

BAB VI

PERANCANGAN TEKNIS

6.1. TINJAUAN UMUM

Mata air yang akan dimanfaatkan adalah Mata Air Wadas Pecah. Dalam perencanaan terdapat dua desa yang mendapat layanan air dari Mata Air Wadas Pecah ini. Daerah layanan adalah daerah yang dapat dilayani dengan sistem gravitasi serta mempunyai lokasi dan kontur yang sesuai, disamping tentu saja dengan pertimbangan teknis lainnya.

Tabel 6.1. Ketersediaan dan rencana pemenuhan kebutuhan Air grup I

no	Lokasi	Kecamatan	Jenis Sumber Air Baku	Daerah Layanan	kapasitas (lt/det)	
					Pasang	Manfaat
Mata Air Eksisting						
1	M.A. Tlogomili	Plantungan	Mata Air	Sukorejo	40	40
2	M.A. Suroloyo	Patehan	Mata Air	Patehan	1	1
3	M.A. Tuk Kenci	Pageruyung	Mata Air	Pageruyung	10	10
	Jumlah M.A.				51	51
Mata Air rencana						
4	M.A.Wadas Pecah	Plantungan	Mata Air	Plantungan dan Pageruyung	40	40
5	M.A.Brebes	Sukorejo	Mata Air	Sukorejo dan Patehan	30	30
6	M.A.Sido/ Wuni	Sukorejo	Mata Air	Sukorejo dan Patehan	40	40
7	M.A.Sipayung	Pageruyung	Mata Air	Pageruyung	40	40
	Jumlah M.A.				150	150
	Jumlah total				201	201

Sumber : diolah dari PDAM Kabupaten Kendal Dalam Angka 2008

Perancangan teknis air baku meliputi :

1. Perancangan Unit Air Baku

Meliputi perencanaan kapasitas Bangunan Penangkap Mata Air (bronkaptering) dan perencanaan struktur bronkaptering

2. Perancangan Unit Transmisi

Perencanaan Unit Transmisi meliputi perencanaan pipa transmisi dan Perencanaan Struktur pada Pipa Melintang Saluran Air/Sungai

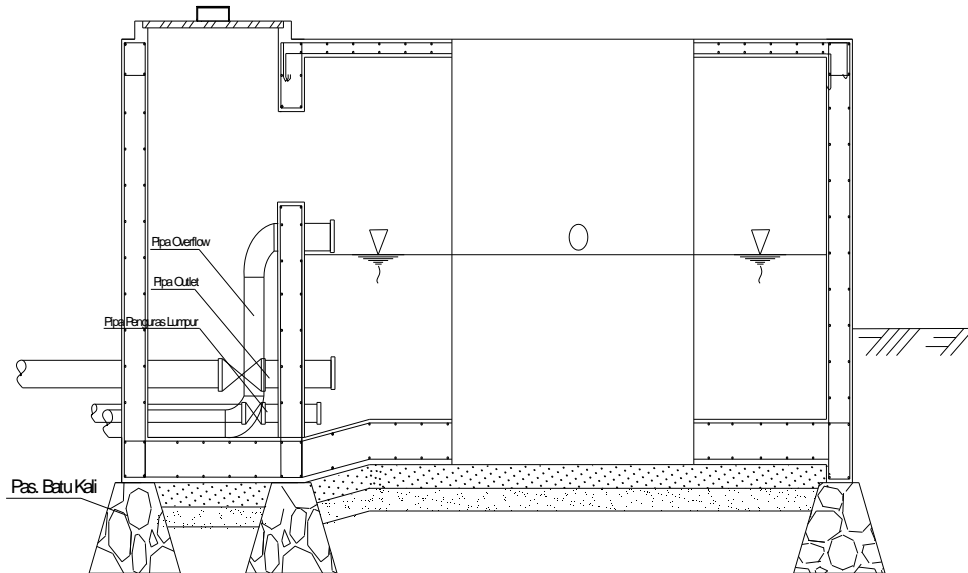
3. Perancangan Reservoir Penampung Air

Perencanaan reservoir air meliputi perencanaan volume reservoir dan perencanaan struktur reservoir.

Pada perancangan teknis dalam Tugas Akhir ini dipilih sumber mata air Wadas Pecah yang terletak di Desa Bendonsari Kecamatan Plantungan. Mata air ini terletak pada ketinggian 630 meter dpl, dengan debit sebesar 42 liter/detik.

6.1.1 Perencanaan Kapasitas Bronkaptering

Perencanaan kapasitas bangunan penangkap (bronkaptering) direncanakan berdasarkan debit mata air dan waktu tinggal air didalam bronkaptering. Bronkaptering berguna untuk menstabilkan tekanan air sebelum masuk ke pipa transmisi sehingga tekanan air yang akan melalui pipa transmisi tetap disamping itu bronkaptering juga berfungsi sebagai pelindung mata air terhadap pencemaran.



Gambar 6.1. Bronkaptering

Sumber : Analisis Penulis, 2008

Perhitungan Kapasitas Bronkaptering :

Debit Mata Air Wadas Pecah $\rightarrow Q = : 42$ liter/detik

Debit Air yang dibutuhkan $\rightarrow Q = 40$ liter/detik

Digunakan waktu detensi (5 – 15 menit) digunakan detensi 10 menit

Fb = (free board) adalah tinggi jagaan : 0,5 m (*berdasarkan standar Cipta Karya*)

T = tinggi muka air di bronkaptering : 3 m (*berdasarkan standar Cipta Karya*)

Kapasitas Bronkaptering :

$$\begin{aligned}V_{\text{Bronkaptering}} &= \text{Debit kebutuhan} \times \text{Waktu Detensi} \\ &= 40 \text{ liter/detik} \times 600 \\ &= 24000 \text{ liter} \rightarrow 24\text{m}^3 \approx 27\text{m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka digunakan Bronkaptering dengan dimensi sebagai berikut :

$$\text{Panjang (p)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (l)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi (t)} = 3 \text{ m}$$

$$F_b = 0,5 \text{ m}$$

Dimensi Bronkaptering : 3 m x 3 m x 3,5 m

6.1.2 Perencanaan Struktur Bronkaptering

Bronkaptering direncanakan menggunakan struktur beton bertulang. Perhitungan pembebanan bronkaptering adalah sebagai berikut ini :

