



BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Gedung “X”

Gedung “X” merupakan bangunan dengan luas lahan $\pm 116.933,5 \text{ m}^2$ dan luas bangunan $\pm 45.000 \text{ m}^2$ yang difungsikan sebagai pusat perbelanjaan. Gedung “X” memiliki 4 lantai yang terdiri dari 3 lantai dan 1 *basement*.

4.1.1 Lokasi Gedung “X”

Lokasi Gedung “X” terletak pada Kecamatan Mijen, Kota Semarang, Jawa Tengah. Adapun lokasi studi kasus Gedung “X” yang diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Letak Lokasi Pembangunan Proyek Gedung “X”

Gedung “X” berada pada bagian barat Kota Semarang atau memasuki wilayah Kota Semarang Barat, untuk itu air bersih yang berasal dari Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Moedal belum tersedia dikarenakan belum adanya pembuatan



jalur air. Hal tersebut mengakibatkan Gedung “X” menggunakan sumur dalam sebagai sumber utama air bersih.

4.1.2 Curah hujan Gedung “X”

Curah hujan pada lokasi tersebut diperoleh melalui data sekunder dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika yang diperoleh dari stasiun UPT kelas 1 wilayah Kota Semarang yaitu : Stasiun Klimatologi Semarang. Berikut data curah hujan harian periode 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2010-2019 yang diperlihatkan pada Tabel 4.1 untuk curah hujan harian pada Tahun 2010 dan untuk curah hujan selama 10 tahun diperlihatkan secara rinci pada Lampiran A. Hubungan antara curah hujan terhadap bulan selama 10 tahun diperlihatkan Gambar 4.2.

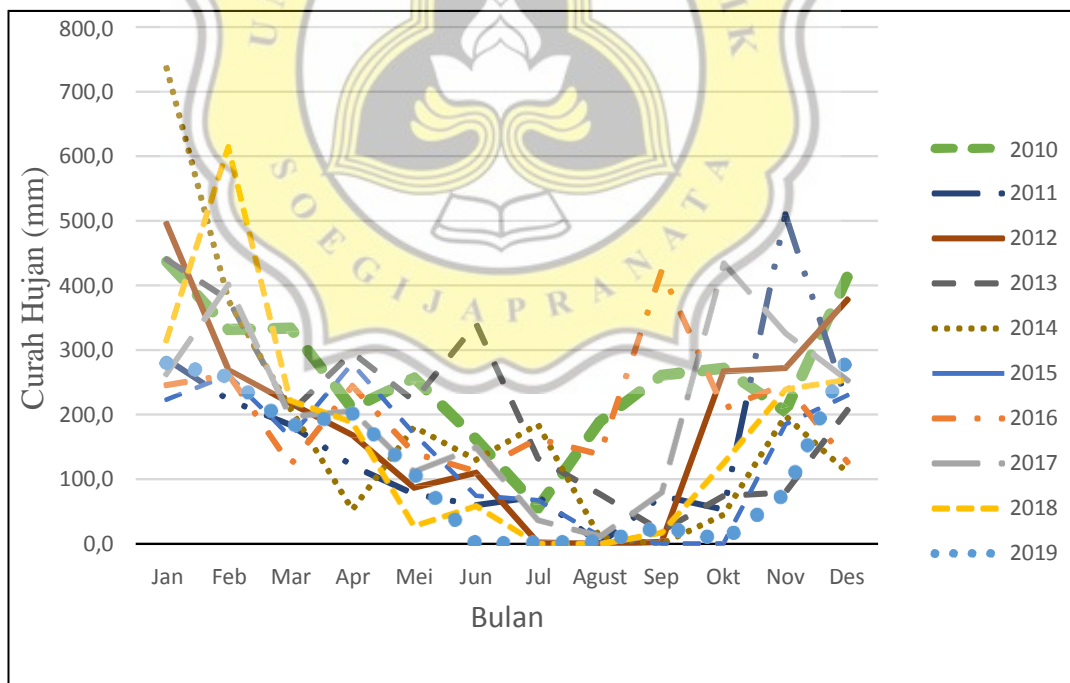
Tabel 4.1 Curah Hujan Harian pada Tahun 2010

