

**PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG  
KANTOR TUJUH LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA  
PEMIKUL MOMEN DI PONTIANAK**

**SKRIPSI**

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Jurusan Teknik Sipil

Oleh:

RAHMAT IHSAN MUHADZDZIB

NIM D1011181105



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA  
PONTIANAK  
2025

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rahmat Ihsan Muhadzdzib

NIM : D1011181105

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Kantor Tujuh Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen di Pontianak” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh penulis lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, Februari 2025

Rahmat Ihsan Muhadzdzib  
NIM D1011181105



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,  
DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS TANJUNGPURA  
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124  
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907  
Email : [ft@untan.ac.id](mailto:ft@untan.ac.id) Website : <http://teknik.untan.ac.id>

**HALAMAN PENGESAHAN**

“PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KANTOR TUJUH  
LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN DI PONTIANAK”

Jurusan Teknik Sipil  
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:  
RAHMAT IHSAN MUHADZDZIB  
NIM. D1011181105

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 23 April 2025 dalam sidang dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM  
(NIP. 196304231989032002)  
Dosen Pembimbing Kedua : Aryanto, S.T., M.T.  
(NIP. 197301082000121002)  
Dosen Penguji Utama : Asep Supriyadi, S.T., M.T.  
(NIP. 197503011999031002)  
Dosen Penguji Kedua : Gatot Setya Budi, S.T., M.T., IPM  
(NIP. 197211242000121002)

Pontianak, 23 April 2025

Dekan,



Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM  
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama,

Ir. Yoke Lestyowati, M.T., IPM  
NIP. 196304231989032002

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Kantor Tujuh Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di Pontianak” untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Tugas akhir ini menjelaskan cara mendesain Gedung bertingkat tahan gempa di Pontianak Kalimantan Barat dengan acuan SNI terbaru pada periode penulisan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih secara khusus kepada Bapak Aryanto, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Yoke Lestiyowati, M.T., IPM sebagai pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, masukan, pembelajaran dan pandangan yang menjadi ilmu yang bermanfaat bagi penulis kedepannya, serta kepada Bapak Asep Supriyadi S.T., M.T. dan Bapak Gatot Setya Budi, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dan pandangan terhadap tugas akhir ini, serta kedua orang tua penulis yang selalu memarahi dan memberi tekanan kepada penulis untuk cepat menyelesaikan program studi sarjananya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun bagi karya yang penulis buat. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya penulis ini sendiri serta teman-teman mahasiswa program studi Teknik sipil di berbagai penjuru dunia.

Pontianak, Februari 2025

Rahmat Ihsan Muhadzdzib  
NIM D1011181105

## ABSTRAK

Kalimantan merupakan pulau yang relatif aman dari bencana alam gempa bumi, untuk mengetahui apakah rancangan suatu Gedung bertingkat dengan material beton bertulang yang ada pada pulau Kalimantan khususnya Kota Pontianak dapat dirancang dengan ketahanan terhadap gempa dengan KDS C dengan kondisi tanah gambut di Pontianak. Tugas akhir ini akan merencanakan Gedung bertingkat yang telah ada di Kota Pontianak namun diberikan beban gempa yang membuat perencanaan elemen struktur berbeda dengan Gedung eksisting yang ada.

Penulisan tugas akhir ini menggunakan metode studi Pustaka dan bantuan program analisis struktur dengan acuan SNI gempa terbaru. Berdasarkan perhitungan, diperlukan mutu beton 30 MPa dan mutu baja 420 MPa. Pelat lantai yang digunakan memiliki tebal 10 cm. Balok dirancang sebanyak 3 jenis yaitu B1 dengan dimensi 40/60, B2 dengan dimensi 30/50, dan B3 dengan dimensi 20/40. Kolom yang digunakan sebesar 60/60. Fondasi yang digunakan merupakan fondasi dalam dengan *square pile* dengan jumlah bervariasi dari 2,4 hingga 6 dan kedalaman yang direncanakan hingga menyentuh tanah keras yaitu sedalam 30 m. Perencanaan yang telah dilakukan pada tugas akhir ini menunjukkan bahwa walaupun jenis tanah yang terdapat di Pontianak adalah tanah gambut, namun Gedung bertingkat yang di rancang mampu menopang beban gempa yang terjadi.

