

# PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG UNIVERSAL MEDICAL CENTER DI PANDAAN DENGAN MENGUNAKAN SISTEM GANDA (DUAL SISTEM)

Alexander Vedy Christianto

## ABSTRAK

*Gedung Universal Medical Center ini pada perhitungan strukturnya akan dirancang untuk diaplikasikan di daerah yang memiliki resiko gempa tinggi yaitu kota Pandaan dengan menggunakan sistem ganda (Dual System). Dual System adalah salah satu sistem struktur yang beban gravitasinya dipikul sepenuhnya oleh space frame, sedangkan beban lateralnya dipikul bersama oleh space frame dan shearwall. Space frame sekurang-kurangnya memikul 25% dari beban lateral dan sisanya dipikul oleh shearwall. Karena shearwall dan space frame dalam Dual System merupakan merupakan satu kesatuan struktur maka diharapkan keduanya dapat mengalami defleksi lateral yang sama atau setidaknya space frame mampu mengikuti defleksi lateral yang terjadi. Shearwall sendiri artinya adalah dinding geser yang terbuat dari beton bertulang dimana tulangan-tulangan tersebut yang akan menerima gaya lateral akibat beban gempa sebesar beban yang telah direncanakan. Perancangan gedung ini berdasarkan "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung" (SNI 2847:2013) dan "Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung" (SNI 03-1726-2012). Untuk analisa perhitungan struktur, menggunakan program SAP 2000. Dari hasil analisa struktur, kemudian didapatkan dimensi profil balok induk 30/60 (4D25 & 5D25), balok anak 20/30 (5D16 & 5D16), dimensi kolom 60 x 60 (12D25), dimensi sloof adalah 35/70 (3D25 & 3D25), tebal plat lantai: 13 cm, dimensi tiang pancang Ø50 cm dengan kedalaman tiang 12 m, dimensi poer 3m x 3 m x 1 m (D25-150)*

**Kata kunci: perencanaan, Bangunan Tahan Gempa, Sistem Ganda**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	<b>Error! Bookmark not defined.i</b>
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum .....	4
2.2 Pengertian Sistem Ganda .....	4
2.2.1 Konsep Desain Perancangan .....	4
2.2.2 Preliminary design .....	5
2.2.3 Pembebanan dan Gaya Gempa .....	8
2.2.4 Perhitungan struktur sekunder .....	34
2.2.5 Perhitungan struktur primer .....	34
2.2.6 Perhitungan Pondasi.....	43
BAB III METODOLOGI.....	47
3.1 Umum .....	47
3.2 Metodologi Pengerjaan.....	47
3.3 Diagram Alir Penyelesaian (Flowchart).....	49
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	65
4.1 PRELIMINARY .....	65
4.1.1 Data Umum .....	65
4.1.2 Perancangan Dimensi Struktur.....	65
4.1.3 Perancangan Dimensi Balok Induk.....	65
4.1.4 Perancangan Dimensi Balok Anak.....	74
4.1.5 Perancangan Dimensi Kolom.....	74
4.1.6 Perancangan Dimensi Tangga.....	79
4.1.7 Perancangan Dimensi Pelat.....	83
4.1.8 Perancangan Shearwall .....	95
4.2 ANALISA PEMBEBANAN .....	97
4.2.1 Menentukan jenis tanah (Site Class).....	97
4.2.2 Menentukan Nilai Spektra Percepatan $S_s$ dan $S_i$ .....	97
4.2.3 Menentukan Koefisien Situs (Site Coefficient), $F_a$ dan $F_v$ .....	99
4.2.4 Menentukan Kategori Resiko (Risk Category) bangunan dan Faktor Keutamaan $I_e$ .....	101
4.2.5 Nilai parameter respon spektrum percepatan pada periode pendek dan pada perioda 1 detik (SMS dan SMI), berdasarkan pasal 6.2 maka : .....	102

