

## **TUGAS AKHIR**

# **PERENCANAAN GEDUNG SERBAGUNA DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN BETON PRATEGANG DAN KONVENSIONAL METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**



**SEPTYAN WIDIANTO UTOMO  
NPM : 14.11.0040**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA  
SURABAYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

**Judul : Perencanaan Gedung Serbaguna Di Kota Surabaya  
Menggunakan Beton Prategang dan Konvensional Metode  
Sistem Rangka Rangka Pemikul Momen Khusus**

**Nama : Septyan Widiyanto Utomo**

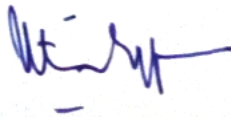
**NPM : 14110040**

**Program Studi : Teknik Sipil**

**Tanggal Pengesahan : .....**

**Disetujui oleh :**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. Utari Khatulistiani, MT**

**NIP/NIK : 93190-ET**

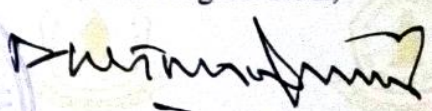
**Dekan Fakultas Teknik**



**Johan Paing H.W., ST., MT.**

**NIP/NIK : 196903102005011002**

**Ketua Program Studi,**



**Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM**

**NIP/NIK : 196012101991031002**

## LEMBAR PENGESAHAN REVISI

**Judul : Perencanaan Gedung Serbaguna Di Kota Surabaya  
Menggunakan Beton Prategang dan Konvensional Metode  
Sistem Rangka Rangka Pemikul Momen Khusus**

**Nama : Septyan Widiyanto Utomo**

**NPM : 14110040**

**Program Studi : Teknik Sipil**

### TELAH DIREVISI

**Tanggal : .....**

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**



**Ir. Soerjandani PM, MT**

**NIP/NIK : 94245-ET**



**Andaryati, ST, MT**

**NIP/NIK : 92177-ET**

**Dosen Pembimbing**



**Ir. Utari Khatulistiani, MT**

**NIP/NIK : 93190-ET**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Septyan Widiyanto Utomo

NPM : 14110040

Program Studi : Teknik Sipil

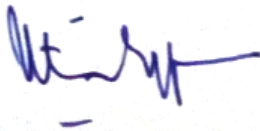
Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN GEDUNG SERBAGUNA DI KOTA SURABAYA  
MENGUNAKAN BETON PRATEGANG DAN KONVENSIIONAL  
METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini dibuat oleh hasil karya sendiri dan tidak meniru (plagiat) atau mencontoh milik orang lain. Apabila dikemudian hari pernyataan saya ini tidak benar dan terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia menerima sanksi sesuai hukuman yang berlaku, dan pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak ada tekan dari pihak siapapun.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Ir. Utari Khatulistiani, MT

Surabaya, Agustus 2018

yang membuat pernyataan,



Septyan Widiyanto Utomo

## ABSTRAK

Gedung serbaguna 10 lantai ini sebelumnya telah dirancang dan dibangun di kota Surabaya dengan tinggi lantai hingga 8 lantai yang dibangun dengan beton konvensional. Disebabkan gedung serbaguna butuh ruangan yang luas dan tidak terlalu banyak kolom, maka pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan ulang menggunakan beton prategang dan konvensional dengan luasan yang lebih besar dari bangunan aslinya. Pada lantai 1 hingga 8 direncanakan menggunakan beton konvensional. Pada lantai 9 dan 10 menggunakan balok beton prategang dan konvensional untuk menambah jarak antar kolom.