**Kata kunci:** gedung bertingkat, beton bertulang, beban gempa

## **ABSTRACT**

*Kalimantan is an island that is relatively safe from natural disasters such as earthquakes, to find out whether the design of a multi-storey building with reinforced concrete material on the island of Kalimantan, especially Pontianak City, can be designed with earthquake resistance with KDS C with peat soil conditions in Pontianak. This final project will plan a multi-storey building that already exists in Pontianak City but is given an earthquake load that makes the planning of structural elements different from the existing building.*

*The writing of this final project uses the literature study method and the assistance of a structural analysis program with the latest SNI earthquake reference. Based on the calculation, a concrete quality of 30 MPa and a steel quality of 420 MPa are required. The floor slab used has a thickness of 10 cm. Beams are designed in 3 types, namely B1 with dimensions of 40/60, B2 with dimensions of 30/50, and B3 with dimensions of 20/40. The columns used are 60/60. The foundation used is a deep foundation with square piles with a varying number of 2.4 to 6 and a planned depth of 30 m to touch hard ground. The planning that has been done in this final assignment shows that although the type of soil found in Pontianak is peat soil, the designed high-rise building is able to support the earthquake load that occurs.*

**Keywords:** *high-rise building, reinforced concrete, earthquake load*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>I</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>II</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>III</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VI</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XII</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>XVII</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH .....	2
1.3 TUJUAN PENULISAN .....	3
1.4 BATASAN MASALAH .....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
<b>BAB II DATA BANGUNAN .....</b>	<b>6</b>
2.1 DATA DAN SPESIFIKASI BANGUNAN.....	6
2.1.1 <i>Spesifikasi Bangunan</i> .....	6
2.1.2 <i>Desain Bangunan Eksisting</i> .....	8
2.1.3 <i>Desain Bangunan termodifikasi</i> .....	19
<b>BAB III TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
3.1 UMUM .....	28
3.2 SPESIFIKASI MATERIAL .....	28
3.3 BALOK .....	30
3.3.1 <i>Balok Persegi</i> .....	30
3.3.2 <i>Balok T dan Balok L</i> .....	30
3.3.3 <i>Faktor Reduksi Kekuatan</i> .....	31

3.3.4	<i>Balok Akibat Momen Lentur</i> .....	33
3.3.5	<i>Balok Akibat Gaya Geser</i> .....	34
3.3.6	<i>Balok Akibat Torsi</i> .....	36
3.3.7	<i>Kekuatan Perlu</i> .....	38
3.4	PELAT .....	38
3.4.1	<i>Pelat Satu Arah</i> .....	39
3.4.2	<i>Pelat Dua Arah</i> .....	40
3.5	KOLOM .....	43
3.6	PEMBEBANAN .....	47
3.6.1	<i>Beban Mati</i> .....	47
3.6.2	<i>Beban Hidup</i> .....	48
3.6.3	<i>Beban Angin</i> .....	52
3.6.4	<i>Beban Gempa</i> .....	53
3.6.5	<i>Kombinasi Pembebanan</i> .....	87
3.7	FONDASI .....	88
3.7.1	<i>Pile Cap</i> .....	91
<b>BAB IV METODOLOGI PERHITUNGAN</b> .....		<b>93</b>
4.1	PENGUMPULAN DATA .....	93
4.2	<i>PRELIMINARY DESIGN</i> .....	93
4.3	ANALISIS STRUKTUR .....	93
4.4	PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR .....	94
4.5	PERENCANAAN TULANGAN .....	94
4.6	PERENCANAAN FONDASI .....	94
4.7	DIAGRAM ALIR PERENCANAAN .....	95
<b>BAB V <i>PRELIMINARY DESIGN</i></b> .....		<b>96</b>
5.1	KATEGORI DESAIN SEISMIK .....	96
5.2	PERENCANAAN AWAL DIMENSI BALOK .....	104
5.3	PERENCANAAN AWAL DIMENSI PELAT LANTAI .....	110
5.4	PERENCANAAN AWAL DIMENSI KOLOM .....	113
5.5	PERENCANAAN PILE CAP .....	117
5.6	PERENCANAAN TANGGA .....	120

