

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG ALAM SUTERA OFFICE
TOWER JAKARTA**

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

Oleh :

Nanda Pandu Wicaksana

NPM : 11 02 13856



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

Agustus 2015

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG *ALAM SUTERA OFFICE* *TOWER* JAKARTA

Oleh :
Nanda Pandu Wicaksana
NPM : 11 02 13856

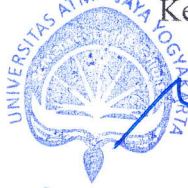
telah disetujui oleh Pembimbing
Yogyakarta, 19 Agustus 2015

Pembimbing



(Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.)

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



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

PENGESAHAN PENGUJI



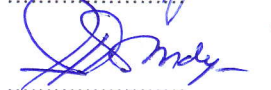
Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG ALAM SUTERA OFFICE TOWER JAKARTA



Oleh :
Nanda Pandu Wicaksana
NPM : 11 02 13856

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanggal	Tanda Tangan
Ketua	: Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., Ph.D.	19/8/2015	
Sekretaris	: Ir. Haryanto YW, M.T.	19/8-15	
Anggota	: Siswadi, S.T., M.T.	19/08-15	

PERNYATAAN

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

**PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG ALAM SUTERA OFFICE
TOWER JAKARTA**

benar-benar merupakan karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian 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 plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 11 Agustus 2015

Yang membuat pernyataan

(Nanda Pandu Wicaksana)

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan pendidikan tinggi Strata satu Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penyusun menyadari tanpa bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusun akan mengalami kesulitan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, antara lain kepada:

1. bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi.,M.Eng.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
2. bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta;
3. keluarga penulis yang sudah mendukung selama pengerjaan tugas akhir ini;
4. Arsi dan mbak Sekar atas dukungan moralnya, serta seluruh rekan-rekan seperjuangan : Ivan, Yulianto, Eric, Arnold, Awan, Sela, Andre, Yohan, Daniel, Eko, Deni, Hanani, Ina, Catur, Rudi, Nico, Eveline, Agnes, dll.

Yogyakarta, 11 Agustus 2015
Penyusun

Nanda Pandu Wicaksana
NPM : 110213856

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir.....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.6 Tujuan Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Dasar Pembebanan.....	5
2.2 Kolom.....	6
2.3 Balok.....	6
2.4 Plat Lantai.....	7
2.5 Dinding Geser.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Pembebanan.....	8
3.1.1 Kuat Perlu.....	8
3.1.2 Kuat Rencana.....	9
3.2 Beban Gempa.....	10
3.2.1 Parameter Percepatan Terpetakan.....	10
3.2.2 Klasifikasi Situs.....	11
3.2.3 Pengaruh Klasifikasi Situs.....	12
3.2.4 Parameter Percepatan Spektral Desain.....	14
3.2.6 Kategori Desain Seismik.....	16
3.2.7 Pemilihan Sistem Struktur.....	17
3.2.8 Periode Fundamental.....	19
3.2.9 Koefisien Respons Gempa.....	20
3.2.10 Perencanaan Gaya Geser Dasar.....	22
3.2.11 Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	22
3.2.12 Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	23
3.2.13 Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	24

