

# **PENGARUH PENINGKATAN KAPASITAS AIR TERHADAP KEKUATAN STRUKTUR BAK SEDIMENTASI PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR**

**I Komang Muliarta  
NRP : 0021080**

**Pembimbing : Olga Pattipawaej, Ph.D**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat, menyebabkan permintaan masyarakat akan adanya air bersih semakin meningkat juga. PDAM Tirta Raharja Kabupaten Bandung melakukan peningkatan kapasitas air dari 200 liter/detik menjadi 400 liter/detik pada Instalasi Pengolahan Air. Peningkatan kapasitas ini dilakukan tanpa memperhitungkan pengaruhnya terhadap struktur bangunan tersebut. Pada penulisan Tugas Akhir ini hanya meninjau pengaruh terhadap bak sedimentasinya saja karena proses pengolahan air pada bagian ini memikul beban yang paling berat.

Perhitungan analisa struktur pada Tugas Akhir menggunakan program SAP 2000 v8.2.7 *Student Version*. Dalam analisa perhitungan struktur Tugas Akhir ini, penulis membandingkan hasil analisa sebelum dan sesudah penambahan kapasitas air terhadap desain komponen struktur yaitu balok, pelat dan dinding geser. Analisa struktur juga dilakukan dengan memperhitungkan pengaruh akibat beban gempa.

Dari hasil perhitungan, disimpulkan bahwa struktur bak sedimentasi Instalasi Pengolahan Air di Kabupaten Ciparay ini tidak memerlukan perubahan desain terhadap komponen-komponen struktur yang ada. Hal tersebut memperlihatkan bahwa struktur ini masih kuat untuk dapat menerima penambahan kapasitas air.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....</b>	i
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....</b>	ii
<b>ABSTRAK.....</b>	iii
<b>PRAKATA.....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI.....</b>	vi
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xii
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xvi
<b>BAB 1           PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Maksud dan Tujuan Penulisan.....	3
1.3    Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.4    Sistematika Pembahasan.....	4
<b>BAB 2           TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1    Sifat-sifat Fluida.....	6
2.1.1   Rapat Massa, Berat Jenis, Rapat Relatif.....	7
2.1.2   Kemampatan Zat Cair.....	8
2.1.3   Kekentalan (Visikositas) Zat Cair.....	9
2.1.4   Tegangan Permukaan.....	10

2.2	Hidrostatika.....	12
2.2.1	Tekanan.....	12
2.2.2	Tekanan pada Suatu Titik.....	14
2.2.3	Distribusi Tekanan pada Zat Cair Diam.....	16
2.3	Struktur Beton Bertulang.....	18
2.4	Analisis dan Desain Penampang.....	19
2.5	Sistem-sistem Struktur Beton.....	20
2.5.1	Balok.....	20
2.5.2	Pelat.....	24
2.5.3	Dinding .....	29
2.6	Syarat-syarat Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa.....	31

**BAB 3           INSTALASI PENGOLAHAN AIR**

3.1	Proses Pengolahan Air.....	39
3.2	Data Unit Sedimentasi.....	44
3.3	Perhitungan Pembebanan.....	46

**BAB 4           ANALISIS PENULANGAN SECARA NUMERIK**

4.1	Prosedur Pemodelan Struktur untuk Kontrol.....	51
4.2	Desain Penulangan untuk Tinggi Air 8,0 m.....	67
4.2.1	Penulangan Lentur Balok.....	67
4.2.2	Penulangan Geser – Torsi Balok.....	74
4.2.3	Penulangan Pelat.....	83

4.2.4	Penulangan Dinding .....	86
4.2.5	Gambar Detail Penulangan untuk Tinggi Air 8,0 m.....	89
4.3	Desain Penulangan untuk Tinggi Air 8,3 m.....	91
4.3.1	Penulangan Lentur Balok.....	91
4.3.2	Penulangan Geser – Torsi Balok.....	97
4.3.3	Penulangan Pelat.....	106
4.3.4	Penulangan Dinding .....	109
4.3.5	Gambar Detail Penulangan untuk Tinggi Air 8,3 m.....	112
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan.....	114
5.2	Saran.....	116
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>117</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>118</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= luas, m <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	= luas tulangan tarik, m <sup>2</sup>
A <sub>o</sub>	= Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh Gempa Rencana yang bergantung pada Wilayah Gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada.
b	= lebar balok, mm
C	= gaya tekan pada beton, N
d	= tinggi balok diukur dari tepi serat yang tertekan ke titik berat luas beton, mm
dp	= perubahan tekanan, N/m <sup>2</sup>
dV	= perubahan volume, m <sup>3</sup>
E <sub>c</sub>	= modulus elastisitas beton, MPa
F	= gaya, N
f <sub>c</sub> '	= kekuatan tekan beton, MPa
f <sub>s</sub>	= tegangan pada tulangan baja yang tertarik, MPa
f <sub>y</sub>	= kekuatan leleh tulangan tarik, MPa
g	= gravitasi, m <sup>2</sup> /s
h	= tinggi, m
I	= Faktor Keutamaan gedung
I <sub>e</sub>	= momen inersia lendutan, mm <sup>4</sup>