5.6.1 Tangga Depan.....	122
5.6.2 Tangga Utama.....	124
5.6.3 Tangga Darurat .....	133
5.7 PERENCANAAN LIFT .....	137
<b>BAB VI ANALISIS STRUKTUR.....</b>	<b>139</b>
6.1 UMUM .....	139
6.2 PEMODELAN BALOK.....	141
6.3 PEMODELAN KOLOM.....	144
6.4 PEMODELAN PELAT LANTAI.....	144
6.5 PEMODELAN TANGGA .....	147
6.6 PEMODELAN LIFT .....	147
6.7 PEMODELAN PEMBEBANAN.....	147
6.7.1 Beban Mati.....	148
6.7.2 Beban Hidup .....	152
6.7.3 Beban Angin.....	153
6.7.4 Beban Gempa.....	163
6.7.5 Kombinasi Pembebanan .....	166
6.8 ASUMSI PERENCANAAN DALAM PROGRAM ANALISIS STRUKTUR .....	168
<b>BAB VII PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR.....</b>	<b>174</b>
7.1 PENGECEKAN RASIO PARTISIPASI MODAL MASSA.....	174
7.2 FAKTOR SKALA GAYA GEMPA .....	175
7.3 PEMERIKSAAN SIMPANGAN ANTAR TINGKAT .....	180
7.4 PEMERIKSAAN PENGARUH P-DELTA .....	181
7.5 PEMERIKSAAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL PADA STRUKTUR.....	183
7.5.1 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b.....	183
7.5.2 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2.....	189
7.5.3 Ketidakberaturan Horizontal tipe 3.....	190
7.5.4 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 4.....	191
7.5.5 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 5.....	191
7.6 PEMERIKSAAN KETIDAKBERATURAN VERTIKAL PADA STRUKTUR.....	192
7.6.1 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b .....	192

7.6.2 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 .....	195
7.6.3 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 3 .....	196
7.6.4 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 4 .....	196
7.6.5 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b .....	197
7.7 REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL DAN KETIDAKBERATURAN VERTIKAL .....	198
7.8 KONSEKUENSI KETIDAKBERATURAN HORIZONTAL.....	199
<b>BAB VIII PERENCANAAN TULANGAN .....</b>	<b>209</b>
8.1 PENULANGAN PELAT LANTAI.....	209
8.1.1 Desain Tulangan Pelat Lantai .....	210
8.1.2 Desain Tulangan Pelat Tangga dan Bordes .....	220
8.2 PENULANGAN BALOK.....	226
8.2.1 Lentur .....	226
8.2.2 Geser .....	239
8.2.3 Torsi .....	250
8.2.4 Persyaratan Balok SRPMK.....	259
8.2.5 Rekapitulasi Tulangan Balok .....	272
8.3 PENULANGAN KOLOM.....	273
8.3.1 Kelangsingan Kolom.....	274
8.3.2 Pembesaran Momen Rangka Bergoyang .....	279
8.3.3 Diagram Interaksi Kolom Persegi .....	290
8.3.4 Tulangan Longitudinal Kolom .....	297
8.3.5 Tulangan Transversal Kolom.....	299
8.3.6 Pengecekan Syarat SRPMK Pada Kolom .....	304
8.3.7 Joint Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	309
<b>BAB IX PERENCANAAN FONDASI .....</b>	<b>315</b>
9.1 UMUM .....	315
9.2 DAYA DUKUNG FONDASI .....	319
9.3 PERENCANAAN <i>PILE CAP</i> .....	323
9.4 DAYA DUKUNG KELOMPOK TIANG .....	324
9.5 DAYA DUKUNG INDIVIDU TIANG .....	327

9.6 PEMERIKSAAN GESER PADA <i>PILE CAP</i> .....	331
9.7 PENULANGAN <i>PILE CAP</i> .....	336
9.7.1 <i>Arah X</i> .....	337
9.7.2 <i>Arah Y</i> .....	338
<b>BAB X PENUTUP</b> .....	<b>341</b>
10.1 KESIMPULAN .....	341
10.2 SARAN .....	343
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>345</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 tampak depan bangunan.....	8
Gambar 2-2 tampak samping kiri bangunan .....	9
Gambar 2-3 tampak belakang bangunan.....	10
Gambar 2-4 tampak samping kanan bangunan .....	11
Gambar 2-5 denah lantai 1 .....	12
Gambar 2-6 denah lantai 2 .....	13
Gambar 2-7 denah lantai 3 .....	14
Gambar 2-8 denah lantai 4 .....	15
Gambar 2-9 denah lantai 5 .....	16
Gambar 2-10 denah lantai 6 .....	17
Gambar 2-11 denah atap .....	18
Gambar 2-12 tampak depan bangunan.....	19
Gambar 2-13 tampak samping kiri bangunan .....	20
Gambar 2-14 tampak belakang bangunan.....	21
Gambar 2-15 tampak samping kanan bangunan .....	22
Gambar 2-16 denah lantai 1 .....	23
Gambar 2-17 denah lantai 2 .....	24
Gambar 2-18 denah lantai 3 .....	25
Gambar 2-19 denah lantai 4-6.....	26
Gambar 2-20 denah lantai dak atap.....	27
Gambar 3-1 contoh bagian dari pelat yang diikutkan dengan balok untuk desain torsi.....	31
Gambar 3-2 potongan penampang balok yang dicor monolit dengan pelat.....	40
Gambar 3-3 kombinasi beban kritis kolom.....	45
Gambar 3-4 faktor panjang efektif (k) .....	47
Gambar 3-5 jarak patahan untuk berbagai lokasi situs proyek .....	57
Gambar 3-6 spektrum respons desain .....	61
Gambar 3-7 parameter gerak tanah $S_s$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5%).....	62