3.2.14	Kontrol Defleksi.....	24
3.3	Komponen Struktur Lentur Rangka Momen Khusus.....	25
3.4	Tulangan Longitudinal.....	26
3.5	Tulangan Transversal.....	27
3.6	Persyaratan Kekuatan Geser.....	27
3.6.1	Tulangan Transversal.....	27
3.7	Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial.....	28
3.7.1	Tulangan Memanjang.....	28
3.7.2	Tulangan Transversal.....	28
3.8	Persyaratan Kekuatan Geser.....	29
3.8.1	Tulangan Transversal.....	30
BAB IV ESTIMASI DIMENSI KOMPONEN STRUKTUR.....		31
4.1	Estimasi Dimensi.....	31
4.2	Perencanaan Balok.....	31
4.2.1	Estimasi Dimensi Balok Induk.....	31
4.2.1.1	Pembebanan Balok Induk.....	32
4.2.1.2	Menentukan Momen Balok Induk.....	34
4.2.1.3	Menentukan Dimensi Balok Induk.....	35
4.2.2	Estimasi Dimensi Balok Anak.....	36
4.2.2.1	Pembebanan Balok Anak.....	36
4.2.2.2	Menentukan Momen Balok Anak.....	38
4.2.2.3	Menentukan Dimensi Balok Anak.....	38
4.3	Perencanaan Kolom.....	39
4.3.1	Estimasi Dimensi Kolom.....	39
4.3.1.1	Pembebanan Kolom.....	40
4.4	Perencanaan Plat Lantai.....	83
4.4.1	Plat Lantai 1 Arah.....	83
4.4.1.1	Estimasi Tebal Plat Lantai 1 Arah.....	83
4.4.2	Plat Lantai 2 Arah.....	84
4.4.2.1	Estimasi Tebal Plat Lantai 2 Arah.....	85
4.5	Perencanaan Tangga.....	91
4.5.1	Perencanaan Tangga Tinggi Lantai 5 Meter.....	91
4.5.2	Perencanaan Tangga Tinggi Lantai 4,05 Meter.....	92
4.6	Perencanaan Dinding Geser.....	93
4.7	Perencanaan Gempa.....	93
4.7.1	Kategori Resiko.....	93
4.7.2	Faktor Keutamaan.....	93
4.7.3	Parameter S_s dan S_1	94
4.7.4	Kelas Situs.....	94
4.7.5	Koefisien Situs.....	94
4.7.6	Parameter Percepatan Spektral Respons pada Periode Pendek (S_{MS}) dan Periode Satu Detik (S_{M1}) Berdasarkan MCE_R	94
4.7.7	Parameter Percepatan Spektral Respons Rencana pada Periode Pendek (S_{DS}) dan Periode Satu Detik (S_{D1}).....	95

4.7.8	Kategori Desain Seismik (KDS)	95
4.7.9	Pemilihan Sistem Struktur	95
4.7.10	Desain Respons Spektrum	96
4.7.11	Periode Fundamental Struktur	96
4.7.12	Koefisien Respons Seismik	97
4.7.13	Distribusi Gaya Lateral Tiap Lantai	97
4.7.14	Geser Dasar Seismik	97
4.7.15	Simpangan Antar Lantai Ijin (Δ_a)	100
BAB V ANALISIS STRUKTUR		103
5.1	Kombinasi Pembebanan	103
5.2	Penulangan Pelat	104
5.2.1	Perencanaan Plat Dua Arah	104
5.2.2	Penulangan Plat Satu Arah	114
5.3	Penulangan Tangga	120
5.3.1	Penulangan Tangga dengan Tinggi Lantai Lima Meter	120
5.4	Penulangan Balok	125
5.4.1	Penulangan Balok Induk 8,1 m (Lantai 11 B34)	125
5.5	Perencanaan Kolom C19 Lantai 3 1100 x 1100	139
5.5.1	Pemeriksaan Syarat Kolom SRPMK	139
5.5.2	Pengaruh Kelangsingan Kolom	140
5.5.3	Kuat Kolom	144
5.5.4	Perhitungan Tulangan Longitudinal	146
5.5.5	Perhitungan Tulangan Transversal	148
5.5.6	Perencanaan HBK Join Kolom F2 Lantai 6	154
5.6	Perhitungan <i>Shear Wall</i> Lantai 1	157
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		165
6.1	Kesimpulan	165
6.2	Saran	167
DAFTAR PUSTAKA		168

