

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN GEDUNG RUSUNAWA 10 LANTAI DI KOTA  
YOGYAKARTA DENGAN STRUKTUR BETON BERTULANG  
MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN  
KHUSUS (SRPMK)**



**GANTENG BRAWIJAYA**

**NPM : 18110036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Perencanaan Gedung Rusunawa 10 Lantai di Kota Yogyakarta dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)  
Nama Mahasiswa : Ganteng Brawijaya  
NPM : 18.11.0036

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro, M.MT.

NIK : 94245 - ET

Mengetahui,

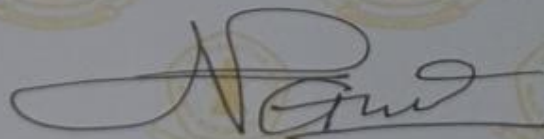
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Johan Paing H.W, ST, MT

NIK : 196903102005011002



Dr. Ir. Soebagio, MT.

NIK : 94249 - ET

## LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Gedung Rusunawa 10 Lantai di Kota Yogyakarta  
dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Sistem Rangka  
Pemikul Momen Khusus (SRPMK)  
Nama Mahasiswa : Ganteng Brawijaya  
NPM : 18110036

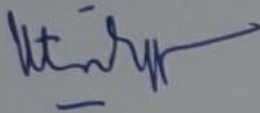
### TELAH DIREVISI

Tanggal : 26 Juli 2022

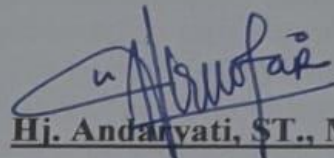
Disetujui oleh,

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

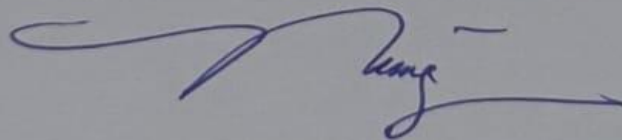


Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.  
NIK : 93190-ET



Hj. Andaryati, ST., MT.  
NIP : 197411032005012002

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro M, MT.  
NIK : 94245 - ET

# PERENCANAAN GEDUNG RUSUNAWA 10 LANTAI DI KOTA YOGYAKARTA DENGAN STRUKTUR BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Nama Mahasiswa : Ganteng Brawijaya  
NPM : 18110036  
Jurusan : Teknik Sipil FT-UWKS  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. H. Soerjandani PM, MT

## ABSTRAK

Struktur Gedung Rusunawa AGA direncanakan dengan struktur beton bertulang. Beton sendiri memiliki kuat tekan yang sangat tinggi berbanding terbalik dengan kuat tariknya yang sangat rendah. Material yang digunakan dalam merencanakan gedung Rusunawa ini menggunakan beton normal dengan kuat tekan 30 MPa dan berat jenis 2400 kg/m<sup>3</sup>. Perencanaan Gedung Rusunawa AGA ini terdapat di kota Yogyakarta yang berada di wilayah gempa tinggi, sehingga gedung harus mempunyai sistem penahan gempa yang mampu menahan beban gempa yang terjadi pada gedung saat gempa terjadi. Sistem penahan gempa yang digunakan pada perencanaan gedung rusunawa ini yaitu sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Sistem rangka pemikul momen khusus sendiri adalah komponen pada struktur yang dapat memikul gaya oleh beban gempa dan direncanakan untuk memikul lentur, sistem rangka pemikul momen khusus sendiri direncanakan pada persyaratan *strong column weak beam* yang digunakan untuk merencanakan struktur dengan daktilitas tinggi yang sesuai dengan peraturan. Peraturan yang digunakan dalam merencanakan gedung rusunawa ini yaitu SNI 2847 – 2019, SNI 1726 -2019 dan SNI 1727-2020. Setelah analisa dilakukan disimpulkan bahwa gedung rusunawa ini menjadi bangunan tahan gempa yang mampu bertahan dari keruntuhan saat terjadi gempa. Struktur gedung Rusunawa ini dapat memperkecil terjadinya keruntuhan, yang didapat dari simpangan horizontal yaitu 50,33 mm tidak melebihi simpangan izin 76,92 mm. Struktur rusunawa ini telah memenuhi persyaratan *strong column weak beam* dengan syarat  $\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb} = 4923,07 \text{ kNm} \geq 1022,34 \text{ kNm}$ .