Gambar 3-8 parameter gerak tanah, $S1$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5%).....	63
Gambar 3-9 PGA. gempa maksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik ( $MCE_G$ ) wilayah Indonesia .....	64
Gambar 3-10 $C_{RS}$ , koefisien risiko terpetakan, periode spektrum respons 0,2-detik .....	65
Gambar 3-11 $C_{R1}$ , koefisien risiko terpetakan, periode respons spektral 1 detik .	66
Gambar 3-12 peta transisi periode panjang, $T_L$ , wilayah Indonesia .....	67
Gambar 3-13 ketidakberaturan horizontal .....	74
Gambar 3-14 ketidakberaturan vertikal .....	77
Gambar 3-15 faktor pembesaran torsi, $A_x$ .....	84
Gambar 3-16 penentuan simpangan antar tingkat.....	85
<i>Gambar 5-1 Data tanah kantor Gubernur Kalimantan Barat.....</i>	<i>96</i>
<i>Gambar 5-2 Data tanah kantor Gubernur Kalimantan Barat lanjutan .....</i>	<i>97</i>
<i>Gambar 5-3 Nilai <math>S_s</math> dan <math>S1</math> .....</i>	<i>100</i>
<i>Gambar 5-4 Denah balok lantai 1 .....</i>	<i>105</i>
<i>Gambar 5-5 Denah balok lantai 2 .....</i>	<i>106</i>
<i>Gambar 5-6 Denah balok lantai 3 .....</i>	<i>107</i>
<i>Gambar 5-7 Denah balok lantai 4-6.....</i>	<i>108</i>
<i>Gambar 5-8 Denah balok lantai dak .....</i>	<i>109</i>
<i>Gambar 5-9 Pelat lantai terpilih.....</i>	<i>110</i>
<i>Gambar 5-10 Kolom terpilih.....</i>	<i>113</i>
<i>Gambar 5-11 Desain Fondasi.....</i>	<i>120</i>
Gambar 6-1 pemodelan 3D pada <i>software</i> analisis struktur .....	139
Gambar 6-2 <i>define material</i> .....	140
Gambar 6-3 <i>define material</i> .....	141
Gambar 6-4 <i>define section</i> balok.....	142
Gambar 6-5 <i>define section</i> balok.....	143
Gambar 6-6 <i>define section</i> balok.....	143
Gambar 6-7 pemodelan pelat lantai 1 .....	144
Gambar 6-8 pemodelan pelat lantai 2 .....	145

Gambar 6-9 pemodelan pelat lantai 3 .....	145
Gambar 6-10 pemodelan pelat lantai 4-6 .....	146
Gambar 6-11 pemodelan pelat lantai atap.....	146
Gambar 6-12 pemodelan pelat lantai atap machine room.....	147
Gambar 6-13 <i>define load patterns</i> .....	148
Gambar 6-14 <i>define load case</i> .....	148
Gambar 6-15 kombinasi beban mati .....	149
Gambar 6-16 kombinasi beban mati .....	149
Gambar 6-17 pemilihan kasus angin yang bekerja .....	153
Gambar 6-18 peta kecepatan angin dasar.....	154
Gambar 6-19 tabel perhitungan angin dasar .....	154
Gambar 6-20 beban angin arah X .....	162
Gambar 6-21 beban angin arah Y .....	163
Gambar 6-22 <i>define load case</i> beban gempa .....	164
Gambar 6-23 <i>define load case</i> beban gempa .....	165
Gambar 6-24 <i>define load case</i> beban gempa .....	165
Gambar 6-25 <i>define load combinations</i> .....	167
Gambar 6-26 <i>define load combinations</i> .....	167
Gambar 6-27 <i>define load combinations</i> .....	168
Gambar 6-28 <i>define modal case</i> .....	169
Gambar 6-29 asumsi pondasi jepit pada perencanaan .....	170
Gambar 6-30 asumsi pondasi jepit pada perencanaan .....	170
Gambar 6-31 asumsi pondasi jepit pada perencanaan .....	171
Gambar 6-32 asumsi pondasi jepit pada perencanaan .....	171
Gambar 6-33 tingkat kekakuan balok-kolom.....	172
Gambar 6-34 kekakuan diafragma .....	172
Gambar 6-35 <i>diaphragm</i> .....	173
Gambar 8-1 Pelat lantai tinjauan.....	211
Gambar 8-2 Tinggi efektif pelat lantai.....	212
Gambar 8-3 Tinggi efektif pelat lantai.....	221
Gambar 8-4 Balok tinjauan, label B360 dan B361 lantai 3.....	227
Gambar 8-5 Tinggi efektif balok.....	228

