

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAN DESAIN GEDUNG SEKOLAH TAHAN
GEMPA DENGAN STRUKTUR ATAP BETON DI KOTA
YOGYAKARTA**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Reno Irfan N. Kartasmita

20140110033

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reno Irfan N. Kartasasmita
NIM : 20140110033
Judul : Analisis dan Desain Gedung Sekolah Tahan Gempa
dengan Struktur Atap Beton di Kota Yogyakarta

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara rinci dan jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, Mei 2019

Yang membuat pernyataan


Reno Irfan N. Kartasasmita

HALAMAN PERSEMBAHAN

Kepada kedua orang tua saya, orang yang paling berpengaruh atas segala bentuk kebaikan yang saya dapat selama menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Kepada kedua saudara saya, Rian dan Dika yang menjadi pemicu daripada semangat dan motivasi saya selama ini.

Juga teruntuk orang-orang yang selama masa studi saya selalu mendukung, mengkritisi, serta memberi arahan dan saran positif dalam segala hal.

Saya persembahkan Tugas Akhir ini.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu, sholawat dan salam selalu tucurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan para sahabatnya. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penelitian ini berupa Analisis dan Desain Gedung Sekolah Tahan Gempa dengan Struktur Atap Beton di Kota Yogyakarta. Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada :

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. As'at Pujiyanto, M.T selaku dosen pembimbing yang senantiasa dengan sabar membimbing saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan serta motivasi selama belajar dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014 yang selalu memberikan dukungan selama masa studi hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan ringi dengan do'a untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Lingkup Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.4. Keaslian Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori	15
2.2.1. Gempa Bumi	15
2.2.2. Gedung Tahan Gempa.....	16
2.2.3. Pembebanan	18
2.2.4. Perancangan Struktur	26
BAB III. METODE PENELITIAN.....	38
3.1. Pengumpulan Data dan Studi Literatur.....	38

3.2. Peraturan-peraturan.....	38
3.3. Tahapan Penelitian.....	39
3.4. Langkah-langkah	39
3.5. Analisis	40
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Perhitungan Pembebanan.....	41
4.2. Analisis Struktur	56
4.3. Pembahasan	158
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	162
5.1. Kesimpulan.....	162
5.2. Saran	162
DAFTAR PUSTAKA	164
LAMPIRAN.....	166

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori resiko bangunan	20
Tabel 2.2	Faktor arah angin	21
Tabel 2.3	Parameter peningkatan kecepatan angin	23
Tabel 2.4	Koefisien tekanan internal	23
Tabel 2.5	Konstanta eksposur daratan	24
Tabel 2.6	Koefisien tekanan pada dinding	24
Tabel 2.7	Koefisien tekanan pada atap	24
Tabel 2.8	Kategori resiko gedung dan non gedung untuk beban gempa	32
Tabel 2.9	Faktor keutamaan gempa	35
Tabel 2.10	Koefisien situs, F_a	35
Tabel 2.11	Koefisien situs, F_v	36
Tabel 4.1	Tabel respon spektrum desain, S_a	55
Tabel 4.2	Hasil <i>running</i> kolom pada program SAP2000 (tanah keras)	63
Tabel 4.3	Hasil analisis kolom (tanah keras)	63
Tabel 4.4	Hasil <i>running</i> kolom pada program SAP2000 (tanah sedang)	64
Tabel 4.5	Hasil analisis kolom (tanah sedang)	64
Tabel 4.6	Hasil <i>running</i> kolom pada program SAP2000 (tanah lunak)	65
Tabel 4.7	Hasil analisis kolom (tanah lunak)	66
Tabel 4.8	Tulangan momen positif <i>sloof</i> (tanah keras)	70
Tabel 4.9	Tulangan momen negatif <i>sloof</i> (tanah keras)	72
Tabel 4.10	Tulangan momen positif <i>sloof</i> (tanah sedang)	77
Tabel 4.11	Tulangan momen negatif <i>sloof</i> (tanah sedang)	80
Tabel 4.12	Tulangan momen positif <i>sloof</i> (tanah lunak)	85
Tabel 4.13	Tulangan momen negatif <i>sloof</i> (tanah lunak)	88
Tabel 4.14	Hasil perhitungan tul. balok induk (tanah keras)	91
Tabel 4.15	Hasil perhitungan tul. momen positif balok induk (tanah keras)	91
Tabel 4.16	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok induk (tanah keras)	92
Tabel 4.17	Baris tul. momen positif dan negatif balok induk (tanah keras)	92
Tabel 4.18	Hasil perhitungan tul. geser balok induk (tanah keras)	93
Tabel 4.19	Hasil perhitungan tul. balok induk (tanah sedang)	94