**Kata Kunci : Struktur Beton Bertulang, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Struktur Gedung Tahan Gempa**

## **ABSTRACT**

*The reinforced concrete structure of the Rusunawa AGA building was designed. Inverse compressive strength of concrete is extremely great, whereas tensile strength is extremely low. Regular concrete with a compressive strength of 30 MPa and a specific gravity of 2400 kg/m<sup>3</sup> was used in the design of the Rusunawa building. Because Yogyakarta, where the Rusunawa AGA building is located, is in an earthquake-prone location, the building needs an earthquake-resistant system that can handle the loads that an earthquake places on the structure. This Rusunawa building was designed using the special moment resisting frame technology as an earthquake resistance method (SRPMK). The special moment resisting frame system is based on the strong column weak beam requirements used to design structures with high ductility in line with laws. It is a component of the structure that can withstand the forces induced by earthquake loads and is designed to carry bending. The Rusunawa building was planned in accordance with SNI 2847 - 2019, SNI 1726 - 2019, and SNI 1727 - 2020. The results of the investigation revealed that the Rusunawa building was an earthquake-resistant structure that could endure collapsing during an earthquake. Due to the horizontal deviation of 50.33 mm not exceeding the permitted deviation of 76.92 mm, the structure of this Rusunawa building can reduce the likelihood of collapse. This apartment's structure satisfies the strong column weak beam specifications under the constraint that  $\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb} = 4923,07 \text{ kNm} \geq 1022,34 \text{ kNm}$ .*

**Keywords :** *Reinforced Concrete Structure, Special Moment Resistant Frame System (SRPMK), Earthquake Resistant Building Structure*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan anugerahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu. Penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, sampai dengan penyusunan ini selesai. Yang terhormat penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Johan Paing H. W., ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Soerjandani Priantoro Machmoed, MT. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. dan Ibu Hj. Andaryati, ST., MT. selaku dosen penguji.
5. Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
6. Orang tua dan teman-teman yang selalu mendukung dan menyemangati dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Penyusun sangat menyadari bahwasannya dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan dan keahlian penulis kedepannya.

**Surabaya, 21 Juli 2022**

Penulis

Ganteng Brawijaya

18110036

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN REVISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4.1 Maksud.....	3
1.4.2 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Umum.....	5
2.2 Data Gedung.....	5
2.3 Material Beton.....	6
2.4 Wilayah Gempa.....	7
2.5 Gempa Resiko Tinggi.....	8
2.5.1 Klasifikasi Situs .....	8

2.5.2 Menentukan Respon Spektral .....	9
2.6 Perencanaan Beban Gempa .....	11
2.6.1 Faktor Keutamaan Bangunan dan Kategori Resiko Bangunan .....	11
2.6.2 Kategori Desain Seismik .....	13
2.6.3 Periode Fundamental Pendekatan .....	14
2.6.4 Distribusi Gaya Gempa.....	15
2.6.5 Simpangan Horisontal Struktur .....	15
2.6.6 Periode Alami Fundamental .....	16
2.6.7 Batas Simpangan Antar Lantai .....	16
2.7 Penetapan Kategori Desain Seismik Struktur .....	17
2.8 Struktur Sekunder.....	17
2.8.1 Plat .....	17
2.9 Struktur Primer.....	18
2.9.1 Komponen SRMPK yang dikenai Beban Lentur.....	18
2.9.2 Komponen SRPMK yang dikenai Beban Lentur dan Aksial .....	21
2.9.3 Hubungan Balok dan Kolom (HBK) .....	25
2.10 Struktur Pondasi .....	27
2.10.1 Perencanaan Tiang Pancang.....	27
2.10.2 Perencanaan Pilecap.....	28
<b>BAB 3 METODOLOGI PERENCANAAN.....</b>	<b>30</b>
3.1 Diagram Alir Rencana.....	30
3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	31
<b>BAB 4 PRELIMINARY DESAIN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Umum .....	33
4.2 Dimensi Balok Induk .....	33
4.3 Dimensi Balok Anak .....	34



