.4.3.1 Perencanaan Dimensi Kolom.....	3-19
3.4.3.2 Analisis dan Perancangan Tulangan Kolom.....	3-20

3.4.3.2.1 Tulangan memanjang atau utama kolom.....	3-21
3.4.3.3 Kolom Miring .....	3-35
IV. TINJAUAN MODEL KASUS.....	4-1
4.1 Pemodelan Struktur.....	4-1
4.2 Urutan Analisis Struktur .....	4-7
4.3 Tinjauan Pembebanan .....	4-10
V. ANALISIS STRUKTUR DAN PERBANDINGAN RANCANGAN ....	5-1
5.1 Perhitungan Beban .....	5-1
5.2 Kombinasi Pembebanan.....	5-1
5.3 Pra-desain Dmensi Balok.....	5-3
5.4 Pra-desain Dmensi Pelat .....	5-4
5.4.1 Momen Inersia Balok dan Pelat.....	5-7
5.4.2 Nilai $\alpha_m$ .....	5-12
5.5 Dimensi Balok .....	5-13
5.6 Dimensi Balok Optimum .....	5-21
5.7 Bentangan Optimum antara Kolom Tengah dengan Kolom Pinggir	5-24
5.8 Prarencana Kolom.....	5-26
5.9 Pembebanan Tangga Darurat .....	5-29
5.10 Pembebanan Lantai .....	5-31
5.10.1 Beban Mati .....	5-31
5.10.1.1 Pembebanan Lantai 6 (lantai atap).....	5-31
5.10.1.2 Pembebanan Lantai 2 sampai lantai 5.....	5-33
5.10.2 Beban Hidup.....	5-33
5.10.2.1 Pembebanan Lantai 6 (lantai Atap).....	5-33
5.10.2.2 Pembebanan Lantai 2 sampai 5.....	5-33
5.11 Analisis Struktur Setelah Perencanaan Awal.....	5-34
5.12 Perencanaan Ukuran Kolom dan Tulangan Memanjang Kolom dengan variasi koevesien $n$ (Rumus Mac Gregor).....	5-34

5.13 Menghitung Harga Kolom per m dan Membuat Grafik Hubungan Nilai n terhadap Harga Kolom per m.....	5-36
VI. SIMPULAN DAN SARAN .....	6-1
6.1 Simpulan .....	6-1
6.2 Saran.....	6-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis-jenis Struktur Beton dan Ketinggiannya	2-4
Gambar 3.1	Kurva Hubungan Tegangan-regangan pada uji tekan beton	3-2
Gambar 3.2	Kurva Hubungan Tegangan-regangan pada uji Tarik Baja Tulangan.	3-3
Gambar 3.3	Perspektif Segmen Pelat	3-6
Gambar 3.4	Konsep Pelat Satu Arah	3-7
Gambar 3.5	Konsep Pelat Dua Arah.	3-7
Gambar 3-6	Penampang diagram regangan tegangan tulangan tunggal	3-13
Gambar 3.7	Penampang diagram regangan tegangan tulangan rangkap	3-16
Gambar 3.8	Diagram Alir Perancangan Balok	3-18
Gambar 3.9	Tipe Kolom Beton Bertulang.	3-19
Gambar 3.10	Penampang kolom, diagram regangan, tegangan dan gaya-gaya dalam pada kolom	3-21
Gambar 3.11	Penampang kolom dengan tulangan terdistribusi merata pada keempat sisinya.	3-23
Gambar 3.12	Diagram panjang efektif ( $k$ ) oleh Jackson dan Moreland.	3-25
Gambar 3.13	(a) Penampang kolom yang mengalami gaya tekan dan momen lentur biaksial (b) Variasi daerah tekan dan tarik.	3-29
Gambar 3-14	(a) Permukaan runtuh (b) Kontur beban untuk $P_n$ .	3-29
Gambar 3-15	Metode kontur beban cara Parme	3-31
Gambar 3-16	(a) Hubungan interaksi kontur beban dalam $\beta$ , (b) Pendekatan garis lurus dari kontur beban untuk perencanaan	3-32
Gambar 3-17	Modifikasi faktor reduksi kekuatan untuk kolom dengan nilai $f_y <$	3-34