Gambar 8-6 Diagram gaya dalam .....	231
Gambar 8-7 Diagram gaya dalam .....	233
Gambar 8-8 Diagram gaya dalam .....	235
Gambar 8-9 Diagram gaya dalam .....	237
Gambar 8-10 Balok tinjauan geser tumpuan, Label B820 lantai 3 .....	240
Gambar 8-11 Balok tinjauan geser lapangan, Label B361 lantai 3.....	240
Gambar 8-12 Jarak spasi tulangan maksimal daerah tumpuan .....	243
Gambar 8-13 Diagram gaya dalam .....	245
Gambar 8-14 Syarat jarak maksimal tulangan geser daerah lapangan .....	246
Gambar 8-15 Diagram gaya dalam .....	248
Gambar 8-16 Balok tinjauan B1, Label B525 lantai 3 .....	251
Gambar 8-17 Diagram gaya dalam .....	252
Gambar 8-18 Persamaan untuk nilai Panjang penyaluran kondisi tarik .....	264
Gambar 8-19 Definisi faktor modifikasi .....	265
Gambar 8-20 Persamaan Panjang penyaluran dalam kondisi tekan .....	266
Gambar 8-21 Definisi faktor modifikasi .....	266
Gambar 8-22 Persyaratan Panjang penyaluran tarik .....	267
Gambar 8-23 Definisi faktor modifikasi .....	268
Gambar 8-24 Persyaratan Panjang sambungan lewatan .....	272
Gambar 8-25 Rencana tulangan terpasang .....	273
Gambar 8-26 Diagram momen akibat tulangan terpasang.....	273
Gambar 8-27 Kolom tinjauan pada lantai 2 .....	275
Gambar 8-28 Kolom K1 yang ditinjau.....	275
Gambar 8-29 Kolom K1 yang ditinjau.....	276
Gambar 8-30 K1 tinjauan pada arah X .....	276
Gambar 8-31 Penentuan faktor Panjang efektif ( $k$ ) untu K1 Arah X.....	277
Gambar 8-32 K1 tinjauan pada arah Y .....	278
Gambar 8-33 Penentuan faktor Panjang efektif ( $k$ ) untu K1 Arah X.....	279
Gambar 8-34 Diagram gaya dalam .....	286
Gambar 8-35 Diagram regangan dan tegangan pada kolom persegi .....	291
Gambar 8-36 Diagram interaksi kolom persegi 600x600 mm.....	297
Gambar 8-37 Diagram interaksi kolom.....	300

Gambar 8-38 Rencana tulangan terpasang.....	304
Gambar 8-39 <i>Joint</i> tinjauan.....	305
Gambar 8-40 Contoh penulangan geser pada $P_u > 0,3Agf_c'$ .....	308
Gambar 8-41 Rencana tulangan pada <i>joint</i> .....	314
Gambar 9-1 Tiktik fondasi yang akan ditinjau .....	315
Gambar 9-2 Data <i>standard penetration test</i> (SPT) yang digunakan.....	320
Gambar 9-3 Data <i>standard penetration test</i> (SPT) yang digunakan.....	321
Gambar 9-4 Jarak tiang pancang ke titik berat fondasi.....	327
Gambar 9-5 Pemeriksaan geser satu arah pada <i>pile cap</i> .....	334
Gambar 9-6 Pemeriksaan geser dua arah pada <i>pile cap</i> .....	334
Gambar 9-7 Potongan arah X <i>pile cap</i> .....	337
Gambar 9-8 Potongan arah Y <i>pile cap</i> .....	338
Gambar 9-9 Desain tulangan fondasi yang ditinjau.....	340