4.4	Dimensi Pelat Atap.....	34
4.5	Dimensi Pelat Lantai .....	36
4.6	Perencanaan Dimensi Kolom .....	39
4.6.1	Distribusi Pembebanan pada Kolom .....	40
4.6.2	Menentukan Dimensi Kolom .....	41
<b>BAB 5</b>	<b>STRUKTUR SEKUNDER .....</b>	<b>42</b>
5.1	Struktur Sekunder .....	42
5.2	Perencanaan Pelat.....	42
5.3	Perencanaan Pembebanan Pelat Atap .....	42
5.3.1	Momen Plat Atap .....	43
5.3.2	Syarat Batas Penulangan Pelat Atap .....	44
5.3.3	Penulangan pada Pelat Atap .....	45
5.3.4	Kontrol Kekuatan .....	46
5.3.5	Kontrol Retak .....	47
5.4	Perencanaan Pembebanan Pelat Lantai .....	47
5.4.1	Momen Pelat Lantai .....	48
5.4.2	Syarat Batas Penulangan Pelat Lantai .....	49
5.4.3	Penulangan pada Pelat Lantai .....	50
5.4.4	Kontrol Kekuatan .....	51
5.4.5	Kontrol Retak .....	52
5.5	Perencanaan Tangga .....	52
5.5.1	Pembebanan Tangga .....	53
5.5.2	Syarat Batas Penulangan Tangga .....	54
5.5.3	Gaya DalamTangga .....	55
5.5.4	Penulangan Pelat Bordes Tangga .....	56
5.5.5	Kontrol Kekuatan Pelat Bordes Tangga .....	57

5.5.6	Penulangan Pelat Tangga Miring .....	58
5.5.7	Kontrol Kekuatan .....	59
5.6	Perencanaan Balok Bordes .....	60
5.6.1	Perhitungan Gaya Dalam .....	60
5.6.2	Syarat Batas Penulangan Balok Bordes .....	61
5.6.3	Penulangan Lentur Balok Bordes .....	61
5.6.4	Penulangan Geser Balok Bordes .....	63
5.7	Perencanaan Balok Anak Atap .....	65
5.7.1	Pembebanan Balok Anak Atap .....	65
5.7.2	Perhitungan Gaya Dalam .....	67
5.7.3	Syarat Batas Penulangan Balok Anak Atap .....	67
5.7.4	Penulangan Lentur Balok Anak Atap .....	67
5.7.5	Penulangan Geser Balok Anak Atap .....	70
5.8	Perencanaan Balok Anak Lantai .....	71
5.8.1	Pembebanan Balok Anak Lantai .....	72
5.8.2	Perhitungan Gaya Dalam .....	73
5.8.3	Syarat Batas Penulangan Balok Anak Lantai .....	73
5.8.4	Penulangan Lentur Balok Anak Lantai .....	73
5.8.5	Penulangan Geser Balok Anak Lantai .....	76
5.9	Perencanaan Balok Penggantung pada Lift .....	77
5.9.1	Beban Hidup Koefisien Kejut yang diakibatkan oleh Keran .....	78
5.9.2	Pembebanan Balok Penggantung Lift .....	78
5.9.3	Perhitungan Momen dan Gaya Geser .....	79
5.9.4	Syarat Batas Penulangan Balok Penggantung Lift .....	80
5.9.5	Penulangan Lentur Balok Penggantung Lift .....	80
5.9.6	Penulangan Geser Balok Penggantung Lift .....	82

<b>BAB 6 STRUKTUR PRIMER .....</b>	<b>85</b>
6.1 Struktur Primer .....	85
6.2 Perencanaan Struktur Primer .....	85
6.3 Pembebanan pada Struktur .....	85
6.3.1 Pembebanan Gravitasi pada Struktur .....	86
6.3.2 Pembebanan Gempa pada Struktur .....	87
6.3.3 Kombinasi Beban .....	90
6.3.4 Batas Simpangan Antar Lantai .....	91
6.3.5 Kontrol Periode Getar Waktu .....	92
6.4 Perencanaan Balok Induk (Ba) .....	94
6.4.1 Syarat Batas Penulangan Balok Induk (Ba) .....	94
6.4.2 Penulangan Lentur Balok Induk (Ba) .....	94
6.4.3 Persyaratan Detail Komponen Lentur .....	97
6.4.4 Penulangan Geser Balok Induk (Ba) .....	98
6.4.5 Syarat Detail Komponen Lentur .....	103
6.4.6 Penulangan Torsi Balok Induk (Ba) .....	105
6.4.7 Pemutusan Tulangan Balok Induk (Ba) .....	107
6.5 Perencanaan Balok Induk (Bb) .....	108
6.5.1 Syarat Batas Penulangan Balok Induk (Bb) .....	108
6.5.2 Penulangan Lentur Balok Induk (Bb) .....	109
6.5.3 Persyaratan Detail Komponen Lentur .....	111
6.5.4 Penulangan Geser Balok Induk (Bb) .....	113
6.5.5 Syarat Detail Komponen Lentur .....	117
6.5.6 Penulangan Torsi Balok Induk (Bb) .....	119
6.5.7 Pemutusan Tulangan Balok Induk (Bb) .....	121