400 Mpa dan nilai  $0,10 F'c.A_g \leq \Phi.P_n \leq 0$ .

Gambar 3.18	Keadaan Gaya pada Kolom Miring.	3-36
Gambar 3.19	Diagram Moment pada Kolom Miring	3-37
Gambar 4.1	Denah Lantai I / Lantai Dasar.	4-1
Gambar 4.2	Denah Lantai 2	4-2
Gambar 4.3	Denah Lantai 3.	4-2
Gambar 4.4	Denah Lantai 4.	4-3
Gambar 4.5	Denah Lantai 5.	4-3
Gambar 4.6	Denah Lantai Atap.	4-4
Gambar 4.7	Potongan Melintang A-A	4-4
Gambar 4.8	Potongan Melintang B-B	4-5
Gambar 4.9	Tampak 3 Dimensi.	4-6
Gambar 4.10	Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir.	4-8
Gambar 4.11	Bagan Alir Analisis dan Desain.	4-9
Gambar 5.1	Elemen balok lantai 2	5-2
Gambar 5.2	Elemen balok lantai 3	5-2
Gambar 5.3	Elemen balok lantai 4	5-3
Gambar 5.4	Elemen balok lantai 5	5-3
Gambar 5.5	Elemen balok lantai 6	5-4
Gambar 5.6	Area dengan bentang balok terpanjang	5-4
Gambar 5.7	Lebar efektif dari Balok T dan Balok L	5-6
Gambar 5.8	Penampang Balok T	5-6
Gambar 5.9a	Sketsa Balok T (arah memanjang pelat sumbu Y)	5-7
Gambar 5.9b	Pembagian segmen Balok T (arah memanjang pelat sumbu Y)	5-8
Gambar 5.10	Sketsa Balok T (arah memanjang pelat sumbu X)	5-10



Gambar 5.11	Pembagian segmen Balok T (arah memanjang pelat sumbu X)	5-10
Gambar 5.12	Area Pembebanan (Lantai Atap)	5-14
Gambar 5.13	Sketsa area pembebanan 1 pada Balok Tengah Bentang 1	5-15
Gambar 5.14	Sketsa area pembebanan 2 pada Balok Tengah Bentang 1	5-16
Gambar 5.15	Sketsa area pembebanan Balok Tengah Bentang 2	5-17
Gambar 5.16	Sketsa Area Dinding diatas a6 = Balok a8 = Balok a17 = Balok a20	5-18
Gambar 5.17	Sketsa bentangan balok dengan 4 titik tumpuan sendi	5-19
Gambar 5.18	Beban trapesium yang terjadi pada bentang 1 – N sampai 14 - N	5-20
Gambar 5.19	Beban segitiga yang terjadi pada bentang 1 – N sampai 14 - N	5-20
Gambar 5.20	Posisi kolom dengan beban paling ekstrim	5-26
Gambar 5.21	Potongan Memanjang Tangga	5-29
Gambar 5.22	Grafik Hubungan antara Nilai n terhadap Harga Kolom Tengah per m	Lampiran 92
Gambar 5.23	Grafik Hubungan antara Nilai n terhadap Harga Kolom Pinggir per m	Lampiran 93
Gambar 5.24	Grafik Hubungan antara Nilai n terhadap Harga Kolom Sudut per m	Lampiran 94

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Tebal Minimum Pelat Satu Arah	3-9
Tabel 2	Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Interior	3-11
Tabel 5.1	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 1
Tabel 5.2	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. Atap Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 2
Tabel 5.3	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 5 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 3
Tabel 5.4	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 5 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 4
Tabel 5.5	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 4 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 5
Tabel 5.6	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 4 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 6
Tabel 5.7	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 3 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 7

Tabel 5.8	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 3 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 8
Tabel 5.9	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 2 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 9
Tabel 5.10	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 2 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 10
Tabel 5.11	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 11
Tabel 5.12	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. Atap Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 12
Tabel 5.13	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 5 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 13
Tabel 5.14	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 5 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 14
Tabel 5.15	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 4 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 15
Tabel 5.16	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk	Lampiran 16

	Balok Pinggir Lt. 4 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	
Tabel 5.17	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 3 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 17
Tabel 5.18	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 3 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 18
Tabel 5.19	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 2 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 19
Tabel 5.20	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 2 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 20
Tabel 5.21	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 21
Tabel 5.22	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. Atap Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 22
Tabel 5.23	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 5 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 23
Tabel 5.24	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 5 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap	Lampiran 24

	kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	
Tabel 5.25	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 4 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 25
Tabel 5.26	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 4 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 26
Tabel 5.27	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 3 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 27
Tabel 5.28	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 3 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 28
Tabel 5.29	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Tengah Lt. 2 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 29
Tabel 5.30	Gaya Dalam Hasil Run Analysis dengan Program ETABS untuk Balok Pinggir Lt. 2 Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 30
Tabel 5.31	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt. Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 31
Tabel 5.32	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt. Atap (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 32