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan SNI Gempa 2012.....	8
Tabel 3.2 Faktor Reduksi Kekuatan.....	9
Tabel 3.3 Klasifikasi Situs	12
Tabel 3.4 Koefisien situs perioda pendek F_a	13
Tabel 3.5 Koefisien situs perioda panjang F_v	13
Tabel 3.6 Kategori resiko	15
Tabel 3.7 Faktor keutamaan.....	16
Tabel 3.8 Kategori desain seismik (KDS) berdasarkan S_s	17
Tabel 3.9 Kategori desain seismik (KDS) berdasarkan S_I	17
Tabel 3.10 faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa	18
Tabel 3.11 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	20
Tabel 3.12 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung	20
Tabel 4.1 Estimasi dimensi balok	39
Tabel 4.2 Rekapitulasi kolom as F2.....	82
Tabel 4.3 Distribusi gaya lateral tiap lantai arah x.....	98
Tabel 4.4 Distribusi gaya lateral tiap lantai arah y.....	99
Tabel 4.5 Koreksi gaya lateral tiap lantai.....	100
Tabel 4.6 Simpangan antar lantai dan simpangan antar lantai ijin arah x.....	101
Tabel 4.7 Simpangan antar lantai dan simpangan antar lantai ijin arah y.....	102
Tabel 5.1 Nilai koefisien momen untuk $l_y/l_x = 1,037$	104
Tabel 5.2 Tabel $E.I$ arah x	141
Tabel 5.3 Tabel $E.I$ arah y	142
Tabel 6.1 Hasil Perhitungan Balok	166
Tabel 6.2 Hasil Perhitungan Kolom	166

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 S_s , Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCE_R), kelas situs SB	10
Gambar 3.2 S_I , Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCE_R), kelas situs SB	11
Gambar 3.3 Spektrum respons	21
Gambar 3.4 Grafik untuk menghitung k	23
Gambar 4.1 <i>Tributary area</i> balok induk	31
Gambar 4.2 <i>Tributary area</i> balok anak	36
Gambar 4.3 <i>Tributary area</i> kolom F2	40
Gambar 4.4 Denah plat lantai 1 arah	83
Gambar 4.5 Denah plat lantai 2 arah	85
Gambar 4.6 Potongan balok $T_{1,2}$	86
Gambar 4.7 Potongan balok $T_{3,4}$	88
Gambar 5.1 Diagram interaksi kolom desain	145
Gambar 5.2 <i>Free Body Diagram</i> join	157

DAFTAR NOTASI

a	= tinggi blok tegangan persegi ekivalen
A_{ch}	= luas tampang bersih, m^2
A_g	= luas bruto penampang beton, mm^2
A_s	= luas tulangan tarik longitudinal non-prategang, mm^2
A_j	= luas penampang efektif pada joint di bidang yang paralel terhadap bidang tulangan yang menimbulkan geser dalam joint
A_{sh}	= luas penampang total tulangan transversal (termasuk kait silang) dalam spasi dalam spasi s dan tegak lurus dimensi b_c , mm^2
$A_{s\ min}$	= luas minimum tulangan lentur, mm^2
A_{st}	= luas tulangan longitudinal non-prategang, mm^2
$A_{v\ min}$	= luas minimum tulangan geser dalam spasi s , mm^2
A_x	= faktor amplikasi torsi
b	= lebar muka komponen struktur, mm
b_c	= dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ke tepi luar tulangan transversal yang membentuk luas A_{sh} , mm^2
c	= jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral, mm
C_d	= faktor amplikasi defleksi
C_s	= koefisien respons gempa
C_{vx}	= faktor distribusi vertikal
d	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal, mm
d	= jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan longitudinal, mm
D	= pengaruh dari beban mati
E	= pengaruh gempa
EI	= kekakuan lentur komponen struktur tekan, Nmm^2
E_h	= pengaruh gaya gempa horizontal
E_v	= pengaruh gaya gempa vertikal
f_c'	= kuat tekan beton (MPa)
f_y	= kuat tarik baja (MPa)
F_a	= koefisien situs untuk periode pendek
F_v	= koefisien situs untuk periode panjang
F_i, F_x	= bagian dari gaya geser dasar, V , pada tingkat i atau x
g	= percepatan gravitasi, $(m/detik^2)$
h	= tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
h_n	= tinggi efektif dari bangunan, m
h_x	= spasi horizontal kait silang pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom, mm
I	= momen inersia penampang terhadap sumbu pusat, mm^4
I_e	= faktor keutamaan
L	= pengaruh beban hidup
l_n	= panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
l_u	= panjang tak tertumpu komponen struktur tekan, mm