6.6	Perencanaan Kolom .....	122
6.6.1	Kuat Maksimal Tekan Rencana pada Kolom .....	125
6.6.2	Pendetailan Sesuai SNI 2847 -2019 .....	125
6.6.3	Persyaratan <i>Strong Column Weak Beam</i> .....	126
6.6.4	Pengekangan yang dibutuhkan Kolom .....	128
6.6.5	Periksa Kebutuhan Pengekang untuk Beban Geser pada Kolom .....	130
6.6.6	Sambungan Lewatan Tulangan pada Kolom .....	132
6.7	Desain Hubungan Balok Kolom .....	131
6.7.1	Desain HBK yang terkekang 4 Balok .....	134
6.7.2	Desain HBK yang terkekang 3 atau 2 Balok .....	135
<b>BAB 7</b>	<b>PERENCANAAN PONDASI.....</b>	<b>137</b>
7.1	Umum .....	137
7.2	Perencanaan pada Pondasi Tiang Pancang Tipe I .....	137
7.2.1	Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang .....	137
7.2.2	Kebutuhan Tiang Pancang .....	139
7.2.3	Perencanaan pada Kelompok Tiang .....	140
7.2.4	Efisiensi Tiang Pancang dalam Kelompok .....	141
7.2.5	Kontrol Tegangan Maksimum Pancang Kelompok .....	141
7.2.6	Syarat Batas Penulangan pada Pilecap .....	142
7.2.7	Penulangan pada Pilecap .....	142
7.2.8	Kontrol Geser Pons .....	144
7.3	Perencanaan pada Pondasi Tiang Pancang Tipe II .....	145
7.3.1	Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang .....	145
7.3.2	Kebutuhan Tiang Pancang .....	148
7.3.3	Perencanaan pada Kelompok Tiang .....	148
7.3.4	Efisiensi Tiang Pancang dalam Kelompok .....	149

