

TUGAS AKHIR

**DESAIN ULANG STRUKTUR *DROP PANEL* GEDUNG JOGJA
APARTEMEN DIGANTIKAN DENGAN STRUKTUR BALOK
MENGUNAKAN SNI 2847:2013 DAN SNI 1726:2012**

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



Disusun oleh:

Irwan Setyo Wibowo

20150110146

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irwan Setyo Wibowo
NIM : 2015011046
Judul : Desain Ulang Struktur *Drop Panel* Gedung Jogja
Apartemen digantikan dengan Struktur Balok
menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2012

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 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, 17 Januari 2020

Yang membuat pernyataan



Irwan Setyo Wibowo

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini dipersembahkan kepada kedua orangtuaku dan saudaraku yang selalu memberi doa, semangat dan dukungan baik moral maupun materi demi keberhasilan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan juga kepada Bapak Yoga Apriyanto Harsoyo, ST, M.Eng. Dosen pembimbing yang dengan tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk membimbing saya dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan juga kepada Bapak Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D. Dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negaraku.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selama penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan sangat baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Puji Harsanto, ST., MT., Ph.D, selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Yoga Apriyanto Harsoyo, ST, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kedua Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Saudara Ali Usman dan Ervan Nurfiandah, Sahabat baik penulis dan juga teman – teman seangkatan yang selalu memberi semangat.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN.....	xvi
INTISARI.....	xix
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I. PENDAHULUAN	xx
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
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Penelitian Terdahulu.....	5
2.3. Dasar Teori	10
2.3.1. Analisis Struktur Beton Bertulang Gedung	10
2.3.2. Tulangan Baja.....	10
2.3.3. Analisis Pembebanan.....	11
2.2.4. Perencanaan Struktur Pelat.....	43
2.2.5. Perencanaan Struktur Balok	50
2.2.6. Perancangan Hubungan Balok Kolom (<i>Joint</i>).....	58
BAB III. METODE PENELITIAN	63
3.1. Tahapan penelitian	63
3.2. Studi kasus penelitian.....	64
3.3. Diagram Alir Perencanaan	66
3.4. Peraturan yang digunakan	68

3.5. Data penelitian	68
3.6. <i>Software</i> yang digunakan	70
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	71
4.1. Pendahuluan	71
4.2. Pembebanan	71
4.3. Beban Mati	71
4.4. Beban Hidup	77
4.5. Beban Angin	77
4.6. Beban Kolam Renang	86
4.7. Beban Hujan.....	87
4.8. Beban Gempa.....	87
4.8.1. Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan Gempa	87
4.8.2. Klarifikasi Situs	87
4.8.3. Respon Spektrum.....	88
4.8.4. Respon Riwayat Waktu	90
4.8.5. Kategori Desain Seismik	95
4.8.6. Kombinasi Pembabanan Terhadap Gempa.....	96
4.8.7. Parameter Sistem Penahan Gaya Gempa.....	96
4.8.8. Perhitungan Ekvivalen Statik	97
4.8.9. Hitungan Spektrum Respon Ragam.....	103
4.8.10. Simpangan Antar Lantai	104
4.8.11. Pengaruh P-Delta	107
4.8.12. Ketidak Beraturan Struktur.....	108
4.9. Analisis Perhitungan Pelat	111
4.9.1. Analisis Perhitungan Pelat Satu Arah.....	111
4.9.2. Analisis perhitungan pelat dua arah.....	115
4.10. Analisis Perhitungan Balok.....	124
4.11. Ilustrasi Potongan Dan Detail Pelat Dan Balok	145
4.12. Analisis Perhitungan Volume Beton Dan Pembesian.....	162
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	167
5.1. Kesimpulan	167
5.2. Saran.....	168
DAFTAR PUSTAKA	169
LAMPIRAN.....	171
Lampiran 1 Penelitian Terdahulu.....	171
Lampiran 2 Langkah – Langkah Pemodelan <i>Software</i> ETABS.....	175