Perhitungan Beban :

a	Pelat Atas Penutup					
	Tebal pelat : 150 mm					
	Berat sendiri pelat:	0,15 x	24 =	3,60	kN/m ²	
	Beban Air Hujan	0,05 x	10 =	0,500	kN/m ²	
	Beban Mati :			=	4,100	kN/m ²
	Beban Hidup :			=	1,5	kN/m ²
	qult = 1,2 B. Mati + 1,6 B. Hidup			=	7,320	kN/m ²
b	Dinding					
	Tekanan hidrostatis :	1,6 x	1 x	3 =	4,8	kN/m ²
c	Pelat Dasar					
	Berat sendiri pelat dasar:	0,25 x	24 =	6	kN/m ²	
	Beban Mati Terfaktor :	1,2 x	6 =	7,2	kN/m ²	
	Beban Air	1 x	3 =	3	kN/m ²	
	Beban Air Terfaktor :	1,6 x	3 =	4,8	kN/m ²	
	Beban Total Terfaktor :			=	12	kN/m ²

Perhitungan Gaya Dalam :

a Pelat Atas Penutup

$$\begin{aligned} L_x &= 3 \text{ m} & L_x/L_y &= 1 \\ L_y &= 3 \text{ m} \\ M_{lx} &= 0,125 \times 7,32 \times 3 \times 3^2 = 24,705 \text{ kNm} \\ M_{ly} &= 0,125 \times 7,32 \times 3 \times 3^2 = 24,705 \text{ kNm} \end{aligned}$$

b Pelat Dinding

$$\begin{aligned} L_x &= 3 \text{ m} & L_x/L_z &= 0,857 \\ L_z &= 3,5 \text{ m} \\ M_{lx} &= 0,125 \times 8 \times 3 \times 3,5^2 = 36,750 \text{ kNm} \\ M_{lz} &= 0,125 \times 8 \times 3,5 \times 3^2 = 31,500 \text{ kNm} \end{aligned}$$

c Pelat Dasar

$$\begin{aligned} L_x &= 3 \text{ m} & L_x/L_z &= 1 \\ L_z &= 3 \text{ m} \\ M_{lx} &= 0,125 \times 23,2 \times 3 \times 3^2 = 78,300 \text{ kNm} \\ M_{lz} &= 0,125 \times 23,2 \times 3 \times 3^2 = 78,300 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Perhitungan Penulangan

Tabel 6.2. Analisis Perhitungan Penulangan Pelat Bronkaptering

Pelat beton	Arah	L	Mu	h	d'	d	a	Penulangan pokok pelat					
								As perlu	As min	s	Tul. pakai	As pakai	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	
Pelat Atas	arah-x	3	24,71	150	19	131	4,18	332,71	375	151,00	P8-	100	502,40
Pelat Atas	arah-y	3	24,71	150	19	131	4,18	332,71	375	151,00	P8-	100	502,40
Pelat Dinding	arah-x	3	36,75	200	19	181	3,83	305,37	500	100,48	P8-	100	502,40
Pelat Dinding	arah-z	3,5	31,50	200	19	181	3,83	305,37	500	100,48	P8-	100	502,40
Pelat Dasar	arah-x	3	78,03	250	29	221	7,83	554,7	625	90,57	P8-	50	1004,80
Pelat Dasar	arah-y	3	78,03	250	29	221	7,83	554,7	625	90,57	P8-	50	1004,80

Keterangan Tabel:

[1] Pelat yang ditinjau	[8] a didapat dari persamaan
[2] Arah tinjauan pelat: arah-x dan arah-y	$(Mu/0,8) = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot [d - (a/2)]$
[3] L = bentang pelat menurut arah x dan arah y	dengan $f_c' = 22,5 \text{ MPa}$, $b = 1000 \text{ mm}$
[4] Mu = momen ultimit	[9] $A_s \text{ perlu} = (0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a) / f_y$
[5] h = tebal plat	dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$
[6] $d' = pb + 1/2 \cdot P$ (untuk lx, tx, dan ty)	[10] $A_{s, \text{min}} = 0,0025 \cdot b \cdot h$
dengan pb = 15 mm (pelat atas)	[11] $S_{\text{perlu}} = (P^2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot b) / A_s \text{ perlu}$
dengan pb = 25 mm (pelat dasar)	[12] Tulangan pokok terpakai
[7] $d = h - d'$	[13] $A_s = [P^2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot b] / s_{\text{pakai}} > A_s \text{ perlu}$
	$P = 8 \text{ mm}$

Contoh perhitungan penulangan pelat dasar bronkaptering:

Direncanakan :

$L = 3$ meter (direncanakan)

$M_u = 24,71$ kNm (direncanakan)

$h = 150$ mm (direncanakan)

$d' = 19$ mm ($15+8/2$)

$d = 131$ mm ($h-d'$)

$a =$ dari persamaan $(M_u/0,8) = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot [d - (a/2)]$ dengan $f_c' = 22,5$ MPa, $b = 1000$ mm

$$24,71/0,8 = 0,85 \times 22,5 \times 1000 \times a [19 - (a/2)]$$

didapat nilai a yaitu $4,18$ mm

$$A_s \text{ perlu} = (0,85 \times f_c' \times b \times a) / f_y$$

$$A_s \text{ perlu} = (0,85 \times 22,5 \times 1000 \times 4,18) / 240 = 332,71 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ minimum} = (0,0025 \times b \times h)$$

$$A_s \text{ minimum} = (0,0025 \times 1000 \times 150) = 375 \text{ mm}^2$$

$$S \text{ perlu} = (P^2 \times \pi \times 0,25 \times b) / A_s \text{ perlu}$$

$$S \text{ perlu} = (8^2 \times \pi \times 0,25 \times 1000) / 332,71 = 151 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ pakai} = (P^2 \times \pi \times 0,25 \times b) / \text{tulangan pakai}$$

$$A_s \text{ pakai} = (8^2 \times \pi \times 0,25 \times 1000) / 100 = 502,14 \text{ mm}^2$$