Curah Hujan (mm)												
Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	0,0	0,0	0,0	0,0	-	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
2	-	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	0,0	0,0
3	0,0	3,0	1,0	18,0	6,0	0,0	0,0	15,0	21,0	0,0	3,0	-
4	69,0	-	0,0	-	-	0,0	12,0	-	0,0	0,0	0,0	2,0
5	2,0	12,0	0,0	2,0	4,0	0,0	-	15,0	0,0	-	10,0	0,0
6	25,0	-	20,0	0,0	-	68,0	10,0	0,0	21,0	2,0	1,0	2,0
7	5,0	19,0	0,0	0,0	0,0	5,0	-	0,0	18,0	-	27,0	5,0
8	0,0	0,0	0,0	-	0,0	1,0	0,0	50,0	47,0	-	9,0	0,0
9	5,0	0,0	4,0	-	0,0	34,0	0,0	0,0	-	1,0	4,0	9,0
10	3,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	1,0	39,0	7,0
11	-	35,0	0,0	0,0	2,0	-	0,0	0,0	1,0	5,0	0,0	139,0
12	98,0	1,0	42,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0
13	2,0	43,0	0,0	0,0	21,0	1,0	0,0	0,0	10,0	0,0	-	2,0
14	31,0	2,0	11,0	0,0	0,0	10,0	0,0	4,0	27,0	0,0	18,0	0,0
15	29,0	0,0	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	0,0	-	0,0	111,0
16	0,0	40,0	17,0	103,0	20,0	0,0	0,0	33,0	1,0	35,0	18,0	7,0
17	30,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0	47,0	21,0	-
18	15,0	-	9,0	12,0	61,0	0,0	3,0	0,0	6,0	32,0	0,0	5,0



Tugas Akhir
 Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
 Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
 (Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Curah Hujan (mm)												
Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
19	5,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,0	-	0,0	0,0	51,0
20	3,0	109,0	19,0	17,0	0,0	0,0	18,0	-	11,0	7,0	2,0	2,0
21	1,0	46,0	22,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	5,0	27,0	11,0	8,0
22	0,0	0,0	0,0	9,0	1,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	1,0	-
23	5,0	-	0,0	14,0	42,0	0,0	0,0	16,0	-	38,0	0,0	8,0
24	-	11,0	83,0	3,0	38,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	5,0
25	11,0	11,0	50,0	-	0,0	0,0	0,0	9,0	25,0	25,0	6,0	0,0
26	0,0	0,0	28,0	0,0	0,0	6,0	4,0	-	19,0	1,0	0,0	-
27	46,0	0,0	0,0	-	40,0	9,0	0,0	31,0	4,0	28,0	0,0	0,0
28	24,0	0,0	0,0	14,0	0,0	11,0	9,0	4,0	0,0	0,0	17,0	25,0
29	10,0	-	-	0,0	0,0	3,0	-	8,0	0,0	0,0	12,0	21,0
30	-	-	4,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	2,0	1,0
31	18,0	-	13,0	-	2,0	-	0,0	0,0	-	-	-	2,0
Tota 1	437, 0	332, 0	334, 0	210, 0	257, 0	162, 0	56, 0	189, 0	261, 0	272, 0	205, 0	413, 0



Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Selama 10 Tahun

Pada grafik curah hujan diperlihatkan kecenderungan terjadi hujan pada bulan November hingga April dikarenakan intensitas hujan melebihi 100 mm/bulan dan terjadi kemarau bulan Mei hingga September disebabkan intensitas hujan



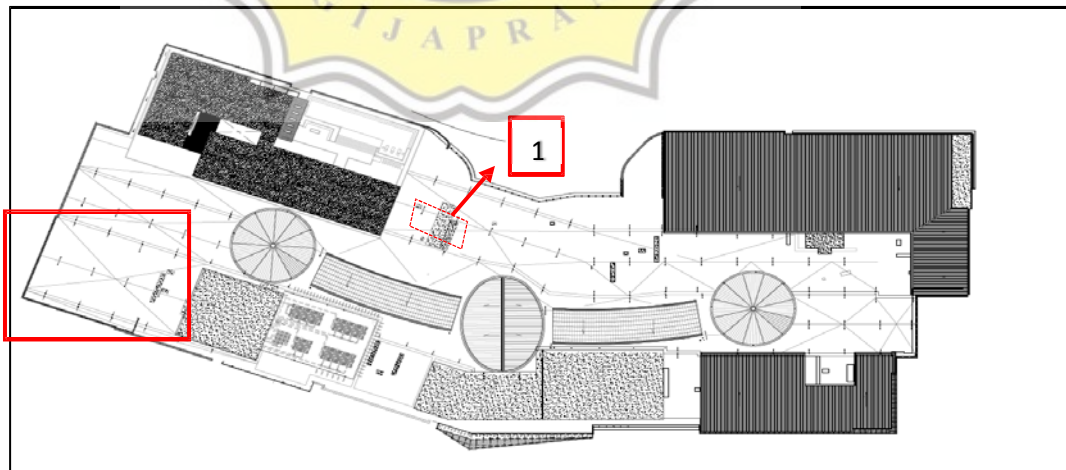
terhitung rendah yang kurang dari 100 mm/bulan. Kecenderungan bulan hujan ditentukan berdasarkan intensitas curah hujan.