4.2.6	Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek SDS dan pada perioda 1 detik, SDI .....	102
4.2.7	Penentuan Perioda.....	102
4.2.8	Menghitung Periode Fundamental Perkiraan.....	102
4.2.9	Respons Spektrum Desain .....	103
4.2.10	Hasil Respons Spektrum Desain .....	104
4.2.11	Menghitung Batas Periode Struktur Cu Ta .....	107
4.2.12	Koefisien respon Seismik (Cs).....	108
4.2.13	Perhitungan Gaya Geser Dasar .....	109
4.2.14	Kontrol Simpangan .....	109
4.2.15	Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum.....	111
4.2.16	Kontrol Partisipasi Massa .....	112
4.2.17	Kontrol Sistem Ganda.....	112
4.3	PENULANGAN PELAT .....	113
4.3.1	Perhitungan momen-momen pelat .....	114
4.3.2	Perhitungan penentuan tulangan pelat .....	115
4.3.3	Penulangan Daerah Lapangan.....	115
4.3.4	Penulangan Daerah Tumpuan .....	120
4.4	PERANCANGAN BALOK ANAK.....	124
4.4.1	Pola Pembebanan .....	124
4.4.2	Penulangan Balok Anak.....	125
4.5	PERANCANGAN BALOK PENGGANTUNG LIFT.....	131
4.6	PERANCANGAN TANGGA .....	139
4.6.1	Perhitungan Penulangan Tangga.....	139
4.6.2	Perhitungan Penulangan Bordes .....	141
4.7	PERHITUNGAN BALOK INDUK .....	143
4.7.1	Balok Lantai arah X (B1) 30/60.....	143
4.8	PERHITUNGAN KOLOM .....	159
4.8.1	Perancangan Kolom Interior (Kolom 312) .....	159
4.9	PERHITUNGAN SHEARWALL (DINDING GESER).....	172
4.10	PERHITUNGAN PONDASI .....	181
4.10.1	Umum.....	181
4.10.2	Perhitungan Daya Dukung Ijin (Pijin) .....	181
4.10.3	Daya Dukung Tanah .....	182
4.10.4	Perhitungan Pondasi Kolom.....	184
4.11	PERHITUNGAN PONDASI SHEARWALL .....	197
4.11.1	Pondasi Shearwall .....	197
4.11.2	Perhitungan Kontrol Geser Ponds.....	202
4.12	PERHITUNGAN SLOOF.....	202
	BAB V PENUTUP.....	212
5.1	Kesimpulan .....	212
	DAFTAR PUSTAKA .....	214

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tebal minimum non-prategang atau pelat satu arah .....	6
Tabel 2.2. Klasifikasi situs .....	8
Tabel 2.3. Koefisien situs, $F_a$ .....	9
Tabel 2.4. Koefisien Situs, $F_v$ .....	10
Tabel 2.5. Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung .....	10
Tabel 2.6. Faktor Keutamaan, $I_e$ SNI 1726:2012. ....	12
Tabel 2.7. Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\beta$ untuk system penahan gaya gempa .....	14
Tabel 2.8. Koefisien Untuk Batas Atas pada Perioda yang Dihitung .....	33
Tabel 2.9. Nilai parameter perioda pendekatan $t_C$ dan $x$ .....	33
Tabel 4.1. Beban Yang Bekerja Pada Balok .....	67
Tabel 4.2. Beban Merata Yang Bekerja Pada Balok .....	67
Tabel 4.3. Perbandingan Perhitungan Perencanaan Balok .....	73
Tabel 4.8. Beban mati yang dipikul kolom tipe I .....	76
Tabel 4.9. Beban hidup yang dipikul kolom tipe I .....	76
Tabel 4.10. Beban mati yang dipikul kolom tipe E .....	78
Tabel 4.11. Beban hidup yang dipikul kolom tipe I .....	78
Tabel 4.12. Data Tanah .....	97
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Desain Spektra Indonesia .....	98
Tabel 4.14. Koefisien situs, $F_a$ .....	99
Tabel 4.15. Koefisien Situs, $F_v$ .....	100
Tabel 4.16. Kategori risiko bangunan gedung untuk beban gempa .....	101
Tabel 4.17. Faktor Keutamaan, $I_e$ SNI 1726:2012. ....	101
Tabel 4.18. Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\beta$ untuk system penahan gaya gempa .....	105
Tabel 4.19. Koefisien Untuk Batas Atas pada Perioda yang Dihitung .....	108
Tabel 4.20. Nilai parameter perioda pendekatan $t_C$ dan $x$ .....	108
Tabel 4.21. Kontrol drift arah $x$ tiap lantai .....	110
Tabel 4.22. Kontrol drift arah $y$ tiap lantai .....	110
Tabel 4.23. Kontrol nilai akhir respons spectrum .....	111
Tabel 4.24. Kontrol Partisipasi Massa .....	112
Tabel 4.25. Kemampuan Shearwall Terhadap Beban Gempa .....	113
Tabel 4.26. Hasil output kolom dari SAP .....	160