Penulangan Balok

Perhitungan Pembebanan

a Balok Atas

Beban Pelat Terfaktor	0,667 x	2 x	7,320	=	9,760 kN/m
Berat Balok Terfaktor :	1,2 x	0,2 x	0,2 x	24 =	1,152 kN/m
Beban Balok Terfaktor :				=	10,912 kN/m

b Balok Sloof

Beban Pelat Terfaktor:	0,667 x	2 x	23,2	=	30,933 kN/m
Beban Balok Terfaktor:	1,2 x	0,2 x	0,25 x	24 =	1,44 kN/m
Beban Dinding Terfaktor	1,2 x	0,2 x	3,5 x	24 =	20,16 kN/m
					52,533 kN/m

Perhitungan Gaya Dalam

a Balok Atas

Gaya Momen

$$\text{Momen tump} = 0,083 \times 10,91 \times 3^2 = 8,184 \text{ kNm}$$

$$\text{Momen Lap} = 0,042 \times 10,91 \times 3^2 = 4,092 \text{ kNm}$$

$$\text{Gaya Geser} = 0,500 \times 10,91 \times 3 = 16,368 \text{ kN}$$

b Balok Sloof

Gaya Momen

$$\text{Momen tump} = 0,083 \times 52,33 \times 3^2 = 39,248 \text{ kNm}$$

$$\text{Momen Lap} = 0,042 \times 52,33 \times 3^2 = 19,624 \text{ kNm}$$

$$\text{Gaya Geser} = 0,500 \times 52,33 \times 3 = 78,495 \text{ kN}$$

Perhitungan Penulangan Pokok

Tabel 6.3. Analisis Perhitungan Penulangan Pokok Balok Bronkaptering

Pelat beton	Arah	L	M_u	h	d'	d	a	Penulangan pokok pelat				
								A_s perlu	n perlu	Tul. pakai	A_s pakai	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	
Balok Atas	Tump.	3	8,81	200	21	179	5,447	86,807	0,77	2 P	12	226,08
Balok Atas	Lap.	3	4,09	200	21	179	2,508	39,968	0,35	2 P	12	226,08
Balok Sloof	Tump.	3	39,24	250	36	214	21,01	312,75	2,77	4 P	12	452,16
Balok Sloof	Lap.	3	19,62	250	36	214	10,23	163,07	1,44	4 P	12	452,16

Keterangan Tabel:

[1] Pelat yang ditinjau	[8] a didapat dari persamaan
[2] Arah tinjauan: tumpuan dan lapangan	$(M_u/0,8) = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot [d - (a/2)]$
[3] L = bentang balok	dengan $f_c' = 22,5 \text{ MPa}$, $b = 200 \text{ mm}$
[4] M_u = momen ultimit	[9] A_s perlu = $(0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a) / f_y$
[5] h = tebal plat	dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$
[6] $d' = p_b + 1/2 \cdot P$ (untuk l_x , t_x , dan t_y)	[10] n perlu = A_s perlu / $(P^2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot b)$
dengan $p_b = 15 \text{ mm}$ (balok atas)	[11] Tulangan pokok terpakai
dengan $p_b = 30 \text{ mm}$ (balok sloof)	[12] $A_s = [P^2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot b] \cdot n$ pakai $> A_s$ perlu
[7] $d = h - d'$	

Perhitungan Penulangan Sengkang

Tabel 6.4. Analisis Perhitungan Penulangan Sengkang Balok Bronkaptering

Elemen	b(m)	d(m)	Diame ter (mm)	Vu max (kN)	S perlu	S pakai	Tul.
- Balok Atas	0,2	0,179	6	10,91	317,86	100	P6-100
- Balok Sloof	0,2	0,214	6	52,33	140,47	100	P6-50

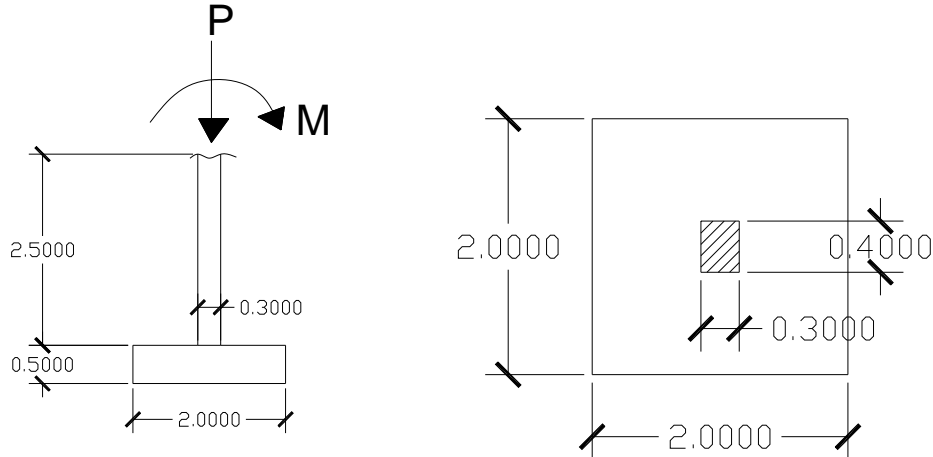
Tabel 6.5. Rangkuman Penulangan Bronkaptering