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 batasan nilai $f_c'$ .....	28
Tabel 3-2 tulangan ulir nonprategang .....	29
Tabel 3-3 tulangan polos nonprategang .....	29
Tabel 3-4 tinggi minimum balok nonprategang.....	30
Tabel 3-5 batasan dimensi lebar sayap efektif untuk Balok-T.....	31
Tabel 3-6 faktor reduksi kekuatan.....	32
Tabel 3-7 nilai $\beta_1$ untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen .....	34
Tabel 3-8 ambang batas torsi untuk penampang solid.....	36
Tabel 3-9 ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang.....	39
Tabel 3-10 ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm).....	41
Tabel 3-11 ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya .....	42
Tabel 3-12 kekuatan aksial maksimum.....	46
Tabel 3-13 beban hidup terdistribusi merata minimum, $L_o$ dan beban hidup terpusat minimum .....	49
Tabel 3-14 kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa .....	54
Tabel 3-15 faktor keutamaan gempa.....	55
Tabel 3-16 klasifikasi situs .....	56
Tabel 3-17 koefisien situs, $F_a$ .....	58
Tabel 3-18 koefisien situs $F_v$ .....	59
Tabel 3-19 kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	68
Tabel 3-20 kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik .....	69
Tabel 3-21 faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem pemikul gaya seismik .....	69
Tabel 3-22 ketidakberaturan horizontal pada struktur .....	71
Tabel 3-23 ketidakberaturan vertikal pada struktur .....	75
Tabel 3-24 prosedur analisis yang diizinkan.....	79
Tabel 3-25 koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung .....	81
Tabel 3-26 nilai parameter periode pendekatan $C_t$ dan $\alpha$ .....	82

Tabel 3-27 simpangan antar tingkat izin, $\Delta a, a, b$ .....	86
Tabel 6-1 dimensi balok.....	142
Tabel 6-2 beban hidup setiap lantai .....	152
Tabel 6-3 perhitungan nilai tekanan angin arah X.....	161
Tabel 6-4 perhitungan nilai tekanan angin arah Y.....	161
Tabel 6-5 Beban angin arah X .....	162
Tabel 6-6 Beban angin arah Y .....	163
Tabel 7-1 Partisi Masa Rasio .....	174
Tabel 7-2 Berat seismik struktur (W).....	178
Tabel 7-3 Nilai $V_t$ .....	178
Tabel 7-4 Nilai $V_t$ dengan skala faktor baru.....	179
Tabel 7-5 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Arah X .....	180
Tabel 7-6 Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Arah Y .....	181
Tabel 7-7 Arah X .....	182
Tabel 7-8 Arah Y .....	182
Tabel 7-9 Eksentrisitas Akibat Torsi Bawaan.....	184
Tabel 7-10 Eksentrisitas Akibat Torsi Tak Terduga.....	185
Tabel 7-11 Faktor Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga .....	186
Tabel 7-12 Eksentrisitas Desain Arah X.....	187
Tabel 7-13 Eksentrisitas Desain Arah Y .....	187
Tabel 7-14 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a .....	188
Tabel 7-15 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1b .....	188
Tabel 7-16 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 2 .....	189
Tabel 7-17 Ketidakberaturan Horizontal Tipe 3 .....	190
Tabel 7-18 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a dan 1b.....	193
Tabel 7-19 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 .....	195
Tabel 7-20 Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a dan 5b.....	197
Tabel 7-21 Ketidakberaturan Horizontal .....	198
Tabel 7-22 Ketidakberaturan Vertikal .....	199
Tabel 8-1 Gaya dalam pelat lantai .....	210
Tabel 8-2 Rekapitulasi desain penulangan pelat lantai arah X .....	218
Tabel 8-3 Rekapitulasi desain penulangan pelat lantai arah Y .....	219