- $I_1$  = Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
- $I_2$  = Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung.
- $K$  = kemampuan zat cair
- $M$  = massa, kg
- $Mn$  = momen tahanan nominal, Nmm
- $p$  = tekanan,  $N/m^2$
- $R$  = 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; factor reduksi gempa representatif struktur gedung tidak beraturan.
- $Rm$  = Faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis sistem atau subsistem struktur gedung.
- $r$  = jari-jari, cm
- $S$  = rapat relatif
- $T$  = perioda, det
- $V$  = volume,  $m^3$
- $W$  = berat, N
- $\epsilon_c$  = regangan pada tepi serat yang tertekan
- $\epsilon_s$  = regangan pada taraf tulangan baja yang tertarik

$\gamma$	= berat jenis, N/m <sup>3</sup>
$\mu$	= kekentalan dinamik, Nd/m <sup>2</sup>
$\nu$	= kekentalan kinematik, m <sup>2</sup> /d
$\rho$	= rapat massa, kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$	= tegangan permukaan, N/m <sup>2</sup>
$\tau$	= tegangan geser, N/m <sup>2</sup>
$\zeta$	= koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada Wilayah Gempa.
$\Delta$	= lendutan balok, mm

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Deformasi Zat Cair ..... 9
Gambar 2.2	Gaya-gaya Molekul di dalam Zat Cair..... 11
Gambar 2.3	Tegangan Permukaan pada Tetesan Air..... 11
Gambar 2.4	Gaya dan Tekanan..... 13
Gambar 2.5	Elemen Zat Cair Diam..... 14
Gambar 2.6	Tangki Berisi Zat Cair..... 16
Gambar 2.7	Balok Beton Bertulang..... 21
Gambar 2.8	Distribusi Tegangan dan Regangan serta Penampang Balok... 19
Gambar 2.9	Model Pelat Dua Arah..... 27
Gambar 2.10	Pemotongan Vertikal Denah Bangunan..... 28
Gambar 2.11	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Perioda Ulang 500 Tahun..... 35
Gambar 3.1	Proses Pengolahan Air Bersih..... 40
Gambar 3.2	Unit-unit Pengolahan Air Bersih..... 41
Gambar 3.3	Unit Sedimentasi..... 44
Gambar 3.4	Tipikal desain bak sedimentasi..... 45
Gambar 4.1	<i>New Model</i> ..... 52
Gambar 4.2	<i>New Coordinate/Grid System</i> ..... 52
Gambar 4.3	<i>Coordinate/Grid Systems</i> ..... 52
Gambar 4.4	<i>Coordinate/Grid Systems</i> ..... 53
Gambar 4.5	<i>Define Materials</i> ..... 54
Gambar 4.6	<i>Material Property Data</i> ..... 54