Tabel 4.20	Hasil perhitungan tul. momen positif balok induk (tanah sedang)	94
Tabel 4.21	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok induk (tanah sedang) ...	95
Tabel 4.22	Baris tul. momen positif dan negatif balok induk (tanah sedang)	95
Tabel 4.23	Hasil perhitungan tul. geser balok induk (tanah sedang)	96
Tabel 4.24	Hasil perhitungan tul. balok induk (tanah lunak)	97
Tabel 4.25	Hasil perhitungan tul. momen positif balok induk (tanah lunak)	97
Tabel 4.26	Hasil perhitungan tul. momen positif balok induk (tanah lunak)	98
Tabel 4.27	Baris tul. momen positif dan negatif balok induk (tanah lunak)	98
Tabel 4.28	Hasil perhitungan tul. geser balok induk (tanah lunak)	99
Tabel 4.29	Hasil perhitungan tul. balok anak (tanah keras)	100
Tabel 4.30	Hasil perhitungan tul. momen positif balok anak (tanah keras)	100
Tabel 4.31	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok anak (tanah keras)	101
Tabel 4.32	Baris tul. momen positif dan negatif balok anak (tanah keras)	101
Tabel 4.33	Hasil perhitungan tul. geser balok anak (tanah keras)	102
Tabel 4.34	Hasil perhitungan tul. balok anak (tanah sedang)	103
Tabel 4.35	Hasil perhitungan tul. momen positif balok anak (tanah sedang)	103
Tabel 4.36	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok anak (tanah sedang)	104
Tabel 4.37	Baris tul. momen positif dan negatif balok anak (tanah sedang)	104
Tabel 4.38	Hasil perhitungan tul. geser balok anak (tanah sedang)	105
Tabel 4.39	Hasil perhitungan tul. balok anak (tanah lunak)	106
Tabel 4.40	Hasil perhitungan tul. momen positif balok anak (tanah lunak)	106
Tabel 4.41	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok anak (tanah lunak)	107
Tabel 4.42	Baris tul. momen positif dan negatif balok anak (tanah lunak)	107
Tabel 4.43	Hasil perhitungan tul. geser balok anak (tanah lunak)	108
Tabel 4.44	Hasil perhitungan tul. balok bordes (tanah keras)	109
Tabel 4.45	Hasil perhitungan tul. momen positif balok bordes (tanah keras) ...	109
Tabel 4.46	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok bordes (tanah keras) ..	110
Tabel 4.47	Baris tul. momen positif dan negatif balok bordes (tanah keras)	111
Tabel 4.48	Hasil perhitungan tul. geser balok bordes (tanah keras)	111
Tabel 4.49	Hasil perhitungan tul. balok bordes (tanah sedang)	112
Tabel 4.50	Hasil perhitungan tul. momen positif balok bordes (tanah sedang) ..	112
Tabel 4.51	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok bordes (tanah sedang) ..	113

Tabel 4.52	Baris tul. momen positif dan negatif balok bordes (tanah sedang)..	114
Tabel 4.53	Hasil perhitungan tul. geser balok bordes (tanah sedang)	114
Tabel 4.54	Hasil perhitungan tul. balok bordes (tanah lunak)	115
Tabel 4.55	Hasil perhitungan tul. momen positif balok bordes (tanah lunak)...	115
Tabel 4.56	Hasil perhitungan tul. momen negatif balok bordes (tanah lunak)..	116
Tabel 4.57	Baris tul. momen positif dan negatif balok bordes (tanah lunak)	117
Tabel 4.58	Hasil perhitungan tul. geser balok bordes (tanah lunak)	117
Tabel 4.59	Hasil perhitungan tul. <i>ringbalk</i> (tanah keras).....	118
Tabel 4.60	Hasil perhitungan tul. momen positif <i>ringbalk</i> (tanah keras)	118
Tabel 4.61	Hasil perhitungan tul. momen negatif <i>ringbalk</i> (tanah keras)	119
Tabel 4.62	Baris tul. momen positif dan negatif <i>ringbalk</i> (tanah keras).....	120
Tabel 4.63	Hasil perhitungan tul. geser <i>ringbalk</i> (tanah keras)	120
Tabel 4.64	Hasil perhitungan tul. <i>ringbalk</i> (tanah sedang)	121
Tabel 4.65	Hasil perhitungan tul. momen positif <i>ringbalk</i> (tanah sedang).....	121
Tabel 4.66	Hasil perhitungan tul. momen negatif <i>ringbalk</i> (tanah sedang).....	122
Tabel 4.67	Baris tul. momen positif dan negatif <i>ringbalk</i> (tanah sedang).....	123
Tabel 4.68	Hasil perhitungan tul. geser <i>ringbalk</i> (tanah sedang)	123
Tabel 4.69	Hasil perhitungan tul. <i>ringbalk</i> (tanah lunak)	124
Tabel 4.70	Hasil perhitungan tul. momen positif <i>ringbalk</i> (tanah lunak).....	124
Tabel 4.71	Hasil perhitungan tul. momen negatif <i>ringbalk</i> (tanah lunak).....	125
Tabel 4.72	Baris tul. momen positif dan negatif <i>ringbalk</i> (tanah lunak)	126
Tabel 4.73	Hasil perhitungan tul. geser <i>ringbalk</i> (tanah lunak).....	126
Tabel 4.74	Hasil perhitungan tul. kuda-kuda (tanah keras)	127
Tabel 4.75	Hasil perhitungan tul. momen positif kuda-kuda (tanah keras).....	127
Tabel 4.76	Hasil perhitungan tul. momen negatif kuda-kuda (tanah keras)	128
Tabel 4.77	Baris tul. momen positif dan negatif kuda-kuda (tanah keras)	129
Tabel 4.78	Hasil perhitungan tul. geser kuda-kuda (tanah keras).....	129
Tabel 4.79	Hasil perhitungan tul. kuda-kuda (tanah sedang).....	130
Tabel 4.80	Hasil perhitungan tul. momen positif kuda-kuda (tanah sedang)	130
Tabel 4.81	Hasil perhitungan tul. momen negatif kuda-kuda (tanah sedang) ...	131
Tabel 4.82	Baris tul. momen positif dan negatif kuda-kuda (tanah sedang).....	132
Tabel 4.83	Hasil perhitungan tul. geser kuda-kuda (tanah sedang)	132