Lampiran 3 Data N-Spt.....	204
Lampiran 4 Perhitungan Respons Spektrum.....	205
Lampiran 5 Partisipasi Massa Bangunan.....	210
Lampiran 6 Denah Rencana <i>Drop Panel</i> Awal.....	211
Lampiran 7 Denah Rencana Ulang Balok.....	212
Lampiran 8 Rekapitulasi Gaya – Gaya Dalam.....	213

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kekuatan tekan rata-rata perlu (BSN,2013).....	10
Tabel 2.2 Beban hidup minimum (BSN, 2013)	14
Tabel 2.3 Faktor arah angin (BSN, 2013)	16
Tabel 2.4 Konstanta exposure (BSN, 2013)	19
Tabel 2.5 Koefisien tekanan internal (BSN, 2013)	19
Tabel 2.6 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk.....	21
Tabel 2.7 Faktor keutamaan gempa (BSN,2012).....	23
Tabel 2.8 Hubungan nilai parameter tanah dengan klarifikasi	24
Tabel 2.9 Koefisien Situs F_{PGA} (BSN,2012)	25
Tabel 2.10 Koefisien situs F_a	27
Tabel 2.11 Koefisien situs F_v	27
Tabel 2.12 Nilai KDS berdasarkan S_{DS} dan Kategori resiko	35
Tabel 2.13 Nilai KDS berdasarkan S_{D1} dan Kategori resiko.....	35
Tabel 2.14 Faktor R , C_d dan Ω_0 untuk system penahan gaya gempa.....	36
Tabel 2.15 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	37
Tabel 2.16 Koefisien batas atas perioda yang dihitung.....	38
Tabel 2.17 Simpangan antar lantai ijin	41
Tabel 2.18 Tebal minimum pelat	45
Tabel 2.19 Batasan lendutan pelat	45
Tabel 2.20 Tebal minimum pelat tanpa balok dalam.....	50
Tabel 4.1 Dimensi balok rencana.....	72
Tabel 4.2 Koefisien angin external	79
Tabel 4.3 Perhitungan k_z dan q_z	80
Tabel 4.4 Nilai C_p untuk angin datang dan angin pergi	81
Tabel 4.5 Perhitungan untuk angin datang dan pergi.....	81
Tabel 4.6 Perhitungan tekanan hidrotatis.....	86
Tabel 4.7 Pengolahan klarifikasi tanah	88
Tabel 4.8 Kategori desain seismik yang digunakan.....	95
Tabel 4.9 Nilai R , Ω_0 dan C_d	96
Tabel 4.10 Nilai S_{D1} dan tipe struktur yang digunakan	97