Perencanaan yang dilakukan adalah merencanakan struktur sekunder, struktur primer beton konvensional, struktur primer beton prategang, dan pondasi. Metode beton prategang digunakan metode *post-tension* (pasca tarik), yaitu dilaksanakan penyusunan rangka tulangan baik itu tulangan lunak maupun tendon strand kemudian dilakukan pengecoran balok dan kolom bawah maupun atasnya terlebih dahulu setelah itu proses penarikan strand pada tendon prategang bisa dilaksanakan. Metode pelaksanaan balok prategang ini direncanakan monolit antara balok prategang dan kolom. Mutu beton digunakan  $f_c'$  35 MPa dan mutu baja  $f_y$  420 MPa. Kekuatan portal menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) disesuaikan dengan kondisi tanah dan perencanaan bangunan tahan gempa. Peraturan yang digunakan yaitu SNI 2847-2013 tentang syarat perhitungan beton untuk bangunan gedung, SNI 1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung, PPIUG 1983 tentang peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung dan SNI 7833-2012 tentang perencanaan gedung beton prategang.

Hasil perhitungan desain ulang gedung serbaguna diperoleh telah memenuhi masing-masing persyaratan SNI yang mengatur segala desain struktur gedung tahan gempa tinggi dengan menggunakan sistem SRPMK. Balok prategang untuk lantai 9 & 10 telah memenuhi persyaratan gedung tahan gempa. Penambahan jarak antar kolom telah mampu menerima gaya-gaya beban yang bekerja.

**Kata kunci : SRPMK, Beton Prategang, Pasca Tarik**

## ABSTRACT

The ballroom with ten floors was planned and built in Surabaya city with high floor up to eight floors which was built with conventional concrete. Ballroom needs to be wide area and less of columns, thus this paper will discuss about replanning using prestressed concrete and conventional concrete with bigger area from the real building. The 1<sup>st</sup> until 8<sup>th</sup> floors was planned using conventional concrete. The 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> floors was planned using prestressed concrete beam and conventional concrete for extend the distance between each columns.

The planning are design the secondary structure, the primary structure using conventional concrete, the primary structure using prestressed concrete and the foundation. The prestressed concrete method use post-tension method, which is done arranging the reinforcement frame, which are soft frame and strand tendon then done the casting for columns and beams which placed up and the bottom first, then can be done the jacking process for strand wire. This prestressed concrete implementation method was planned to be a monolith between columns and beams. The compression strength  $f_c'$  for concrete is 35 MPa and yield strength  $f_y$  for steel is 420 MPa. The strength of frame use special moment frame bear system which adapted to soil conditions and earthquake resistance for building. The rule which used are SNI 2847-2013 about calculation of concrete building, SNI 1726-2012 about planning procedures on earthquake resistance for building, PPIUG 1983 about the Indonesia loading regulations for building, and SNI 7833-2012 about planning prestressed concrete for building.

The result of this redesign calculations for this ballrooms has fulfilled each requirement of SNI which govern the design of high earthquake resistant structures by using special moment frame bear system. The result of prestressed beam had calculated for 9 and 10 floors had fulfilled all the procedures about earthquake resistant. The addition of long distance between all columns had calculated and all columns able to accept all work loads.

**Keywords : SRPMK, Prestressed Concrete, Post Tension**

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa, yang telah banyak memberikan kasih dan anugerahNya serta kekuatan dan keteguhan iman, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Perencanaan Gedung Serbaguna di Kota Surabaya Menggunakan Beton Prategang dan Konvensional Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan-kesalahan maupun kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman kami sebagai mahasiswa. Oleh sebab itu kami mengharapkan saran dan usul kearah perbaikan dengan tangan terbuka dan senang hati. Sebagai penutup kami ucapkan terima kasih kepada mereka yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini, yang terhormat :

1. Bapak Johan Paing H.W,ST,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. H. Miftahul Huda, MM selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Ibu Ir.Utari Khatulistiani, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah mengarahkan serta memberi ilmu dan nasehat yang terbaik bagi kami.
4. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya khususnya jurusan Teknik Sipil yang telah

dengan sabar banyak memberi ilmu dan nilai yang terbaik bagi kami.

5. Teman-teman seangkatan Teknik Sipil 2014 serta kakak kelas, saya mengucapkan terima kasih atas segala bantuan serta semua dukungannya.
6. Orang tua saya yang telah banyak memberikan dukungan doa maupun segala kasih dan pengorbanan mereka untuk kelancaran kuliah saya yang lebih baik.