Komponen Struktur	Ukuran	Penulangan
Pelat		
- Pelat Atas	Tebal: 150 mm	P8-100
- Pelat Dinding	Tebal: 200 mm	P8-100
- Pelat Dasar	Tebal: 250 mm	P8-50
Kolom	b : 200 mm h : 200 mm	Pokok: 4P12 Sengkang : P6-100
Balok		
- Balok Atas	b : 200 mm h : 200 mm	Pokok Atas : 2P12 Pokok Bawah : 2P12 Sengkang : P6-100
- Balok Sloof	b : 200 mm h : 250 mm	Pokok Atas : 4P12 Pokok Bawah : 4P12 Sengkang : P6-50

Sumber: Hasil Perhitungan, 2008

Pondasi

Direncanakan menggunakan pondasi telapak (footplate) dengan dimensi pondasi sebagai berikut:



Gambar 6.2 Rencana Pondasi

Pembebanan

Beban pelat	= 2 x 2 x 0.5 x 2.4	= 4,8 T
Beban Kolom	= 0,3 x 0,4 x 2,5 x 2,4	= 0,72 T
Beban tanah	= (4 – (0,3 x 0,4)) x 2,5 x 1,12	= 10,864 T
Ptotal	= 4,8 + 0,72 + 10,864 + 7,47	= 23,854 T

$$\sigma_p = \frac{P_{total}}{A} + \frac{M}{W} = \frac{23,854}{(2 \times 2)} + \frac{0}{(1/6) \times 2 \times (2^2)}$$

$$= 5,96 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = 1,3 c N_c + \gamma D N_q + 0,4 B N \gamma / FS$$

$$= (1,3 \times 0,36 \times 25,1 + 1,12 \times 3 \times 5,6 + 0,4 \times 2 \times 3,2) / 3$$

$$= 11,04 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_p = 5,96 < 11,04 \text{(aman!)}$$

6.1.3 Pemilihan Jenis Pipa Distribusi

Bahan pipa dipilih atas pertimbangan faktor : keadaan tanah/topografi, tekanan, diameter, kualitas air, dan kemudahan saat pemasangan.

Pada kondisi tanah korosif, diusulkan pemanfaatan *Polivynil Chloride Pipe* (PVC) untuk diameter < 150 mm dan *Asbeston Cement Pipe* (ACP) untuk diameter yang lebih besar.

Jika topografi daerah bergelombang dan Tekanan dalam pipa besar, dianjurkan menggunakan *Galvanis Iron Pipe* (GIP) atau *Ductile Cast Iron Pipe* (DCIP). pemilihan jenis pipa apapun asal masih dalam jangkauan yang diijinkan, termasuk pemilihan jenis pipa yang menyangkut kualitas air.

Faktor kemudahan pada saat pemasangan pipa, ditentukan oleh kesulitan pencapaian dan transportasi pipa. Faktor lain yang tidak kalah pentingnya adalah faktor harga dan ketersediaan jenis pipa di pasaran.

Tabel 6.6. Jenis Pipa, Tanah dan Pemasangan Pipa

Jenis tanah	Cara pemasangan	Tekanan maks	Diameter (mm)			
			50	80-100	150	>200
Korosif	Ditanam	10	PVC	PVC	PVC	PVC
		>10	DCIP	DCIP	DCIP	DCIP
Tidak Korosif	Ditanam	10	PVC	PVC	PVC	PVC
		>10	GIP	GIP	GIP	GIP
Tidak Korosif	Tidak ditanam	10	GIP	GIP	GIP	GIP
		>10	GIP	GIP	GIP	GIP

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya 1998

Instalasi pipa, bak pipa transmisi maupun distribusi sedapat mungkin dipasang didalam tanah untuk menghindari dari kerusakan yang disebabkan oleh alam (pohon tumbang, cuaca, tanah longsor) atau hewan dan manusia. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menginstalasi antara lain: lebar galian, kedalaman penanaman pipa, serta perlu tidaknya lapisan pasir sebagai alas dan penutup.

Lebar galian dimaksudkan untuk memudahkan pelaksanaan pekerjaan. Untuk jenis pipa kecil yang memungkinkan penyambungan setelah pemasangan, lebar galian tersebut tidak terlalu dipermasalahkan. Untuk pipa dengan diameter yang lebih besar, lebar galian adalah diameter pipa ditambah ruang kerja secukupnya di kiri dan kanan.

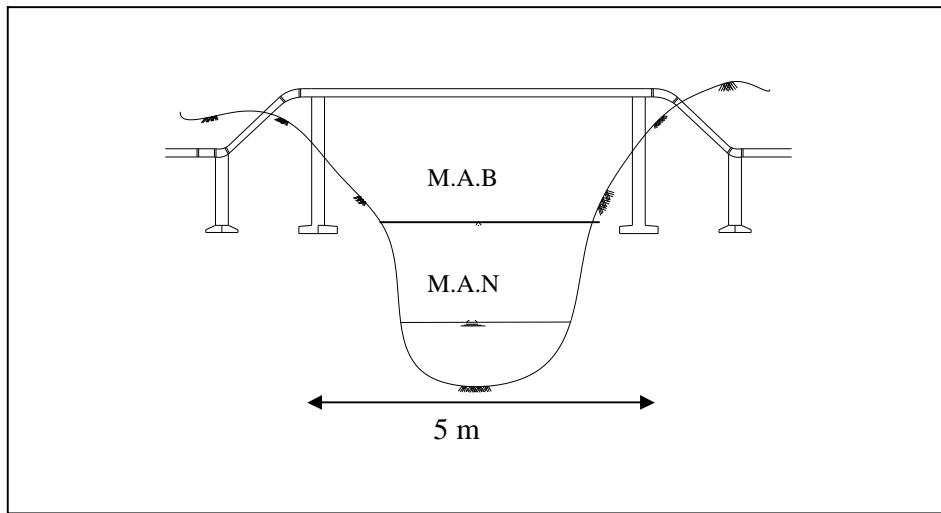
Kondisi lahan yang dilalui pipa sangat menentukan kedalaman pipa. Kedalaman diukur dari bagian atas pipa sampai muka tanah asal. Pada tabel di bawah ini disajikan persyaratan kedalaman dengan kondisi lahan yang berbeda-beda.