Tabel 5.33	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.5 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 33
Tabel 5.34	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.5 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 34
Tabel 5.35	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.4 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 35
Tabel 5.36	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.4 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 36
Tabel 5.37	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.3 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 37
Tabel 5.38	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.3 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 38
Tabel 5.39	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.2 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 39
Tabel 5.40	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.2 (Variasi 1 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 3m-3m-3m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 40
Tabel 5.41	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok	Lampiran 41

	Tengah Lt.Atap (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	
Tabel 5.42	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.Atap (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 42
Tabel 5.43	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.5 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 43
Tabel 5.44	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.5 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 44
Tabel 5.45	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.4 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 45
Tabel 5.46	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.4 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 46
Tabel 5.47	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.3 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 47
Tabel 5.48	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.3 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 48
Tabel 5.49	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.2 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir	Lampiran 49

	yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	
Tabel 5.50	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.2 (Variasi 2 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 50
Tabel 5.51	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.Atap (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 51
Tabel 5.52	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.Atap (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 52
Tabel 5.53	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.5 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 53
Tabel 5.54	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.5 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 54
Tabel 5.55	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.4 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 55
Tabel 5.56	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.4 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 56
Tabel 5.57	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.3 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 57



Tabel 5.58	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.3 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 58
Tabel 5.59	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.2 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 59
Tabel 5.60	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.2 (Variasi 3 bentang tengah terhadap kolom pinggir yaitu 2,5m-4,0m-2,5m (pada lantai 1/dasar)	Lampiran 60
Tabel 5.61	Tabel Dimensi Balok Optimum	Lampiran 61
Tabel 5.62	Perbandingan Mu Balok Tengah dan Pinggir sesuai Preliminary Design dengan setelah Analisa Portal (variasi bentang optimum/bentang 2)	Lampiran 62
Tabel 5.63	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.Atap (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 63
Tabel 5.64	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.Atap (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 64
Tabel 5.65	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.5 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 65

Tabel 5.66	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.5 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 66
Tabel 5.67	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.4 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 67
Tabel 5.68	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.4 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 68
Tabel 5.69	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.3 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 69
Tabel 5.70	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Pinggir Lt.3 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 70
Tabel 5.71	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok Tengah Lt.2 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal	Lampiran 71
Tabel 5.72	Trial and error untuk Menentukan Dimensi Balok Optimum Balok	Lampiran 72

Pinggir Lt.2 (Variasi 2 bentang antara kolom tengah terhadap kolom pinggir : 2,75m-3,5m-2,75m (pada lantai dasar)-dengan Mu setelah dibandingkan dengan Mu hasil Analisis Portal

Tabel 5.73	Tabel Dimensi Balok Optimum untuk Analisis Portal	5-25
Tabel 5.74	Dimensi Kolom (Perencanaan Awal)	5-29
Tabel 5.75	Beban Mati untuk Masing-masing Lantai	5-33
Tabel 5.76	Beban Hidup untuk Masing-masing Lantai	5-34
Tabel 5.77	Gaya dalam Kolom Tengah hasil output running ETABS	Lampiran 73
Tabel 5.78	Gaya dalam Kolom Tepi dan Sudut hasil output running ETABS	Lampiran 74
Tabel 5.79	Variasi n	5-35
Tabel 5.80	Dimensi Kolom Tengah (sesuai rumus Mac Gregor)	Lampiran 75
Tabel 5.81	Dimensi Kolom Pinggir (sesuai rumus Mac Gregor)	Lampiran 76
Tabel 5.82	Dimensi Kolom Sudut (sesuai rumus Mac Gregor)	Lampiran 77
Tabel 5.83	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,05$	Lampiran 78
Tabel 5.84	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,06$	Lampiran 79
Tabel 5.85	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,07$	Lampiran 80
Tabel 5.86	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,09$	Lampiran 81
Tabel 5.87	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,10$	Lampiran 82
Tabel 5.88	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,13$	Lampiran 83
Tabel 5.89	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,15$	Lampiran 84
Tabel 5.90	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,20$	Lampiran 85
Tabel 5.91	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,025$	Lampiran 86
Tabel 5.92	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,40$	Lampiran 87
Tabel 5.93	Tabel Rasio Tulangan Kolom untuk Nilai $n=0,01$	Lampiran 88
Tabel 5.94	Tabel n dan harga kolom per m ( Kolom Tengah)	Lampiran 89

Tabel 5.95	Tabel n dan harga kolom per m ( Kolom Pinggir)	Lampiran 90
Tabel 5.96	Tabel n dan harga kolom per m ( Kolom Sudut)	Lampiran 91
Tabel 6.1	Dimensi Balok Optimum	6-1
Tabel 6.2	Nilai n Penentu Ukuran Kolom Optimum	6-2