Demikian hasil tugas akhir kami, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca lainnya sebagai referensi penelitian kedepan dan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2018

Penyusun



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	4
1.3. Perumusan Masalah .....	4
1.4. Maksud.....	5
1.5. Tujuan .....	5
1.6. Manfaat .....	6
1.7. Batasan Masalah .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1. Desain Bangunan pada Wilayah Gempa Metode Sistem Rangka Pemikul Momen ( SRPM ) .....	8
2.1.1. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	9
2.2. Peraturan Yang Digunakan Pada Perencanaan.....	14
2.3. Pembebanan.....	14
2.3.1. Beban Mati .....	15
2.3.2. Beban Hidup .....	15

2.3.3. Beban Gempa .....	16
2.4. Perencanaan Struktur Sekunder .....	18
2.4.1. Perencanaan Pelat .....	18
2.4.2. Perencanaan Tangga .....	21
2.4.3. Perencanaan Balok Anak .....	21
2.4.4. Perencanaan Balok Lift .....	29
2.5. Perencanaan Struktur Utama .....	30
2.5.1. Beton Konvensional .....	30
2.5.2. Beton Prategang .....	41
2.6. Pondasi .....	52
<b>BAB 3 METODOLOGI .....</b>	<b>58</b>
3.1. Diagram Alur Perencanaan .....	59
3.2. Penjelasan Diagram Alur Perencanaan .....	60
<b>BAB 4 PRELIMINARY DESIGN .....</b>	<b>64</b>
4.1. Umum .....	64
4.1.1. Data Perencanaan .....	64
4.2. Perencanaan Dimensi Balok .....	64
4.2.1. Perencanaan Balok Induk .....	66
4.2.2. Perencanaan Balok Prategang .....	67
4.2.3. Perencanaan Balok Anak .....	68
4.2.4. Perencanaan Balok Kantilever .....	68
4.3. Perencanaan Dimensi Pelat .....	69
4.3.1. Pelat A .....	72
4.3.2. Pelat B .....	72
4.3.3. Pelat C .....	72

4.3.4.Pelat D .....	73
4.3.5.Pelat E .....	73
4.3.6.Pelat F .....	74
4.3.7.Pelat G .....	74
4.4. Perencanaan Dimensi Kolom .....	82
<b>BAB 5 STRUKTUR SEKUNDER .....</b>	<b>88</b>
5.1. Umum .....	88
5.2. Perencanaan Pelat .....	88
5.2.1.Pembebanan Pelat .....	89
5.2.2.Penulangan Pelat .....	92
5.2.2.1. Pelat Atap .....	92
5.2.2.2. Pelat Lantai 9 & 10 .....	105
5.2.2.3. Pelat Lantai 2 - 8 .....	118
5.3. Perencanaan Pelat Tangga .....	134
5.3.1.Data Perencanaan .....	134
5.3.2.Pembebanan Tangga .....	135
5.3.3.Analisa Struktur Tangga .....	137
5.3.4.Data Perencanaan Pelat Tangga .....	139
5.3.5.Data Perencanaan Pelat Bordes .....	142
5.3.6.Data Perencanaan Balok Tangga .....	144
5.4. Perencanaan Balok Lift .....	150
5.4.1.Data Perencanaan .....	150
5.4.2.Perencanaan Dimensi Balok .....	151
5.5. Perencanaan Balok Anak .....	159
5.5.1.Data Perencanaan .....	159