4.1.3 Komponen pemanenan air hujan Gedung “X”

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2015 tentang Bangunan Gedung Hijau pasal 5, gedung dengan 4 lantai atau lebih wajib memenuhi persyaratan bangunan gedung hijau, untuk itu Gedung “X” membangun penampungan air hujan sebagai salah satu konservasi air seperti yang telah disebutkan dalam syarat bangunan hijau. Pemanenan air hujan pada Gedung “X” terdiri dari 4 komponen yang meliputi:

a. Area penangkapan air hujan

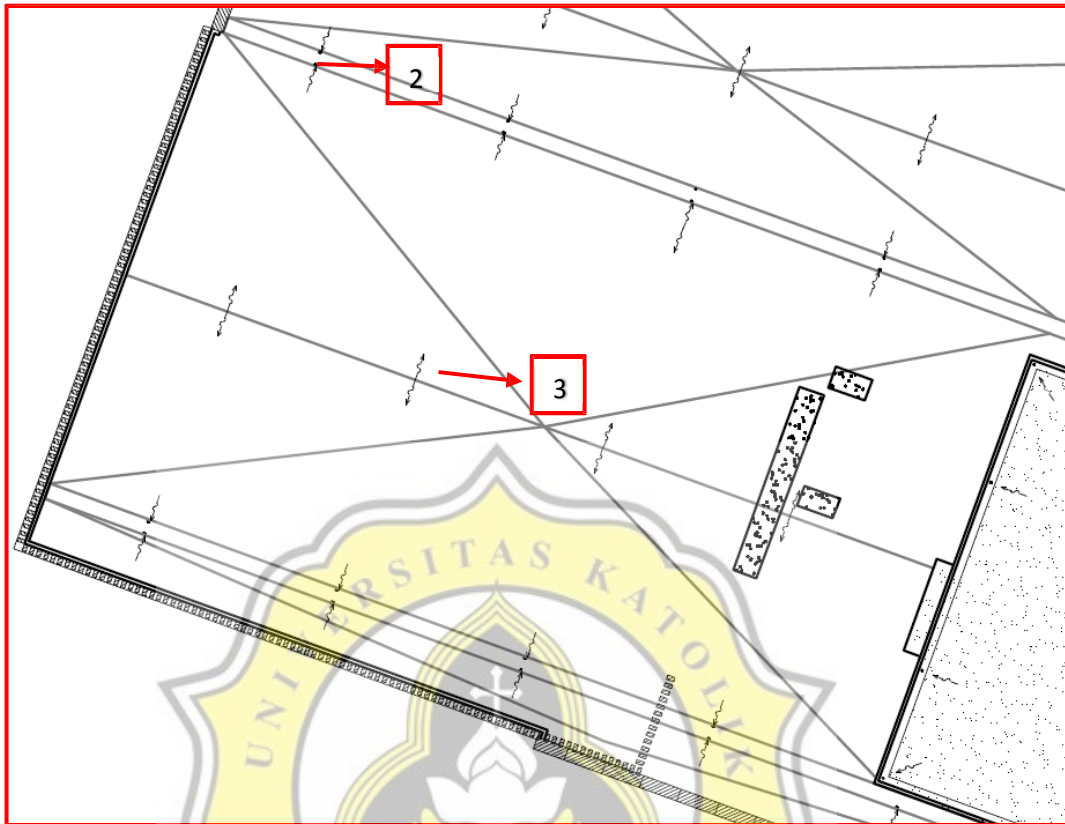
Area penangkapan air hujan berada pada atap bangunan, yang dilakukan dengan cara memberi lubang saluran pada atap bangunan. Pengaturan kemiringan diperlukan agar air hujan dapat mengalir dari dataran tinggi menuju lubang saluran. Material dalam pembuatan atap sebagian besar berbahan beton. Luas penangkapan pada Gedung “X” diperlihatkan pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4