Tabel 6.7. Kedalaman Instalasi Pipa

No	Jenis Pipa	Kondisi Lahan yang dilalui	Kedalaman (cm)
1	Transmisi	Sawah, lapangan terbuka	60
		Jalan desa	80
		Jalan raya	100
2	Distribusi	Sawah, lapangan terbuka	80
		Trotoar	100

Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya 1998

Pada route jaringan air bersih yang direncanakan, juga terdapat beberapa saluran irigasi maupun saluran drainase yang dilalui. Sehingga diperlukan perencanaan struktur sehingga pipa jaringan air bersih dapat melalui saluran air tersebut dengan aman. Sperti diperlihatkan pada gambar 6.3 di bawah ini.



Gambar 6.3. Struktur Pipa Melintang Saluran

Pada perencanaan jaringan dalam laporan Tugas Akhir ini direncanakan menggunakan pipa diameter 200 mm (8 inch).

Perencanaan jaringan berdasar ketentuan dari Direktorat Jendral Cipta Karya 1998 diatas mengenai jenis pipa terhadap jenis tanah, cara pemasangan dan tekanan, dengan data dari lapangan terhadap jenis tanah yang tidak korosif dengan cara pemasangan pipa adalah dengan cara ditanam maka diambil jenis pipa *Galvanis Iron Pipe* (GIP). Dengan spesifikasi pipa yang dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8. Data Pipa Steel Galvanis sesuai dengan standart ANSI schedule 40

Pipe Size (inches)			Nominal Thickness (inches)	Diameter			Length of pipe		Volume (Cubic feet pr. foot)	Weight		number of threads per inch of screw
	external	internal					External	Internal		Steel	External	
				Surface (feet)	Surface (feet)							
0,125	0.41	0.27	0.07	0.13	0.06	0.07	9.43	14.20	0.0004	0.24	0.36	27
¼	0.54	0.36	0.09	0.23	0.10	0.13	7.07	10.49	0.0007	0.42	0.63	18
0,375	0.68	0.49	0.09	0.36	0.19	0.17	5.66	7.75	0.0013	0.57	0.84	18
½	0.84	0.62	0.11	0.55	0.30	0.25	4.55	6.14	0.0021	0.85	1.26	18
¾	1.05	0.82	0.11	0.87	0.53	0.33	3.64	4.64	0.0037	1.13	1.68	14
1	1.32	1.05	0.13	1.36	0.86	0.49	2.90	3.64	0.0060	1.68	2.50	14
1 ¼	1.66	1.38	0.14	2.16	1.50	0.67	2.30	2.77	0.0104	2.27	3.38	11 ½
1 ½	1.90	1.61	0.15	2.84	2.04	0.80	2.01	2.37	0.0141	2.72	4.04	11 ½
2	2.38	2.07	0.15	4.43	3.36	1.08	1.61	1.85	0.0233	3.65	5.43	11 ½
2 ½	2.88	2.47	0.20	6.49	4.79	1.70	1.33	1.55	0.0333	5.79	8.62	11 ½
3	3.50	3.07	0.22	9.62	7.39	2.23	1.09	1.25	0.0513	7.58	11.27	8
3 ½	4.00	3.55	0.23	12.56	9.89	2.68	0.95	1.08	0.0687	9.11	13.56	8
4	4.50	4.03	0.24	15.90	12.73	3.17	0.85	0.95	0.0884	10.79	16.06	8
5	5.56	5.05	0.26	24.30	20.00	4.30	0.69	0.76	0.1389	14.61	21.74	8
6	6.63	6.07	0.28	34.47	28.89	5.58	0.58	0.63	0.2006	18.97	28.23	8
8	8.63	7.98	0.32	58.42	50.02	8.40	0.44	0.48	0.3552	28.55	42.49	8
10	10.75	10.02	0.37	90.76	78.85	11.90	0.36	0.38	0.5476	40.48	60.24	8
12	12.75	11.94	0.41	127.64	111.90	15.74	0.30	0.32	0.7763	53.60	79.77	8
14	14.00	13.13	0.44	153.94	135.30	18.64	0.27	0.28	0.9354	63.00	93.75	8
16	16.00	15.00	0.50	201.05	176.70	24.35	0.24	0.25	12.230	78.00	116.08	8
18	18.00	16.88	0.56	254.85	224.00	30.85	0.21	0.23	15.550	105.00	156.26	8
20	20.00	18.81	0.59	314.15	278.00	36.15	0.19	0.20	19.260	123.00	183.05	8
24	24.00	22.63	0.69	452.40	402.10	50.30	0.16	0.17	27.930	171.00	254.48	8

Sumber : *The Engineering Toolbox* (www.astm.com)