Gambar 4.7	<i>Rectangular Section</i> .....	55
Gambar 4.8	<i>Reinforcement Data</i> .....	56
Gambar 4.9	<i>Rectangular Section</i> .....	56
Gambar 4.10	<i>Reinforcement Data</i> .....	57
Gambar 4.11	<i>Define Area Section</i> .....	57
Gambar 4.12	<i>Wall / Slab Section</i> .....	58
Gambar 4.13	<i>Define Area Section</i> .....	58
Gambar 4.14	<i>Wall / Slab Section</i> .....	59
Gambar 4.15	<i>Assign Restraints</i> .....	59
Gambar 4.16	<i>Frame Distributed Loads gutter</i> .....	60
Gambar 4.17	<i>Frame Distributed Loads bordes</i> .....	60
Gambar 4.18	<i>Frame Distributed Loads gutter</i> .....	61
Gambar 4.19	<i>Frame Distributed Loads settler</i> .....	61
Gambar 4.20	<i>Uniform Surface Loads pada pelat lantai</i> .....	62
Gambar 4.21	<i>Uniform Surface Loads pada dinding</i> .....	62
Gambar 4.22	<i>Define Static Load Case Names</i> .....	62
Gambar 4.23	<i>UBC Seismic Loading</i> .....	63
Gambar 4.24	<i>UBC Seismic Loading</i> .....	63
Gambar 4.25	<i>Define Response Combinations</i> .....	64
Gambar 4.26	<i>Response Combination Data</i> .....	65
Gambar 4.27	<i>Define Mass Source</i> .....	65
Gambar 4.28	<i>Deformed Shape</i> .....	66
Gambar 4.29	<i>Concrete Frame Design Preferences</i> .....	67
Gambar 4.30	Hasil Luas tulangan lentur balok 25/45.....	67

Gambar 4.31	Luas tulangan lentur balok 25/45 yang ditinjau.....	68
Gambar 4.32	Luas tulangan lentur balok 30/60 yang ditinjau.....	71
Gambar 4.33	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah tumpuan balok 25/45.....	75
Gambar 4.34	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah lapangan balok 25/45.....	77
Gambar 4.35	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah tumpuan balok 30/60.....	80
Gambar 4.36	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah lapangan balok 30/60.....	82
Gambar 4.37	Resultan $M_{11}$ diagram pelat lantai .....	84
Gambar 4.38	Resultan $M_{11}$ diagram dinding.....	86
Gambar 4.39	Detail penulangan balok 25/45.....	89
Gambar 4.40	Detail penulangan balok 30/60.....	89
Gambar 4.41	Detail penulangan pelat lantai.....	90
Gambar 4.42	Detail penulangan dinding.....	90
Gambar 4.43	Hasil luas tulangan lentur balok 25/45.....	91
Gambar 4.44	Luas tulangan lentur balok 25/45 yang ditinjau.....	91
Gambar 4.45	Luas tulangan lentur balok 30/60 yang ditinjau.....	94
Gambar 4.46	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah tumpuan balok 25/45.....	99
Gambar 4.47	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah lapangan balok 25/45.....	100
Gambar 4.48	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah tumpuan balok 30/60.....	103
Gambar 4.49	<i>Resultant Shear</i> untuk daerah lapangan balok 30/60.....	105
Gambar 4.50	Resultan $M_{11}$ diagram pelat lantai.....	107
Gambar 4.51	Resultan $M_{11}$ diagram dinding.....	109
Gambar 4.52	Detail penulangan balok 25/45.....	112
Gambar 4.53	Detail penulangan balok 30/60.....	112
Gambar 4.54	Detail penulangan pelat lantai.....	113

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Faktor Keutamaan I untuk Katagori Gedung dan Bangunan ..... 32
Tabel 2.2	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktut dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Gedung..... 33
Tabel 2.3	Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah untuk Masing-masing Wilayah Gempa Indonesia ..... 34
Tabel 2.4	Koefisien $\zeta$ yang Membatasi Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung..... 37
Tabel 4.5	<i>Concrete Design</i> Balok 25/45..... 74
Tabel 4.6	<i>Concrete Design</i> Balok 30/60..... 79
Tabel 4.8	<i>Concrete Design</i> Balok 25/45..... 97
Tabel 4.9	<i>Concrete Design</i> Balok 30/60..... 102

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Output $M_{11}$ untuk Pelat Lantai pada Tinggi Air 8 m.....	114
Lampiran 2 Output $M_{22}$ untuk Pelat Lantai pada Tinggi Air 8 m.....	116
Lampiran 3 Output $M_{11}$ untuk Dinding pada Tinggi Air 8 m.....	118
Lampiran 4 Output $M_{22}$ untuk Dinding pada Tinggi Air 8 m.....	120
Lampiran 5 Output $M_{11}$ untuk Pelat Lantai pada Tinggi Air 8,3 m .....	122
Lampiran 6 Output $M_{22}$ untuk Pelat Lantai pada Tinggi Air 8,3 m.....	124
Lampiran 7 Output $M_{11}$ untuk Dinding pada Tinggi Air 8,3 m.....	126
Lampiran 1 Output $M_{22}$ untuk Dinding pada Tinggi Air 8,3 m.....	128