Gambar 4.3 Tampak Atas pada Gedung “X” (Sumber: Diolah dari Gambar *For Construction* Gedung “X”)



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)



Gambar 4.4 Perbesaran pada Gedung “X” (Sumber: Diolah dari Gambar *For Construction* Gedung “X”)

dengan:

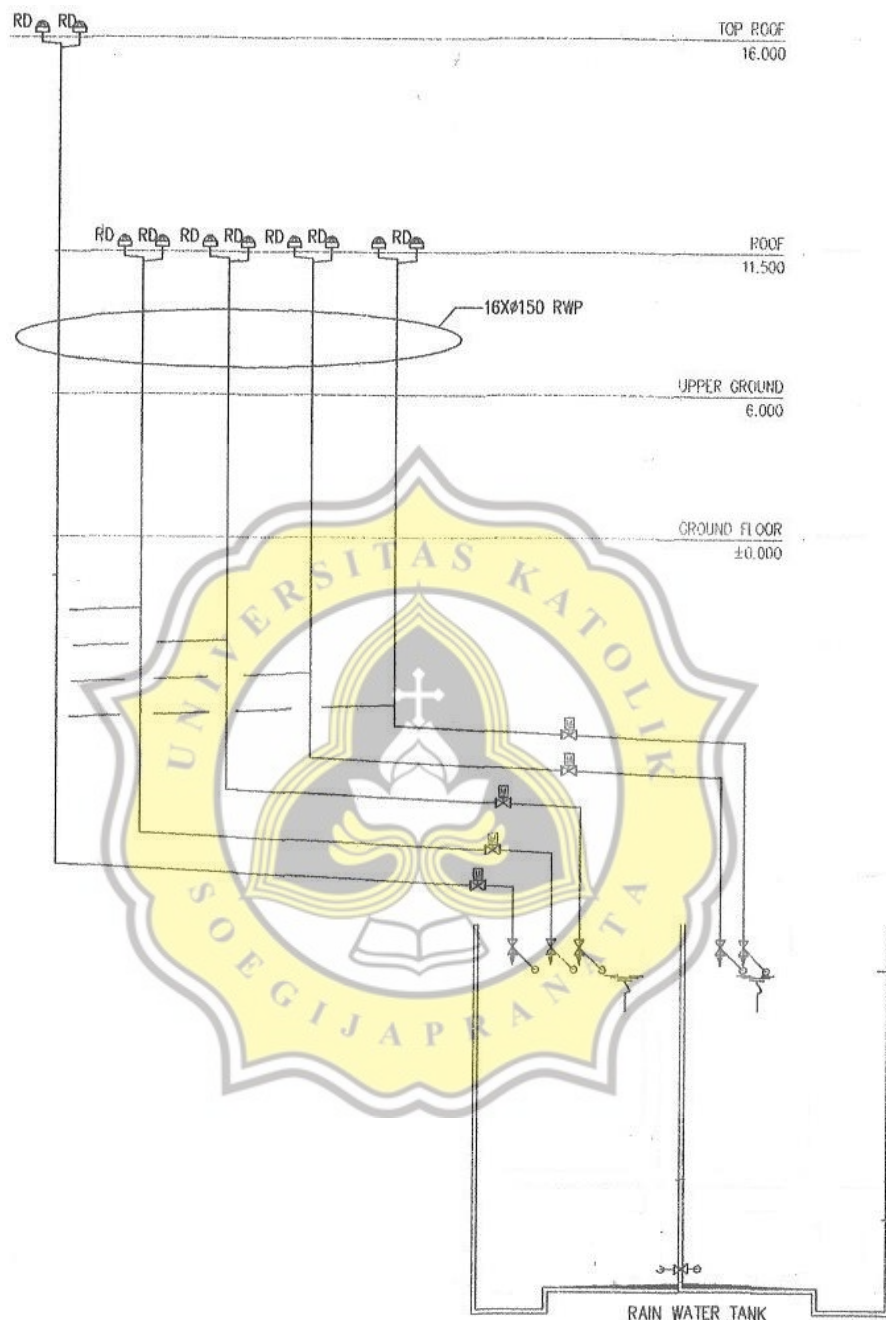
- 1 = Lokasi tangki air hujan yang terletak pada lantai *lower ground*, sehingga saluran pipa akan diarah menuju tangki penampungan.
- 2 = Lubang saluran air yang berdada pada titik rendah pada atap, untuk memudahkan pengaliran air hujan.
- 3 = Arah air hujan dari titik tertinggi atap menuju titik rendah atap.