M_1	= momen ujung terfaktor yang lebih kecil pada komponen struktur tekan, diambil sebagai positif jika komponen struktur dibengkokkan dalam kurvatur tunggal dan negatif jika dibengkokkan dalam kurvatur ganda
M_2	= momen ujung terfaktor yang lebih besar pada komponen struktur tekan, jika pembebanan transversal terjadi diantara tumpuan, M_2 sebagai momen terbesar yang terjadi dalam komponen struktur. Nilai M_2 selalu positif, Nmm
M_n	= kekuatan lentur nominal pada penampang, dalam Nmm
M_{nb}	= kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, Nmm
M_{nc}	= kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur terendah, Nmm
M_u	= momen terfaktor pada penampang, Nmm
M_{pr}	= <i>probable moment</i> (kNm)
N_u	= gaya aksial terfaktor tegak lurus terhadap penampang yang terjadi serentak dengan V_u dan T_u , diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik, dalam N
P_n	= kekuatan aksial nominal penampang, N
P_u	= gaya aksial terfaktor, diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik, N
P_x	= total beban rencana vertikal tidak terfaktor pada dan di atas tingkat x (kN)
Q_E	= pengaruh gaya gempa horizontal
q_u	= beban terfaktor per satuan luas
r	= radius girasi penampang komponen struktur tekan, mm
R	= koefisien modifikasi respons
s	= spasi pusat ke pusat tulangan longitudinal, mm
S_{DS}	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek
S_{D1}	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik
S_S	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek.
S_I	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1 detik
S_{MS}	= parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kuat situs
S_{M1}	= parameter percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kuat situs
T	= periode fundamental bangunan
$T_{a maks}$	= nilai batas atas periode bangunan (detik)
$T_{a min}$	= nilai batas bawah periode bangunan (detik)
T_0	= $0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