5.5.2.Pembebanan Balok Anak .....	160
<b>BAB 6 STRUKTUR PRIMER .....</b>	<b>167</b>
6.1. Pembebanan Gedung .....	167
6.1.1.Pembebanan Lantai Atap .....	167
6.1.2.Pembebanan Lantai 9 & 10.....	168
6.1.3.Pembebanan Lantai 2 – 8.....	169
6.1.4.Pembebanan Lantai 1.....	170
6.2. Pembebanan Gempa .....	171
6.3. Perencanaan Balok Induk.....	185
6.3.1.Data Perencanaan .....	185
6.4. Perencanaan Balok Katilever.....	197
6.4.1.Data Perencanaan .....	197
6.5. Perencanaan Balok Prategang.....	207
6.5.1.Data Perencanaan .....	207
6.5.2.Pembebanan .....	209
6.5.3.Penentuan Gaya Prategang.....	209
6.5.3.1.    Analisa Penampang Global .....	209
6.5.3.2.    Daerah Batas Kabel .....	212
6.5.3.3.    Kontrol Tegangan.....	213
6.5.4.Penentuan Strand dan Tendon.....	215
6.5.5.Kehilangan Gaya Prategang .....	216
6.5.6.Kontrol Lendutan .....	224
6.5.7.Posisi Tendon.....	226
6.5.8.Penulangan Lunak Tambahan .....	227
6.5.9.Pengankuran Ujung .....	237

6.6. Perencanaan Kolom .....	238
6.6.1.Data Perencanaan Kolom.....	238
<b>BAB 7 PERENCANAAN PONDASI.....</b>	<b>254</b>
7.1. Umum .....	254
7.2. Sloof .....	254
7.3. Pondasi Daerah 1 .....	256
7.4. Pondasi Daerah 2 .....	266
<b>BAB 8 KESIMPULAN .....</b>	<b>276</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>277</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Respons Spektrum Gempa Rencana Wilayah 4 .....	17
<b>Gambar 2.2</b> Penampang Balok.....	22
<b>Gambar 2.3</b> Penampang Balok T .....	24
<b>Gambar 2.4</b> Sistem Pratarik ( <i>post-tension</i> ).....	43
<b>Gambar 2.5</b> Sistem Pascatarik ( <i>Post-tension</i> ).....	44
<b>Gambar 2.6</b> Sket Pondasi Pile Group .....	54
<b>Gambar 4.1</b> Denah Balok Lantai 2 - 8 .....	65
<b>Gambar 4.2</b> Denah Balok Lantai 9-10 .....	66
<b>Gambar 4.3</b> Denah Pelat Lantai 2 - 8 .....	70
<b>Gambar 4.4</b> Denah Pelat Lantai 9 & 10 .....	71
<b>Gambar 4.5</b> Area Pembebanan Kolom Lantai 2 – 8 ; Lantai 9 & 10 .....	83
<b>Gambar 5.1</b> Pelat B .....	93
<b>Gambar 5.2</b> Pelat B .....	106
<b>Gambar 5.3</b> Pelat B .....	119
<b>Gambar 5.4</b> Area Pembebanan Atap .....	131
<b>Gambar 5.5</b> Area Pembebanan Lantai 2 – 8 .....	132
<b>Gambar 5.6</b> Area Pembebanan Lantai 9 & 10 .....	133
<b>Gambar 5.7</b> Detail Ukuran Tangga .....	134
<b>Gambar 5.8</b> Reaksi Perletakan Tangga .....	137
<b>Gambar 5.9</b> Reaksi Perletakan Balok Lift .....	153
<b>Gambar 5.10</b> Reaksi Perletakan Balok Anak .....	160

<b>Gambar 6.1</b>	Input Situs Gedung Pada Program PUSKIM .....	173
<b>Gambar 6.2</b>	Grafik Desain Spektra .....	175
<b>Gambar 6.4</b>	Sketsa Garis Tendon.....	227
<b>Gambar 6.5</b>	Hasil Output PCACOL.....	248
<b>Gambar 7.1</b>	hasil output Sloof .....	255
<b>Gambar 7.2</b>	Sket Poer dan Pola Penempatan Pondasi Tipe 1 .....	258
<b>Gambar 7.3</b>	Sket Momen Poer Tipe 1 .....	260
<b>Gambar 7.4</b>	Sket Geser Pons pada Poer Tipe 1.....	265
<b>Gambar 7.5</b>	Sket Poer dan Pola Penempatan Pondasi Tipe 2 .....	268
<b>Gambar 7.6</b>	Sket Momen Poer Tipe 2 .....	270
<b>Gambar 7.7</b>	Sket Geser Pons pada Poer Tipe 2.....	274