Tabel 4.11 Periode pendekatan masing-masing gedung	97
Tabel 4.12 Periode getar alami struktur	98
Tabel 4.13 Desain gaya dasar seismik	100
Tabel 4.14 Kontrol skala desain awal	101
Tabel 4.15 Kontrol skala desain baru.....	101
Tabel 4.16 Distribusi arah X (Statik Ekuivalen).....	102
Tabel 4.17 Distribusi arah Y (Statik Ekuivalen).....	102
Tabel 4.18 Kontrol metode kombinasi.....	104
Tabel 4.19 Simpangan tiap lantai terhadap time history arah X.....	105
Tabel 4.20 Simpangan tiap lantai terhadap time history arah Y.....	105
Tabel 4.21 P-Delta arah X.....	107
Tabel 4.22 P-Delta arah Y.....	108
Tabel 4.23 Kontrol ketidak beraturan torsi arah X	109
Tabel 4.24 Kontrol ketidak beraturan torsi arah Y	109
Tabel 4.25 Analisis faktor pembesaran torsi arah X.....	110
Tabel 4.26 Analisis faktor pembesaran torsi arah Y	110
Tabel 4.27 Gaya geser balok tinjauan.....	135
Tabel 4.28 Perubahan dimensi balok	160
Tabel 4.29 Perbandingan tulangan tumpuan balok hasil perancangan ulang dengan desain awal.....	161
Tabel 4.30 Perbandingan tulangan lapangan balok hasil perancangan ulang dengan desain awal.....	161
Tabel 4.31 Perbandingan volume beton dan baja	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gedung Jogja Apartemen	2
Gambar 2.1 Nilai percepatan batuan dasar pada periode pendek 0.2 detik (S_s) ...	26
Gambar 2.2 Nilai percepatan batuan dasar pada periode 1 detik (S_1).....	26
Gambar 2.3 Desain respon spektrum (BSN, 2012).....	29
Gambar 2.4 Faktor pembesaran torsi (A_x).....	42
Gambar 2.5 Lajur kolom dan lajur tengah	48
Gambar 2.6 Penampang balok dan diagram tegangan – regangan	51
Gambar 2.7 Tipikal kerusakan geser lentur (Nawy, 1990)	53
Gambar 2.8 Diagram gaya geser balok (Priyosulistyo, 2010)	56
Gambar 2.9 Hubungan balok – kolom (BSN, 2013).....	59
Gambar 2.10 Ilustrasi gaya – gaya yang bekerja pada <i>joint</i> yang ditinjau	60
Gambar 3.1 Denah Lokasi Gedung Jogja Apartemen.....	64
Gambar 3.2 Tampak 3 Dimensi Gedung Jogja Apartemen	65
Gambar 3.3 Pemodelan Struktur Menggunakan <i>Software</i> ETABS Gedung Jogja Apartemen	65
Gambar 3.4 Bagan alir penelitian secara umum	66
Gambar 3.5 lanjutan	67
Gambar 4.1 Distribusi beban angin.....	82
Gambar 4.2 Ilustrasi beban air	86
Gambar 4.3 Desain respon spektrum	90
Gambar 4.4 Akselerogram Gempa Kobe Japan arah X.....	91
Gambar 4.5 Akselerogram Gempa Kobe Japan arah Y	91
Gambar 4.6 Akselerogram Gempa Elsentro arah X.....	91
Gambar 4.7 Akselerogram Gempa Elsentro arah Y.....	92
Gambar 4.8 Akselerogram Gempa Tabas arah X	92
Gambar 4.9 Akselerogram Gempa Tabas arah Y	92
Gambar 4.10 Akselerogram sebelum dimodifikasi dengan	93
Gambar 4.11 Akselerogram Gempa Kobe Japan arah X modifikasi	93
Gambar 4.12 Akselerogram Gempa Kobe Japan arah Y modifikasi	93
Gambar 4.13 Akselerogram Gempa Elsentro arah X modifikasi	94

Gambar 4.14 Akselerogram Gempa Elsentro arah Y modifikasi	94
Gambar 4.15 Akselerogram Gempa Tabas arah X modifikasi	94
Gambar 4.16 Akselerogram Gempa Tabas arah Y modifikasi	95
Gambar 4.17 Akselerogram sesudah dimodifikasi dengan Respon Spektrum	95
Gambar 4.18 Periode sumbu X mode satu.....	98
Gambar 4.19 Periode sumbu Y mode dua	98
Gambar 4.20 Massa bangunan global FZ <i>output</i> ETABS	99
Gambar 4.21 <i>Output base reactions</i> awal.....	100
Gambar 4.22 <i>Output base reactions</i> dengan skala faktor baru	101
Gambar 4.23 Grafik gaya geser tingkat untuk statik ekivalen.....	103
Gambar 4.24 Grafik Simpangan antar lantai.....	106
Gambar 4.25 Grafik komulatif simpangan antar lantai.....	106
Gambar 4.26 Detail penulangan pelat satu arah.....	114
Gambar 4.27 Detail penulangan pelat dua arah	123
Gambar 4.28 Ilustasi gaya dalam pada balok.....	124
Gambar 4.29 Grafik hubungan regangan tulangan tarik dengan faktor reduksi komponen struktur penahan lentur (BSN 2013)	127
Gambar 4.30 Penampang melintang balok	140
Gambar 4.31 Detail penulangan <i>joint</i>	144
Gambar 4.32 Potongan kolom utama.....	144
Gambar 4.33 Detail penulangan pelat lantai S1 awal	145
Gambar 4.34 Detail penulangan pelat lantai S2 awal	145
Gambar 4.35 Detail penulangan pelat lantai S3 awal	146
Gambar 4.36 Detail penulangan pelat lantai S4 awal	146
Gambar 4.37 Detail penulangan pelat lantai satu arah desain ulang.....	147
Gambar 4.38 Detail penulangan pelat lantai S1 S2 S3 S4 Desain ulang	147
Gambar 4.39 Penulangan balok B1 desain awal.....	148
Gambar 4.40 Penulangan balok B1a desain awal	148
Gambar 4.41 Penulangan balok B2 desain awal.....	149
Gambar 4.42 Penulangan balok B3 desain awal.....	149
Gambar 4.43 Penulangan balok B3a desain awal	150
Gambar 4.44 Penulangan balok B4 desain awal.....	150