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hasil perhitungan Program Desain Spektra Indonesia.....	9
Gambar 2.2. Spectrum Response Desain .....	14
Gambar 2.3. Diagram tegangan tulangan rangkap.....	35
Gambar 3.1. Diagram alir penyelesaian skripsi .....	49
Gambar 3.2. Diagram alir Preliminary Design Balok.....	50
Gambar 3.3. Diagram alir Preliminary Design Kolom .....	50
Gambar 3.4. Diagram alir Preliminary dan Penulangan Pelat .....	52
Gambar 3.5. Diagram alir Preliminary dan Penulangan Balok.....	57
Gambar 3.6. Diagram alir Preliminary dan Penulangan Kolom .....	59
Gambar 3.7. Diagram alir Preliminary dan Penulangan Shearwall .....	61
Gambar 3.8. Diagram alir Preliminary dan Penulangan Pondasi.....	64
Gambar 4.1. Denah Rencana Balok dan Kolom .....	66
Gambar 4.2. Asumsi Pembebanan Pelat .....	66
Gambar 4.3. Daerah Pembebanan Kolom Type I .....	75
Gambar 4.4. Daerah Pembebanan Kolom tipe E .....	77
Gambar 4.5. Denah Perancangan Pelat A .....	83
Gambar 4.6. Denah Perancangan Pelat B .....	90
Gambar 4.7. Letak Geografis Bangunan dilihat dari google map.....	98
Gambar 4.8. Hasil perhitungan Program Desain Spektra Indonesia.....	98
Gambar 4.9. Spectrum Response Desain .....	104
Gambar 4.10. Hasil Respons Spectrum.....	104
Gambar 4.11. Potongan pelat A .....	114
Gambar 4.12. Pembebanan Balok Anak 20/30 .....	124
Gambar 4.13. Denah Lift .....	133
Gambar 4.14. Penampang Pelat Tangga .....	139
Gambar 4.15. Denah Balok Induk Lantai arah X (B1) 30/60 .....	144
Gambar 4.16. Penampang Balok T .....	149
Gambar 4.17. Detail Penulangan Balok 30/60.....	156
Gambar 4.18. Denah Kolom Interior yang ditinjau .....	159
Gambar 4.19. Diagram Interaksi P-M PCACOL.....	161
Gambar 4.20. Penampang Balok Dan Pelat .....	162
Gambar 4.21. Output Diagram Interaksi P-M Kolom Desain Atas .....	163
Gambar 4.22. Output Diagram Interaksi P-M Kolom Desain Bawah .....	164
Gambar 4.23. Output Diagram Interaksi Pn-Mpr Kolom Desain Atas,.....	167
Gambar 4.24. Output Diagram Interaksi Pn-Mpr Kolom Desain Bawah .....	167
Gambar 4.25. Detail Penulangan Kolom K1 60/60 .....	170
Gambar 4.26. Penampang Shearwall SW1 .....	173
Gambar 4.27. Potongan Melintang Panel SW1 .....	176
Gambar 4.28. Output Check Shearwall Design SW1 .....	178
Gambar 4.29. Rencana Denah Tiang Pancang.....	185
Gambar 4.30. Mekanika Gaya pada Poer Arah X.....	189
Gambar 4.31. Mekanika Gaya pada Poer Arah Y.....	191
Gambar 4.32. Bidang kritis pons.....	194

Gambar 4.33. Rencana Denah Tiang Pancang.....	198
Gambar 4.34. Pengaturan Jarak Tiang Pancang Pondasi Shearwall.....	200
Gambar 4.36. Pembebanan pada sloof.....	204
Gambar 4.37. Hasil diagram PCACOL.....	205
Gambar 4.38. Detail Penulangan Sloof 50/100.....	211

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Tanah.....	215
Lampiran 2. Data Tiang Pancang.....	216

## DAFTAR PUSTAKA

1. Asroni, Ali. (2010). *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta. Graha Ilmu
2. Departemen Pekerjaan Umum. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)*. Bandung: Ditjen Cipta Karya Direktorat Masalah Bangunan.
3. Departemen Pekerjaan Umum. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. Bandung : Badan Standardisasi Nasional (BSN)
4. Departemen Pekerjaan Umum. (2012). *Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012)*. Bandung : Badan Standardisasi Nasional (BSN)
5. Joseph , Bowles E. (1999). *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1*, Jakarta: Erlangga
6. Joseph , Bowles E. (1999). *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 2*, Jakarta: Erlangga
7. Nawy, E.G, Tavo dan Kusuma B. (2010). *Beton Bertulang Sebuah Pendekatan Mendasar Jilid 1*
8. Nawy, E.G, Tavo dan Kusuma B. (2010). *Beton Bertulang Sebuah Pendekatan Mendasar Jilid 2*
9. Purwono, Rahmat. (2005). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Surabaya : ITS Press
10. Suhendro, Bambang dan Trihadmojo, Bambang. (2011). *Belajar SAP 2000 Jilid 1*. Yogyakarta : Zamil Publishing
11. Suhendro, Bambang dan Trihadmojo, Bambang. (2011). *Belajar SAP 2000 Jilid 2*. Yogyakarta : Zamil Publishing
12. Terzaghi, Karl dan Ralph B. Peck. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta : Erlangga
13. Wang, C.K, dan Salmon, C.G. (1990). *Desain Beton Bertulang Edisi ke 4 Jilid 1*, Jakarta: Erlangga
14. Wang, C.K, dan Salmon, C.G. (1990). *Desain Beton Bertulang Edisi ke 4 Jilid 2*, Jakarta: Erlangga
15. MacGregor, J.G., Wight, J.K., (2009). *Reinforced Concrete Mechanics And Design*, 5th Edition, Prentice-Hall, Inc