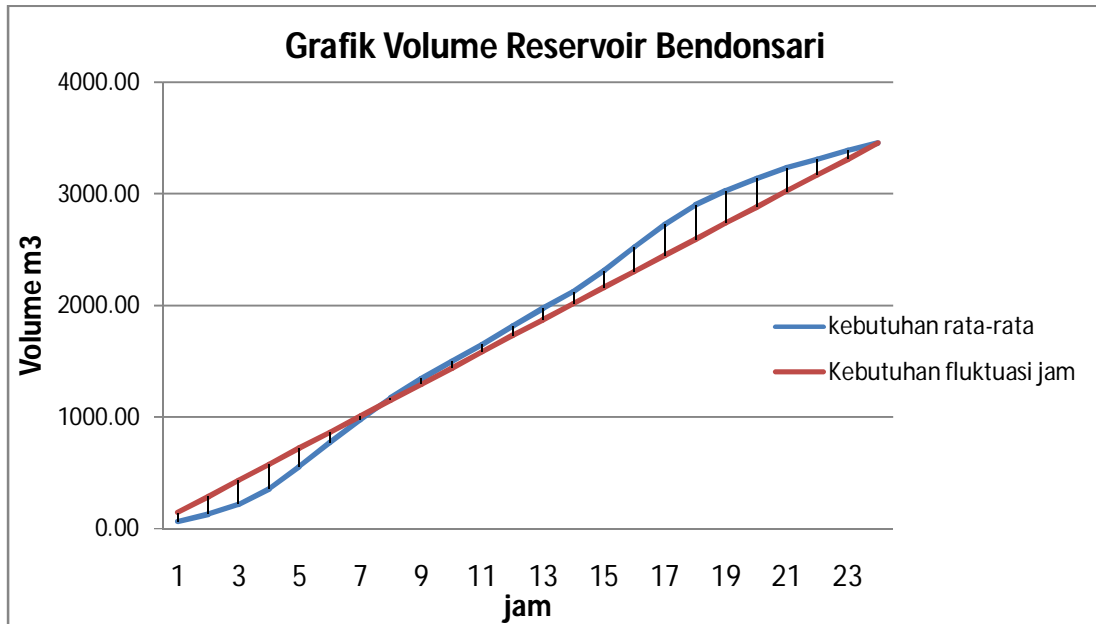
6.1.4 Perencanaan Kapasitas Reservoir

Dalam perencanaan terdapat reservoir yang terletak di Desa Bendonsari. Reservoir Desa terletak pada ketinggian +618.00 meter dpl. Perencanaan kapasitas reservoir didasarkan pada kebutuhan jam puncak, kebutuhan rata-rata serta fluktuasi pemakaian air selama 24 jam. maka didapatkan volume yang dibutuhkan dalam tiap jamnya, seperti pada tabel 6.9 dibawah ini :

Tabel 6.9. Fluktuasi Kebutuhan Air tiap jam Reservoir Bendonsari

jam	pola kebutuhan air	outflow l/dtk	inflow l/dtk	inflow- outflow l/dtk	inflow- outflow m ³	Reservoir volume m ³	keterangan
12	0,45	18,06	40,00	21,94	79,00	79,00	max volume
1	0,47	18,71	40,00	21,29	76,64	155,63	
2	0,58	23,12	40,00	16,88	60,77	216,40	
3	0,99	39,46	40,00	0,54	1,93	218,33	
4	1,39	55,64	40,00	-15,64	-56,32	162,01	
5	1,47	58,60	40,00	-18,60	-66,97	95,04	
6	1,43	57,16	40,00	-17,16	-61,76	33,28	
7	1,34	53,75	40,00	-13,75	-49,49	-16,21	
8	1,22	48,87	40,00	-8,87	-31,93	-48,14	
9	1,09	43,42	40,00	-3,42	-12,31	-60,45	
10	1,05	42,10	40,00	-2,10	-7,54	-68,00	
11	1,13	45,20	40,00	-5,20	-18,70	-86,70	
12	1,11	44,38	40,00	-4,38	-15,77	-102,47	
13	1,02	40,91	40,00	-0,91	-3,28	-105,75	Min volume
14	1,34	53,70	40,00	-13,70	-49,34	-155,09	
15	1,44	57,56	40,00	-17,56	-63,22	-218,31	
16	1,43	57,32	40,00	-17,32	-62,35	-280,66	
17	1,17	46,99	40,00	-6,99	-25,18	-305,84	
18	0,89	35,77	40,00	4,23	15,22	-290,62	
19	0,77	30,94	40,00	9,06	32,63	-258,00	
20	0,67	26,93	40,00	13,07	47,04	-210,96	
21	0,53	21,08	40,00	18,92	68,11	-142,85	
22	0,54	21,48	40,00	18,52	66,66	-76,19	
23	0,47	18,84	40,00	21,16	76,19	0,00	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2008



Gambar 6.4. Grafik Fluktuasi Volume Kebutuhan Air dalam 24 Jam

Sumber : Hasil Perhitungan, 2008

Dengan melihat hasil perhitungan diatas maka direncanakan volume reservoir yang akan digunakan adalah volume maksimal dikalikan dengan faktor keamanan, dalam perencanaan diambil faktor keamanan adalah 1,2.

Kapasitas reservoir = 305,84 m³ = 306 m³

jadi volume tampungan reservoir adalah 1,2 x 306 = 612 m³

maka diambil volume reservoir adalah 720 m³

Cheking volume = 612 m³ ≤ 720 m³.....(OK)

Sehingga akan dibangun reservoir dengan kapasitas 720 m³

Berdasarkan perhitungan diatas, maka digunakan Bronkaptering dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang (p) = 12 m

Lebar (l) = 10 m

Tinggi (t) = 6m

Fb =0,5 m

Dimensi Bronkaptering : 12m x10 m x 6,5 m

6.1.5 Perencanaan Struktur Reservoir

Reservoir direncanakan menggunakan struktur beton bertulang. Sebelumnya perlu dilakukan perhitungan terhadap pembebanan reservoir. Perhitungan pembebanan reservoir adalah sebagai berikut ini :

Perhitungan Pelat

Perhitungan Pembebanan

a	Pelat Atas Penutup				
	Tebal pelat : 150 mm				
	Berat sendiri pelat:	0,15 x	24 =	3,60	kN/m ²
	Beban Air Hujan	0,05 x	10 =	0,500	kN/m ²
	Beban Mati :			=	4,100 kN/m ²
	Beban Hidup :			=	1,5 kN/m ²
	qult = 1,2 B. Mati + 1,6 B. Hidup			=	7,320 kN/m ²
b	Dinding				
	Tekanan hidrostatis :	1,6 x	1 x	6 =	9,6 kN/m ²
c	Pelat Dasar				
	Berat sendiri pelat dasar:	0,25 x	24 =	6	kN/m ²
	Beban Mati Terfaktor :	1,2 x	6 =	7,2	kN/m ²
	Beban Air	1 x	6 =	6	kN/m ²
	Beban Air Terfaktor :	1,6 x	6 =	9,6	kN/m ²
	Beban Total Terfaktor :			=	16,8 kN/m ²