Gambar 4.45 Penulangan balok B5 desain awal.....	151
Gambar 4.46 Penulangan balok B6 desain awal.....	151
Gambar 4.47 Penulangan balok B7 desain awal.....	152
Gambar 4.48 Penulangan balok induk hasil desain	152
Gambar 4.49 Penulangan balok anak hasil desain.....	153
Gambar 4.50 Penulangan Ring balok hasil desain.....	153
Gambar 4.51 Penulangan <i>tie beam</i> hasil desain.....	154
Gambar 4.52 Penulangan balok B1 hasil desain ulang.....	154
Gambar 4.53 Penulangan balok B1a hasil desain ulang	155
Gambar 4.54 Penulangan balok B2 hasil desain ulang	155
Gambar 4.55 Penulangan balok B3 hasil desain ulang.....	156
Gambar 4.56 Penulangan balok B3a hasil desain ulang	156
Gambar 4.57 Penulangan balok B4 hasil desain ulang.....	157
Gambar 4.58 Penulangan balok B5 hasil desain ulang.....	157
Gambar 4.59 Penulangan balok B6 hasil desain ulang.....	158
Gambar 4.60 Desain awal <i>joint</i> sambungan <i>drop panel</i> dengan kolom induk ...	158
Gambar 4.61 Desain awal tulangan kolom pada <i>Joint</i> sambungan	159
Gambar 4.62 Desain ulang <i>joint</i> sambungan balok induk dengan kolom induk	159
Gambar 4.63 Desain ulang tulangan kolom pada <i>Joint</i> sambungan	160
Gambar 4.64 Grafik perbandingan volume beton <i>drop panel</i> dan <i>flat slab</i>	166
Gambar 4.65 Grafik perbandingan volume baja <i>drop panel</i> dan <i>flat slab</i>	166

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penelitian Terdahulu.....	171
Lampiran 2 Langkah – Langkah Pemodelan <i>Software</i> ETABS.....	175
Lampiran 3 Data N-Spt.....	204
Lampiran 4 Perhitungan Respons Spektrum.....	205
Lampiran 5 Partisipasi Massa Bangunan.....	210
Lampiran 6 Denah Rencana <i>Drop Panel</i> Awal.....	211
Lampiran 7 Denah Rencana Ulang Balok.....	212
Lampiran 8 Rekapitulasi Gaya – Gaya Dalam.....	213

DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
A_{ch}	$[L^2]$	Luas komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal
A_{cv}	$[L^2]$	Luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan dan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau
A_g	$[L^2]$	Luas bruto penampang
A_j	$[L^2]$	Luas penampang efektif di dalam suatu hubungan balok – kolom, pada suatu bidang yang sejajar dengan bidang tulangan yang menimbulkan geser didalam hubungan balok – kolom tersebut
A_{sh}	$[L^2]$	Luas penampang total tulangan transversal (termasuk sengkang pengikat) dalam rentang spasi s dan tegak lurus terhadap dimensi h_c
b	$[L]$	Lebar satuan elemen struktur yang ditinjau
b_w	$[L]$	Lebar badan, atau diameter penampang lingkaran
c	$[L]$	Jarak dari serat tekan terluar ke sumbu netral
C	$[L] [T^{-2}]$	Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respons gempa rencana
C_d	$[-]$	Faktor amplifikasi defleksi
C_s	$[-]$	Koefisien respon gempa
C_{vx}	$[-]$	Faktor distribusi vertikal beban gempa statik ekuivalen
d	$[L]$	Tinggi efektif penampang
d_b	$[L]$	Diameter batang tulangan
E	$[-]$	Pengaruh gaya yang ditimbulkan gempa horisontal dan vertikal
E_c	$[M] [L^{-1}] [T^{-2}]$	Modulus elastisitas beton
E_s	$[M] [L^{-1}] [T^{-2}]$	Modulus elastisitas baja
F_a	$[-]$	Koefisien situs untuk periode pendek (periode 0,2 detik)
F_i	$[-]$	Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai

F_v	[-]	tingkat ke- i struktur atas gedung Koefisien situs untuk periode panjang (periode 1 detik)
f'_c	[M] [L ⁻¹] [T ⁻²]	Kuat tekan beton yang diisyaratkan, MPa
f_y	[M] [L ⁻¹] [T ⁻²]	Kuat leleh tulangan
f_{yh}	[M] [L ⁻¹] [T ⁻²]	Kuat leleh tulangan transversal
g	[L] [T ⁻²]	Percepatan gravitasi
h	[L]	Tebal
h_c	[L]	Dimensi penampang inti kolom diukur dari sumbu – ke – sumbu
h_x	[L]	Spasi horizontal maksimum untuk kaki – kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada semua muka kolom
i	[-]	Nominal yang menunjukkan nomor lantai tingkat
I	[-]	Faktor keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh gempa rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan periode ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu
I_1	[-]	Faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan periode ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
I_2	[-]	Faktor keutamaan gedung untuk menyesuaikan periode ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung
l_d	[L]	Panjang penyaluran batang tulangan lurus
l_{dh}	[L]	Panjang penyaluran batang tulangan dengan kait standar seperti yang ditentukan
l_n	[L]	Bentang bersih yang diukur dari muka ke muka tumpuan
l_0	[L]	Penampang minimum diukur dari muka join sepanjang sumbu komponen struktur dimana harus disediakan tulangan transversal
M	[M] [L ²] [T ⁻²]	Momen lentur secara umum

M_c	[M] [L ²] [T ⁻²]	Momen pada muka join yang berhubungan dengan kuat lentur nominal kolom yang merangka pada join tersebut, yang dihitung untuk beban aksial terfaktor, konsisten dengan gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kuat lentur terendah
M_g	[M] [L ²] [T ⁻²]	Momen pada muka join yang berhubungan dengan kuat lentur nominal balok (termasuk pelat yang berada dalam kondisi tarik) yang merangka pada join tersebut
M_n	[M] [L ²] [T ⁻²]	Momen nominal suatu penampang unsur struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan nominal atau akibat pengaruh momen leleh sendi plastis yang sudah direduksi
M_{pr}	[M] [L ²] [T ⁻²]	Kuat momen lentur mungkin dari suatu komponen struktur dengan atau tanpa beban aksial yang ditentukan menggunakan sifat - sifat komponen struktur pada muka join dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal sebesar minimum $1,25 f_y$ dan faktor reduksi kekuatan sebesar 1, N_{mm}
N	[-]	Nilai hasil tes penetrasi standar pada suatu lapisan tanah; gaya normal secara umum
N_i	[-]	Nilai hasil test penetrasi standar pada lapisan tanah ke - i
n	[-]	Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan besaran nominal
R	[-]	Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut ; faktor reduksi gempa representatif strujktur gedung tidak beraturan.