Tabel 4.84	Hasil perhitungan tul. kuda-kuda (tanah lunak).....	133
Tabel 4.85	Hasil perhitungan tul. momen positif kuda-kuda (tanah lunak).....	133
Tabel 4.86	Hasil perhitungan tul. momen negatif kuda-kuda (tanah lunak).....	134
Tabel 4.87	Baris tul. momen positif dan negatif kuda-kuda (tanah lunak).....	135
Tabel 4.88	Hasil perhitungan tul. geser kuda-kuda (tanah lunak)	135
Tabel 4.89	Hasil perhitungan tul. gording (tanah keras).....	136
Tabel 4.90	Hasil perhitungan tul. momen positif gording (tanah keras)	136
Tabel 4.91	Hasil perhitungan tul. momen negatif gording (tanah keras).....	137
Tabel 4.92	Baris tul. momen positif dan negatif (tanah keras)	138
Tabel 4.93	Hasil perhitungan tul. geser (tanah keras).....	138
Tabel 4.94	Hasil perhitungan tul. gording (tanah sedang).....	139
Tabel 4.95	Hasil perhitungan tul. momen positif gording (tanah sedang).....	139
Tabel 4.96	Hasil perhitungan tul. momen negatif gording (tanah sedang).....	140
Tabel 4.97	Baris tul. momen positif dan negatif gording (tanah sedang)	141
Tabel 4.98	Hasil perhitungan tul. geser gording (tanah sedang).....	141
Tabel 4.99	Hasil perhitungan tul. gording (tanah lunak)	142
Tabel 4.100	Hasil perhitungan tul. momen positif gording (tanah lunak).....	142
Tabel 4.101	Hasil perhitungan tul. momen negatif gording (tanah lunak)	143
Tabel 4.102	Baris tul. momen positif dan negatif gording (tanah lunak)	144
Tabel 4.103	Hasil perhitungan tul. geser gording (tanah lunak).....	144
Tabel 4.104	Desain komponen struktur	160
Tabel 4.104	Desain plat.....	161

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Cincin api pasifik.....	1
Gambar 1.2	Kerusakan yang diakibatkan gempa bumi.....	2
Gambar 2.1	Sisi angin datang dan pergi	25
Gambar 2.2	Diagram interaksi kolom	27
Gambar 2.3	Distribusi regangan ultimit pada keruntuhan lentur	29
Gambar 2.4	Spektrum respons desain	36
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian.....	39
Gambar 4.1	Rangka kuda-kuda	41
Gambar 4.2	Denah plafon	42
Gambar 4.3	Sketsa tangga	47
Gambar 4.4	Respon spektrum Kota Yogyakarta.....	55
Gambar 4.5	Diagram interaksi kolom (tanah keras)	63
Gambar 4.6	Diagram interaksi kolom (tanah sedang).....	65
Gambar 4.7	Diagram interaksi kolom (tanah lunak).....	66
Gambar 4.8	Denah gedung	159
Gambar 4.9	Model struktur gedung	159