Perhitungan Gaya Dalam

a Pelat Atas Penutup

$$\begin{aligned} L_x &= 6 \text{ m} & L_x/L_y &= 1,2 \\ L_y &= 5 \text{ m} \\ M_{lx} &= 0,025 \times 7,32 \times 6 \times 5 \times 2 = 27,450 \text{ kNrr} \\ M_{ly} &= 0,025 \times 7,32 \times 5 \times 6 \times 2 = 32,940 \text{ kNrr} \end{aligned}$$

b Pelat Dinding

$$\begin{aligned} L_x &= 6 \text{ m} & L_x/L_z &= 0,923 \\ L_z &= 6,5 \text{ m} \\ M_{lx} &= 0,025 \times 8 \times 6 \times 6,5 \times 2 = 50,700 \text{ kNrr} \\ M_{lz} &= 0,025 \times 8 \times 6,5 \times 6 \times 2 = 46,800 \text{ kNrr} \end{aligned}$$

c Pelat Dasar

$$\begin{aligned} L_x &= 6 \text{ m} & L_x/L_y &= 1,2 \\ L_y &= 5 \text{ m} \\ M_{lx} &= 0,025 \times 23,2 \times 6 \times 5 \times 2 = 87,000 \text{ kNrr} \\ M_{ly} &= 0,025 \times 23,2 \times 5 \times 6 \times 2 = 104,400 \text{ kNrr} \end{aligned}$$

Perhitungan Penulangan

Tabel 6.10. Analisis Perhitungan Penulangan Pelat Reservoir

Pelat beton	Arah	L	Mu	h	d'	d	a	Penulangan pokok pelat					
								As perlu (mm ²)	As min (mm ²)	s perlu (mm)	Tul. pakai	As pakai (mm ²)	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	
Pelat Atas	arah-x	6	27,45	150	19	131	2,77	220,6	375	133,97	P8-	100	502,40
	arah-y	5	32,94	150	19	131	2,77	220,6	375	133,97	P8-	100	502,40
Pelat Dinding	arah-x	6	50,70	200	19	181	3,08	245,24	500	100,48	P8-	100	502,40
	arah-z	6	46,80	200	19	181	2,84	226,22	500	100,48	P8-	100	502,40
Pelat Dasar	arah-x	6	87,00	250	29	221	5,21	368,85	625	80,38	P8-	80	628,00
	arah-y	5	104,40	250	29	221	5,21	368,85	625	80,38	P8-	80	628,00

Keterangan Tabel:

[1] Pelat yang ditinjau	[8] a didapat dari persamaan
[2] Arah tinjauan pelat: arah-x dan arah-y	$(M_u/0,8) = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot [d - (a/2)]$
[3] L = bentang pelat menurut arah x dan arah y	dengan $f_c' = 22,5 \text{ MPa}$, $b = 1000 \text{ mm}$
[4] Mu = momen ultimit	[9] As perlu = $(0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a) / f_y$
[5] h = tebal plat	dengan $f_y = 240 \text{ MPa}$
[6] d' = pb + 1/2.P (untuk lx, tx, dan ty)	[10] As,min = 0,0025.b.h
dengan pb = 15 mm (pelat atas)	[11] Sperlu = $(P^2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot b) / A_s \text{ perlu}$
dengan pb = 25 mm (pelat dasar)	[12] Tulangan pokok terpakai
[7] d = h - d'	[13] As = $[P^2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot b] / \text{spakai} > A_s \text{ perlu}$
	P = 8 mm

Contoh perhitungan penulangan pelat dasar reservoir :

Direncanakan :

$L = 6$ meter (direncanakan)

$M_u = 27,45$ kNm (direncanakan)

$h = 150$ mm (direncanakan)

$d' = 19$ mm ($15+8/2$)

$d = 131$ mm ($h-d'$)

$a =$ dari persamaan $(M_u/0,8) = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot a \cdot [d - (a/2)]$ dengan $f_c' = 22,5$ MPa, $b = 1000$ mm

$24,71/0,8 = 0,85 \times 22,5 \times 1000 \times a [19 - (a/2)]$

Berdasarkan perhitungan didapat nilai a yaitu $2,77$ mm

$A_s \text{ perlu} = (0,85 \times f_c' \times b \times a) / f_y$

$A_s \text{ perlu} = (0,85 \times 22,5 \times 1000 \times 2,77) / 240 = 220,6$ mm

$A_s \text{ minimum} = (0,0025 \times b \times h)$

$A_s \text{ minimum} = (0,0025 \times 1000 \times 150) = 375$ mm

$S \text{ perlu} = (P^2 \times \pi \times 0,25 \times b) / A_s \text{ perlu}$

$S \text{ perlu} = (8^2 \times \pi \times 0,25 \times 1000) / 220,6 = 133,97$ mm

$A_s \text{ pakai} = (P^2 \times \pi \times 0,25 \times b) / \text{tulangan pakai}$

$A_s \text{ pakai} = (8^2 \times \pi \times 0,25 \times 1000) / 100 = 502,4$ mm

Penulangan Balok

Perhitungan Pembebanan

a Balok Atas

Beban Pelat Terfaktor	0,667	x	2	x	7,320	=	9,760 kN/m
Berat Balok Terfaktor :	1,2	x	0,2	x	0,2	x	24 = 1,152 kN/m
Beban Balok Terfaktor :						=	10,912 kN/m

b Balok Sloof

Beban Pelat Terfaktor:	0,667	x	2	x	23,2	=	30,933 kN/m
Beban Balok Terfaktor:	1,2	x	0,2	x	0,25	x	24 = 1,44 kN/m
Beban Dinding Terfaktor	1,2	x	0,2	x	6,5	x	24 = 37,44 kN/m
							69,813 kN/m