7.3.5 Kontrol Tegangan Maksimum Pancang Kelompok .....	149
7.3.6 Syarat Batas Penulangan pada Pilecap .....	150
7.3.7 Penulangan pada Pilecap .....	151
7.3.8 Kontrol Geser Pons .....	153
7.4 Perencanaan pada Pondasi Tiang Pancang Tipe III .....	154
7.4.1 Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang .....	154
7.4.2 Kebutuhan Tiang Pancang .....	156
7.4.3 Perencanaan pada Kelompok Tiang .....	157
7.4.4 Efisiensi Tiang Pancang dalam Kelompok .....	157
7.4.5 Kontrol Tegangan Maksimum Pancang Kelompok .....	158
7.4.6 Syarat Batas Penulangan pada Pilecap .....	159
7.4.7 Penulangan pada Pilecap .....	159
7.4.8 Kontrol Geser Pons .....	161
7.5 Perencanaan Sloof .....	162
7.5.1 Penulangan Lentur pada Sloof .....	162
7.5.2 Penulangan Lentur pada Sloof .....	163
<b>BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>165</b>
8.1 Kesimpulan .....	165
8.2 Saran .....	165
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	
<b>LAMPIRAN .....</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beton Menurut kuat Tekannya.....	6
Tabel 2.2 Berat Jenis Beton.....	6
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs.....	8
Tabel 2.4 Koefisien Situs, $F_a$ .....	9
Tabel 2.5 Koefisien Situs, $F_v$ .....	10
Tabel 2.6 Kategori Resiko Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	11
Tabel 2.7 Faktor Keutamaan Gempa.....	13
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Percepatan Periode Pendek.....	13
Tabel 2.9 Kategori Desain Sismik Berdasarkan Percepatan Periode 1 Detik.....	14
Tabel 2.10 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	14
Tabel 2.11 Simpangan Antar Lantai Tingkat Ijin ( $\Delta a$ ).....	17
Tabel 2.12 Syarat Pendetailing Komponen Lentur.....	18
Tabel 2.13 Persyaratan Komponen Lentur dan Aksial.....	21
Tabel 2.14 Detailing Hubungan Balok dan Kolom.....	25
Tabel 5.1 Perhitungan Momen Pelat Atap .....	44
Tabel 5.2 Perhitungan Momen Pelat Lantai .....	49
Tabel 6.1 Data Tanah Kota Yogyakarta .....	87
Tabel 6.2 Distribusi Beban Gempa .....	90
Tabel 6.3 Kombinasi Beban .....	90
Tabel 6.4 Simpangan Struktur Gedung Arah x dan Arah Y .....	92
Tabel 6.5 Tabel <i>T-Rayleigh</i> dalam Sumbu X .....	93
Tabel 6.6 Tabel <i>T-Rayleigh</i> dalam Sumbu Y .....	93
Tabel 6.7 Momen Terbesar pada Balok Induk ( $B_a$ ) .....	94
Tabel 6.8 Momen Terbesar pada Balok Induk ( $B_b$ ) .....	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Geologi Yogyakarta dan Sekitarnya .....	1
Gambar 1.2 Peta Penyebaran Gempa Bumi Indonesia .....	2
Gambar 2.1 Peta Wilayah Gempa Indonesia 2019 .....	7
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	30
Gambar 4.1 Perencanaan Tebal Pelat Atap .....	33
Gambar 4.2 Pelat interior .....	35
Gambar 4.3 Penampang T Balok Induk Pelat Atap .....	35
Gambar 4.4 Perencanaan Tebal Pelat Lantai .....	37
Gambar 4.5 Pelat interior .....	37
Gambar 4.6 Penampang T Balok Induk Pelat Lantai .....	38
Gambar 4.7 Perhitungan Pembebanan Pada Kolom .....	40
Gambar 5.1 Pelat Atap .....	42
Gambar 5.2 Pelat Lantai .....	47
Gambar 5.3 Perencanaan Tangga .....	53
Gambar 5.4 Analisa Statika Tangga .....	54
Gambar 5.5 Gaya Dalam Plat Bordes .....	55
Gambar 5.6 Gaya Dalam Tangga Miring .....	55
Gambar 5.7 Diagram Geser .....	64
Gambar 5.8 Pembebanan Trapesium pada Balok Anak Atap .....	66
Gambar 5.9 Diagram Geser .....	70
Gambar 5.10 Pembebanan Trapesium pada Balok Anak Atap .....	72
Gambar 5.11 Diagram Geser .....	76
Gambar 5.12 Analisa Statika Balok Penggantung Lift .....	79
Gambar 5.13 Gaya dalam Tumpuan Balok Penggantung Lift .....	79
Gambar 5.14 Gaya dalam Lapangan Balok Penggantung Lift .....	79
Gambar 5.15 Diagram Geser .....	83
Gambar 6.1 Respon Spektrum Kota Yogyakarta .....	88
Gambar 6.2 Bentuk 3D Gedung Rusunawa AGA .....	91
Gambar 6.3 Gaya Gravitasi dan Gempa Balok Induk (Ba) .....	101
Gambar 6.4 Gaya Dalam pada SAP 2000 .....	104

Gambar 6.5 Pemasangan Sengkang Balok Induk (Ba) .....	105
Gambar 6.6 Pemutusan Tulangan Balok Induk (Ba) .....	107
Gambar 6.7 Pemutusan Tulangan Balok Induk (Ba) .....	108
Gambar 6.8 Gaya Gravitasi dan Gempa Balok Induk (Bb) .....	115
Gambar 6.9 Gaya Dalam pada SAP 2000 .....	118
Gambar 6.10 Pemasangan Sengkang Balok Induk (Bb) .....	119
Gambar 6.11 Pemutusan Tulangan Balok Induk (Bb) .....	122
Gambar 6.12 Pemutusan Tulangan Balok Induk (Bb) .....	122
Gambar 6.13 Nomogram Kolom <i>Non Sway</i> .....	124
Gambar 6.14 Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom dari Output PCA <i>Column</i> .....	125
Gambar 6.15 Diagram Interaksi garis PCACOL Nilai Mnc .....	127
Gambar 6.16 Tulangan Kolom pada Lantai 1 .....	133
Gambar 6.17 Sambungan Lewatan pada Kolom .....	133
Gambar 6.18 HBK terkekang 4 Balok .....	135
Gambar 6.19 HBK terkekang 3 atau 2 Balok .....	136
Gambar 7.1 Ujung Pancang yang Mengalami Keruntuhan Geser .....	138
Gambar 7.2 Denah Kelompok Tiang Pancang Tipe I .....	140
Gambar 7.3 Ujung Pancang yang Mengalami Keruntuhan Geser .....	146
Gambar 7.4 Denah Kelompok Tiang Pancang Tipe II .....	149
Gambar 7.5 Ujung Pancang yang Mengalami Keruntuhan Geser .....	155
Gambar 7.6 Denah Kelompok Tiang Pancang Tipe III .....	157
Gambar 7.7 Diagram Interaksi Kuat Rencana Sloof .....	163