Tabel 8-4 Gaya dalam pada pelat tangga dan bordes.....	220
Tabel 8-5 Nilai rasio tulangan minimum .....	224
Tabel 8-6 Rekapitulasi desain penulangan lentur Pelat Tangga dan Bordes .....	225
Tabel 8-7 Rekapitulasi desain penulangan susut dan suhu pelat tangga dan bordes .....	225
Tabel 8-8 Rekapitulasi gaya dalam M3 untuk penulangan lentur pada balok ....	227
Tabel 8-9 Rekapitulasi tulangan lentur balok .....	238
Tabel 8-10 Gaya dalam $V_2$ untuk penulangan geser balok .....	239
Tabel 8-11 Rekapitulasi desain tulangan geser balok .....	249
Tabel 8-12 Rekapitulasi gaya dalam T untuk penulangan torsi pada balok .....	250
Tabel 8-13 Pemeriksaan bentang bersih .....	260
Tabel 8-14 Pemeriksaan lebar penampang .....	260
Tabel 8-15 Rekapitulasi perbandingan momen positif dan momen <i>negative joint</i> .....	261
Tabel 8-16 Rekapitulasi tulangan longitudinal kekuatan momen positif dan negatif .....	262
Tabel 8-17 Pemeriksaan jarak tulangan sengkang .....	263
Tabel 8-18 Pemeriksaan pemasangan sengkang .....	263
Tabel 8-19 Geometri kait standar untuk penyaluran batang ulir pada kondisi tarik .....	269
Tabel 8-20 Diameter sisi dalam bengkokan minimum dan geometri kait standar untuk Sengkang, ikat silang, dan Sengkang pengekang .....	270
Tabel 8-21 Penentuan kelas tipe sambungan lewatan.....	271
Tabel 8-22 Rekapitulasi tulangan balok terpasang .....	272
Tabel 8-23 Gaya dalam pada kolom K1 tinjauan C85 .....	280
Tabel 8-24 Perhitungan $\Sigma P_u$ dan $\Sigma P_c$ pada kolom K1 lantai tinjauan.....	287
Tabel 8-25 Tabel perhitungan pembesaran momen rangka bergoyang kolom tinjauan.....	289
Tabel 8-26 Rekapitulasi perhitungan diagram interaksi kolom K1 lantai 2 .....	295
Tabel 8-27 Nilai gaya dalam $P_u$ dan $M_u$ .....	295
Tabel 8-28 Nilai persamaan untuk tulangan transversal .....	301
Tabel 9-1 Nilai beban layan pada perancangan fondasi.....	316

Tabel 9-2 Pemeriksaan daya dukung kelompok tiang .....	325
Tabel 9-3 Pemeriksaan daya dukung individu tiang .....	328
Tabel 9-4 Nilai beban ultimit pada perancangan fondasi.....	331
Tabel 9-5 Rekapitulasi penulangan <i>pile cap</i> .....	340

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kantor merupakan bangunan yang digunakan untuk mengakomodasi kegiatan administrasi dan menjalankan kegiatan operasional sebuah instansi. Pembangunan sebuah kantor tidak lepas dari adanya proses perancangan struktur bangunan. Perancangan Gedung kantor harus kuat dan kokoh untuk bertahan dari kegagalan struktur yang diakibatkan oleh gempa bumi. Gempa bumi sendiri merupakan kejadian alam yang menimbulkan beban dinamis pada bangunan dan dapat memberi kerusakan serius pada struktur bangunan, hingga menyebabkan keruntuhan sehingga dapat menimbulkan korban jiwa.

Menurut Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia pada tahun 2017, Kalimantan Barat termasuk zona gempa ringan hingga sedang, oleh sebab itu perhitungan kekuatan struktur bangunan harus mampu menahan beban gempa yang terjadi. Perhitungan gempa pada tugas akhir ini menggunakan metode Sistem Rangka Pemikul Momen, yang mana beban lateral akibat gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur.

Sistem Rangka Pemikul Momen dibagi menjadi 3 kategori sesuai dengan kategori desain seismik pada daerah yang akan ditinjau yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa yang digunakan untuk kategori desain seismik A dan B, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah yang digunakan untuk kategori desain seismik C, serta Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus yang digunakan untuk kategori desain seismik D hingga F. Sistem Rangka Pemikul Momen dapat digunakan pada beberapa material struktur, satu diantaranya yaitu material beton bertulang. Banyak bangunan-bangunan modern yang menggunakan material beton bertulang sebagai material gedung bertingkat. Material beton bertulang dipilih karena memiliki keunggulan, yaitu kuat, dapat dibentuk sesuai keinginan, dan bahan pembuatannya mudah untuk didapatkan.

Pada tugas akhir ini, bangunan yang akan dijadikan objek perhitungan adalah gedung Kantor Gubernur baru Provinsi Kalimantan Barat. Gedung Kantor Gubernur yang baru ini, terletak pada kawasan yang sama dengan gedung Kantor Gubernur

Kalimantan Barat yang lama, yaitu pada Jalan Jendral Ahmad Yani, Kecamatan Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Data yang digunakan berupa data existing Kantor Gubernur Kalimantan Barat dengan memodifikasi bagian rangka atap yang diubah menjadi pelat lantai dak, sehingga terdapat peningkatan lantai, dari 6 lantai menjadi 7 lantai serta memodifikasi denah dan tangga agar menjadi lebih sederhana untuk memudahkan perhitungan pada tingkatan sarjana.