Perhitungan Gaya Dalam

a Balok Atas

Gaya Momen							
Momen tump=	0,083	x	10,91	x	6 ²	=	32,736 kNm
Momen Lap =	0,042	x	10,91	x	6 ²	=	16,368 kNm
Gaya Geser =	0,500	x	10,91	x	6	=	32,730 kN

b Balok Sloof

Gaya Momen							
Momen tump=	0,083	x	69,81	x	6 ²	=	209,439 kNm
Momen Lap =	0,042	x	69,81	x	6 ²	=	104,720 kNm
Gaya Geser =	0,500	x	69,81	x	6	=	209,430 kN

Perhitungan Penulangan Pokok

Tabel 6.11. Analisis Perhitungan Penulangan Pokok Balok Reservoir

Pelat beton	Arah	L	Mu	h	d'	d	a	Penulangan pokok pelat				
								As perlu	n perlu	Tul. pakai		As pakai
		(m)	(kNm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)			(mm ²)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]		[11]	[12]
Balok	Tump.	4	32,74	200	21	179	15,62	248,99	2,20	2 P	12	226,08
Atas	Lap.	4	11,68	200	21	179	5,413	86,267	0,76	2 P	12	226,08
Balok	Tump.	4	73,80	250	36	214	30,32	451,48	3,99	4 P	12	452,16
Sloof	Lap.	4	36,90	250	36	214	14,58	232,44	2,06	4 P	12	452,16

Keterangan Tabel:

[1] Pelat yang ditinjau	[8] a didapat dari persamaan
[2] Arah tinjauan: tumpuan dan lapangan	$(Mu/0,8) = 0,85.f_c'.b.a.[d - (a/2)]$
[3] L = bentang balok	dengan $f_c' = 22,5$ MPa, $b = 200$ mm
[4] Mu = momen ultimit	[9] As perlu = $(0,85.f_c'.b.a)/f_y$
[5] h = tebal plat	dengan $f_y = 240$ MPa
[6] $d' = pb + 1/2.P$ (untuk lx, tx, dan ty)	[10] n perlu = $As\ perlu / (P^2.0,25.b)$
dengan pb = 15 mm (balok atas)	[11] Tulangan pokok terpakai
dengan pb = 30 mm (balok sloof)	[12] $As = [P^2.0,25.b].n\ pakai > As\ perlu$
[7] $d = h - d'$	

Perhitungan Penulangan Sengkang

Tabel 6.12. Analisis Perhitungan Penulangan Sengkang Balok Reservoir

Elemen	b(m)	d(m)	Diame ter (mm)	Vu max (kN)	S perlu	S pakai	Tul.
- Balok Atas	0,2	0,179	6	10,90	318,69	100	P6-100
- Balok Sloof	0,2	0,214	6	69,81	95,563	100	P6-100

Sumber : Hasil Perhitungan, 2008

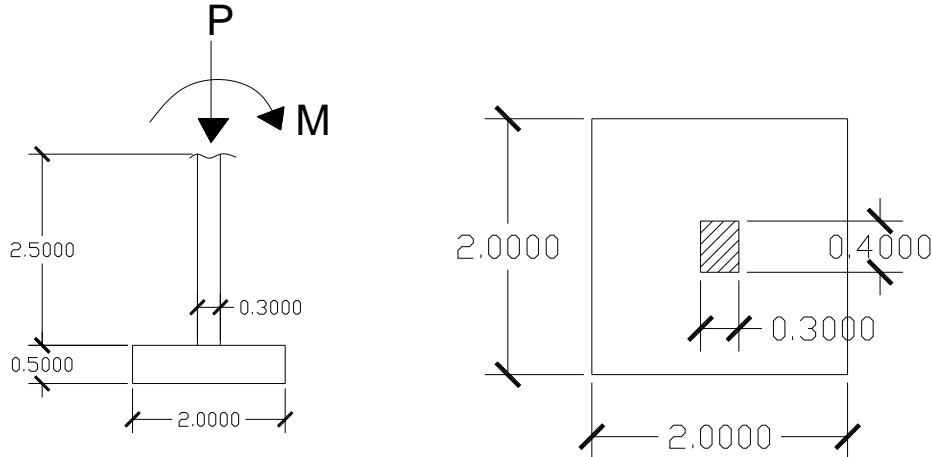
Tabel 6.13. Rangkuman Penulangan Reservoir

Komponen Struktur	Ukuran	Penulangan
Pelat		
- Pelat Atas	Tebal: 150 mm	P8-100
- Pelat Dinding	Tebal: 200 mm	P8-100
- Pelat Dasar	Tebal: 250 mm	P8-80
Kolom	b : 200 mm h : 200 mm	Pokok: 4P12 Sengkang : P6-100
Balok		
- Balok Atas	b : 200 mm h : 200 mm	Pokok Atas : 2P12 Pokok Bawah : 2P12 Sengkang : P6-100
- Balok Sloof	b : 200 mm h : 250 mm	Pokok Atas : 2P12 Pokok Bawah : 2P12 Sengkang : P6-100

Sumber : Hasil Perhitungan, 2008

Pondasi

Direncanakan menggunakan pondasi telapak (footplate) dengan dimensi pondasi sebagai berikut:



Gambar 6.5. Rencana Pondasi

Pembebanan

Beban pelat	= 2 x 2 x 0.5 x 2.4	= 4,8 T
Beban Kolom	= 0,3 x 0,4 x 2,5 x 2,4	= 0,72 T
Beban tanah	= (4 – (0,3 x 0,4)) x 2,5 x 1,12	= 10,864 T
Ptotal	= 4,8 + 0,72 + 10,864 + 10,47	= 26,854

$$\sigma_p = \frac{P_{total}}{A} + \frac{M}{W} = \frac{26,854}{(2 \times 2)} + \frac{0}{(1/6) \times 2 \times (2^2)}$$

$$= 7,713 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = 1,3 c N_c + \gamma D N_q + 0,4 B N \gamma / FS$$

$$= (1,3 \times 0,36 \times 25,1 + 1,12 \times 3 \times 5,6 + 0,4 \times 2 \times 3,2) / 3$$

$$= 11,04 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_p = 7,713 < 11,04 \text{(aman!)}$$