T_S	$= \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
V_c	= kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton
V_u	= gaya geser terfaktor pada penampang, dalam N
V_x	= gaya geser gempa ditingkat x
V	= gaya dasar seismik atau geser di dasar struktur (kN)
W	= berat seismik efektif bangunan
w_u	= beban terfaktor per satuan panjang balok atau pelat satu arah
δ_x	= defleksi pusat massa ditingkat x
β_1	= rasio kekakuan torsi penampang balok tepi terhadap kekakuan lentur pelat dengan lebar sama dengan panjang bentang balok, diukur dari pusat ke pusat tumpuan
β_1	= faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
ϵ_t	= regangan tarik netto dalam lapisan terjauh baja tarik longitudinal pada kuat nominal, tidak termasuk regangan akibat dari prategang efektif, rangkai, susut, dan suhu
ρ	= rasio A_s terhadap bd
ρ_b	= rasio A_s terhadap bd yang menghasilkan kondisi regangan seimbang
ϕ	= faktor reduksi kekuatan
Δ	= simpangan antar lantai tingkat desain (mm)
δ_{xe}	= defleksi pada lokasi yang disyaratkan dengan analisis elastis
β_1	= rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara tingkat x dan $x-1$
$\sum M_{nc}$	= jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint
$\sum M_{nb}$	= jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Portal As 2	169
Lampiran 2. Portal As B.....	170
Lampiran 3. Denah Balok Lantai.2	171
Lampiran 4. Denah Balok Lantai 3-20.....	172
Lampiran 5. Denah Balok Lantai Dag	173
Lampiran 6. Detail Penulangan Balok 400x750	174
Lampiran 7. Detail Penulangan Balok 350x600	175
Lampiran 8. Detail Penulangan Kolom 1100x1100.....	178
Lampiran 9. Detail Penulangan Kolom 1000x1000.....	179
Lampiran 10. Detail Penulangan Kolom 900x900.....	180
Lampiran 11. Detail Penulangan Kolom 800x800.....	181
Lampiran 12. Detail Penulangan Kolom 700x700.....	182
Lampiran 13. Detail Penulangan Kolom A 650x650.....	183
Lampiran 14. Detail Penulangan Kolom B 650x650.....	184
Lampiran 15. Detail Penulangan Plat Lantai 1 Arah	185
Lampiran 16. Detail Penulangan Plat Lantai 2 Arah	186
Lampiran 17. Detail Penulangan Tangga 4,05 m.....	187
Lampiran 18. Detail Penulangan Tangga 5 m.....	188
Lampiran 19. Detail Penulangan <i>Shearwall</i>	189
Lampiran 20. <i>Output</i> ETABS Balok.....	190
Lampiran 21. <i>Output</i> ETABS Kolom	193
Lampiran 22. Diagram Interaksi <i>Shearwall</i>	196
Lampiran 23. Detail Pertemuan Balok-Kolom Lantai Tengah	197
Lampiran 24. Detail Pertemuan Balok-Kolom Lantai Atas.....	198

INTISARI

PERANCANGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG ALAM SUTERA OFFICE TOWER JAKARTA, Nanda Pandu Wicaksana NPM 11 02 13856, tahun 2015, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Masalah tempat perkantoran menjadi sebuah permasalahan umum yang dihadapi oleh manusia karena pesatnya pertumbuhan ekonomi dikota-kota besar terutama di Jakarta.

Alam Sutera Office Tower terdiri dari 20 lantai. Perancangan yang ditinjau adalah struktur gedung yang terdiri dari pelat lantai, balok, kolom, hubungan balok kolom (HBK). Bangunan berada pada situs SD, dan KDS D. Sistem struktur yang digunakan adalah SRPMK. Perancangan struktur mengacu pada SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013. Mutu untuk balok f'_c 30 MPa sedangkan untuk kolom f'_c 40 MPa . Mutu baja f_y 240 MPa untuk diameter tulangan kurang dari 12 mm, f_y 420 MPa untuk diameter tulangan lebih dari 12 mm. Analisis struktur menggunakan program *ETABS*.

Hasil perencanaan struktur yang diperoleh pada tugas akhir ini berupa dimensi tangga, pelat, balok, kolom, hubungan balok kolom (HBK), *shearwall*. Pelat dua arah dengan tebal 125 mm, tulangan lapangan arah x dan y P8-150, tulangan tumpuan arah x P8-100 dan tulangan tumpuan arah y P8-75. tulangan susut P8-150. Plat lantai satu arah dengan tebal 150 mm, tulangan lapangan arah X P8-150, tulangan tumpuan arah X P8-100. Tulangan susut P8-150. Balok Induk yang digunakan berdimensi B400x750, B350x600, B250x400. Balok anak yang digunakan berdimensi B300x500. Dimensi kolom yang digunakan adalah K1100x1100, K1000x1000, K900x900, K800x800, K700x700, K650x650. Tangga dengan tinggi 5 m dan 4,05 m menggunakan tulangan tumpuan D16-200 , tulangan lapangan D16-100 pada pelat tangga dan bordes, P10-250 untuk tulangan susut. Tebal *shearwall* 40 cm dengn *boundary element* 80 cm dan 70 cm.

Kata kunci : balok, kolom, plat, tangga, *shearwall*, SRPMK.