Peraturan-peraturan yang digunakan untuk perhitungan dalam tugas akhir ini disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia tentang gempa dan struktur yang terbaru, yaitu SNI-1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI-2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, serta digunakan juga acuan SNI-1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

Berdasarkan uraian diatas, penulis ingin merancang ulang struktur bangunan bertingkat dengan material struktur beton bertulang yang tahan gempa dengan menggunakan metode sistem rangka pemikul momen khusus, walaupun kenyataannya untuk gedung perkantoran di Kalimantan Barat tergolong desain kategori seismik C, hal ini dilakukan dengan tujuan pembelajaran bagi penulis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah dijabarkan diatas, didapatkan rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini:

1. Apa saja tahapan perhitungan struktur gedung bertingkat tahan gempa berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)?
2. Bagaimana cara menganalisis struktur gedung bertingkat dengan program analisis struktur?
3. Bagaimana merencanakan fondasi gedung bertingkat pada kondisi tanah di Pontianak?

### **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu merencanakan gedung kantor bertingkat dengan struktur beton bertulang
2. Mampu memahami tahapan-tahapan dalam proses perencanaan pada struktur bangunan bertingkat.
3. Mampu memahami penggunaan SNI terbaru sebagai acuan perhitungan struktur bangunan.
4. Mampu merancang bangunan tahan gempa dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
5. Mampu merencanakan fondasi pada gedung bertingkat

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar tidak terjadi kesalahpahaman pada pembahasan masalah yang akan diuraikan, maka diambil batasan masalah untuk tugas akhir ini, yakni:

1. Struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus
2. Perencanaan mencakup sistem rangka utama gedung yaitu kolom, balok dan plat lantai dan plat lantai dak dan struktur fondasi serta struktur pendukung berupa tangga.
3. Perancangan struktur dan beban berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia yang digunakan dalam perhitungan yaitu:
  - SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan.
  - SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
  - SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
4. Analisis perhitungan menggunakan bantuan program analisis struktur
5. Data tanah yang digunakan merupakan data sekunder pada kantor Gubernur Kalimantan Barat.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini akan dibagi menjadi beberapa topik pembahasan yang berbeda-beda. Sistematika penulisan yang direncanakan yaitu sebagai berikut:

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup masalah dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini,

### 2. BAB II DATA GEDUNG

Bab ini melampirkan data-data, spesifikasi material dan denah arsitektural yang akan digunakan untuk perhitungan pada tugas akhir ini.

### 3. BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjabarkan seluruh teori dan peraturan yang akan digunakan untuk perhitungan gedung kantor gubernur tujuh lantai dengan sistem rangka pemikul momen khusus.

### 4. BAB IV METODOLOGI PERHITUNGAN

Bab ini membahas tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam perhitungan gedung kantor tujuh lantai dengan sistem rangka pemikul momen dimulai dari *preliminary design*, analisis struktur gedung, pengecekan perilaku struktur, perencanaan tulangan dan perencanaan fondasi serta diagram alir perencanaan.

### 5. BAB V PERENCANAAN AWAL

Pada bab ini dilakukan perencanaan awal dimensi balok, tebal pelat, dimensi kolom dan perencanaan sarana pendukung berupa tangga dan lift.

### 6. BAB VI ANALISIS STRUKTUR

Bab ini membahas pemodelan struktur bagian atas (*upper structure*), pembebanan yang bekerja pada struktur bagian atas secara keseluruhan kemudian seluruh beban tersebut dikombinasikan untuk memperoleh gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur tersebut dibantu dengan program analisis struktur.

### 7. BAB VII PENGECEKAN PERILAKU STRUKTUR

Bab ini akan dilakukan pemeriksaan perilaku struktur yang terdiri dari rasIo partisi modal massa, faktor skala gaya gempa, simpangan antar tingkat,

pengaruh P-delta, ketidakberaturan horizontal dan vertikal pada struktur bangunan.

8. BAB VIII PERENCANAAN TULANGAN

Bab ini membahas perencanaan tulangan yang akan dipakai pada pelat lantai, pelat tangga, bordes, pelat lantai dak, balok, dan kolom dengan mengolah hasil *output* dari program analisis struktur berupa hasil-hasil gaya dalam serta pemeriksaan persyaratan sistem rangka pemikul momen yang digunakan.

9. BAB IX PERENCANAAN FONDASI

Bab ini membahas tentang perencanaan fondasi yang akan digunakan yang terdiri dari daya dukung fondasi, pemeriksaan geser pada *pile cap*, dan perencanaan tulangan pada *pile cap*.

10. BAB X PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang dihasilkan dari pengerjaan tugas akhir ini

11. DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini akan dicantumkan seluruh referensi yang digunakan sebagai pendukung pada saat penyusunan tugas akhir ini.

12. LAMPIRAN

Seluruh data-data sekunder maupun primer yang digunakan pada perhitungan tugas akhir ini akan dilampirkan pada bagian ini.