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Persyaratan Komponen Lentur SRPMK .....	10
<b>Tabel 2.2</b> Persyaratan Komponen Lentur dan Komponen Aksial SRPMK .....	12
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Perhitungan Kontrol Tebal Pelat Balok Lantai 2 - 8 .....	80
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Perhitungan Kontrol Tebal Pelat Balok Lantai 9 & 10 .....	81
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Perhitungan Kontrol Tebal Pelat .....	82
<b>Tabel 5.1</b> Jenis Pelat Rencana Berdasarkan PBI 71 tabel 13.3.1 .....	92
<b>Tabel 5.2</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Atap Arah Y Bagian Tumpuan .....	101
<b>Tabel 5.3</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Atap Arah Y Bagian Tumpuan .....	101
<b>Tabel 5.4</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Atap Arah Y Bagian Lapangan .....	102
<b>Tabel 5.5</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Atap Arah Y Bagian Lapangan .....	102
<b>Tabel 5.6</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Atap Arah X Bagian Tumpuan .....	103
<b>Tabel 5.7</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Atap Arah X Bagian Tumpuan .....	103



<b>Tabel 5.8</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Atap Arah X Bagian Lapangan .....	104
<b>Tabel 5.9</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Atap Arah X Bagian Lapangan .....	104
<b>Tabel 5.10</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 9 & 10 Arah Y Bagian Tumpuan .....	114
<b>Tabel 5.11</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 9 & 10 Arah Y Bagian Tumpuan .....	114
<b>Tabel 5.12</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 9 & 10 Arah Y Bagian Lapangan .....	115
<b>Tabel 5.13</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 9 & 10 Arah Y Bagian Lapangan .....	115
<b>Tabel 5.14</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 9 & 10 Arah X Bagian Tumpuan .....	116
<b>Tabel 5.15</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 9 & 10 Arah X Bagian Tumpuan .....	116
<b>Tabel 5.16</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 9 & 10 Arah X Bagian Lapangan .....	117
<b>Tabel 5.17</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 9 & 10 Arah X Bagian Lapangan .....	117
<b>Tabel 5.18</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 2 - 8 Arah Y Bagian Tumpuan .....	127
<b>Tabel 5.19</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 2 - 8 Arah Y Bagian Tumpuan .....	127

<b>Tabel 5.20</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 2 - 8 Arah Y Bagian Lapangan .....	128
<b>Tabel 5.21</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 2 - 8 Arah Y Bagian Lapangan .....	128
<b>Tabel 5.22</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 2 - 8 Arah X Bagian Tumpuan .....	129
<b>Tabel 5.23</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 2 - 8 Arah X Bagian Tumpuan .....	129
<b>Tabel 5.24</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai 2 - 8 Arah X Bagian Lapangan .....	130
<b>Tabel 5.25</b> Hasil Perhitungan Kontrol Kekuatan Pelat Lantai 2 - 8 Arah X Bagian Lapangan .....	130
<b>Tabel 6.1</b> Hasil perhitungan kategori tanah .....	171
<b>Tabel 6.2</b> Spektral Percepatan Gempa Tanah Sedang.....	174
<b>Tabel 6.3</b> Hasil Perhitungan Distribusi Gempa .....	180
<b>Tabel 6.4</b> Input Kombinasi Pembebanan.....	181
<b>Tabel 6.5</b> Hasil Simpangan Akibat Gempa .....	183
<b>Tabel 6.6</b> Kontrol T Rayleigh.....	184
<b>Tabel 6.7</b> Hasil Penulangan Balok Induk .....	195
<b>Tabel 6.8</b> Hasil Penulangan Balok Kantilever .....	206
<b>Tabel 6.9</b> Letak Posisi Tendon.....	227
<b>Tabel 6.10</b> Hasil Penulangan Lunak Balok Prategang .....	234
<b>Tabel 6.11</b> Hasil Penulangan Kolom.....	250