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar desain gedung sekolah	166
Lampiran 2. Gambar detail kolom dan balok.....	172
Lampiran 3. Gambar denah kolom dan balok	175
Lampiran 4. Langkah-langkah pengambilan data respon spektrum	187

DAFTAR SIMBOL, NOTASI DAN SINGKATAN

Simbol dan Notasi :

Simbol	Satuan	Keterangan
Ag	mm ²	Luas penampang kolom
Ast	mm ²	Luas tulangan total
Av	mm ²	Luas tulangan geser sengkang
BJ	[Kg/mm ³]	Berat jenis
Cp	[-]	Koefisien tekanan pada dinding
d	mm	Tinggi efektif penampang struktur
D	mm	Diameter tulangan
ds	mm	Jarak tulangan ke sisi luar beton
Ec	MPa	Modulus elastisitas beton
Es	MPa	Modulus elastisitas baja
Fa	[-]	Koefisien situs
Fv	[-]	Koefisien situs
G	[-]	Faktor efek tiupan angin
Kd	[-]	Faktor arah angin
Kz	[-]	Koefisien eksposur
Kzt	[-]	Faktor topografi
Lx	m	Panjang bentang arah x
Ly	m	Panjang bentang araha y
n	[-]	Jumlah tulangan yang diperlukan
ns	[-]	Jumlah tulangan dalam satu baris
P	mm	Diameter sengkang
Po	kN	Beban aksial sentris
QD/LD	[kgf]	Beban mati
QL/LL	[kgf]	Beban hidup
qz	[N/mm ²]	Tekanan velositas
Rn	[-]	Faktor tahanan momen
s	mm	Jarak sengkang
S1	[gr]	Percepatan batuan dasar periode 1 detik
Sd1	[-]	Parameter respons spektral desain periode 1 detik
Sds	[-]	Parameter respons spektral desain periode pendek
Sm1	[-]	Parameter respons spektral percepatan periode 1 detik
Sms	[-]	Parameter respons spektral percepatan periode pendek
Ss	[gr]	Percepatan batuan dasar periode 0,2 detik
T	[-]	Periode getar fundamental struktur
ts	mm	Selimut beton
V	[Km/jam]	Kecepatan angin
Vc	kN	Kuat geser beton
Vs	kN	Kuat geser sengkang
Vu	kN	Gaya geser rencana
x	mm	Jarak horizontal pusat ke pusat antar tulangan
y	mm	Jarak vertikal pusat ke pusat antar tulangan
As'	mm ²	Luas tulangan tekan
Pn	kN	Beban aksial nominal kolom

Mn	kNm	Momen nominal penampang struktur
ϕPn	kN	Beban aksial terfaktor
C_b	mm	Jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan
d'	mm	Letak titik berat tulangan
ϵ'_s	[-]	Regangan tekan baja tulangan
ϵ_y	[-]	Regangan tarik baja tulangan pada saat leleh
f'_s	MPa	Tegangan tekan baja tulangan
a_b	mm	Nilai a untuk penampang struktur regangan (balance)
C_c	kN	Gaya tekan beton
C_s	kN	Gaya tekan baja tulangan
T_s	kN	Gaya tarik baja tulangan
ϕMn	kNm	Momen nominal terfaktor
f_c'	MPa	Kuat tekan beton
f_y	MPa	Tegangan leleh baja
ϕ	[-]	Faktor reduksi
β_1	[-]	Faktor distribusi tegangan beton
Mu^+	kNm	Momen rencana positif
Mu^-	kNm	Momen rencana negatif
ρ_b	[-]	Rasio tulangan pada kondisi balance
ρ	[-]	Rasio tulangan minimum
n_b	[-]	Jumlah baris tulangan
ϵ_t	[-]	Regangan tulangan tarik
ϕVc	kN	Tahanan geser beton
I_g	mm ³	Momen inersia plat
f_r	MPa	Modulus keruntuhan lentur beton
I_{cr}	mm ⁴	Momen inersia penampang retak
M_{cr}	Nmm	Momen retak
M_a	Nmm	Momen maksimum akibat beban
I_e	mm ⁴	Inersia efektif untuk lendutan
δ_e	mm	Lendutan elastis akibat beban
λ	[-]	Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati
δ_g	mm	Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut
δ_{tot}	mm	Lendutan total

Singkatan :

BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
PPURG	: Pedoman Perencanaan Pembangunan untuk Rumah dan Gedung
PUSKIM	: Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman
RAB	: Rencana Anggaran Biaya
SRPMK	: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
SRPMM	: Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

DAFTAR ISTILAH

1. Gempa desain
Pengaruh gempa yang besarnya dua per tiga dari pengaruh MCE_R .
2. Kelas Situs
Klasifikasi situs yang dilakukan berdasarkan kondisi tanah di lapangan.