b. Saluran air hujan

Air yang tangkap dari area penangkapan, selanjutnya dialirkan menuju ke tangki penampungan dengan menggunakan saluran air hujan. Pada lubang saluran yang terletak pada bagian atap diberi penyaring, yang berfungsi untuk menyaring kotoran secara fisik yang relatif berukuran besar. Saluran air hujan, dari atap hingga tangki penampungan pada gedung “X” diperlihatkan pada Gambar 4.5.



Tugas Akhir
 Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
 Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
 (Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)



Gambar 4.5 Saluran Air Hujan pada Gedung "X" (Sumber: Diolah dari Gambar For Construction Gedung "X")

dengan:

RD : *Roof drain* (lubang saluran)

RWP : *Rain Water Pipe* (pipa air hujan)

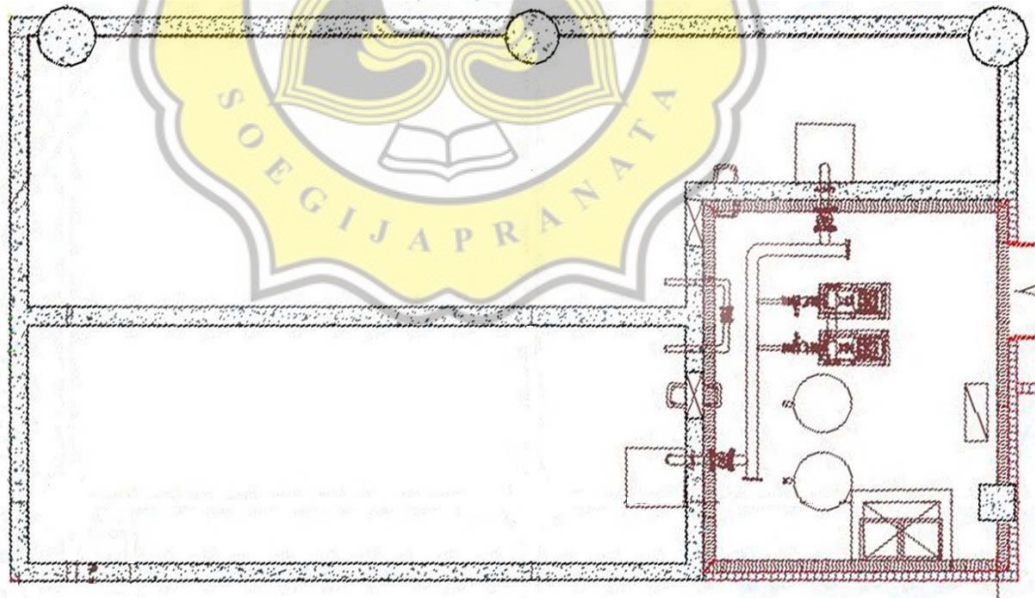
16 × Ø150 : 16 saluran dengan diameter 150 mm



Air hujan yang tangkap oleh area penangkapan disalurkan melalui lubang saluran (RD), yang telah diberi saringan dengan jumlah 32 lubang dengan diameter 150 mm yang disalurkan melalui 16 lubang dengan diameter 150 mm. Pada bagian akhir saluran diberi *motorize valve* yang berfungsi untuk menutup saluran pipa, pada saat tangki penampungan dalam keadaan penuh.

c. Tangki penampungan

Tangki penampungan berfungsi sebagai wadah untuk menampung air hujan dan untuk tempat penyimpanan air sebelum di lakukan proses selanjutnya. Tangki pada gedung “X” terletak pada bawah tanah pada *lower ground* yang terbuat dari beton. Penggunaan beton sebagai bahan tangki dikarenakan beton memiliki sifat kuat agar tangki tidak mudah rusak akibat tekanan air, akan tetapi penggunaan beton wajib di beri zat tambah berupa zat *water proofing* agar beton menjadi kedap air. Tangki penampungan pada gedung “X” diperlihatkan pada Gambar 4.6

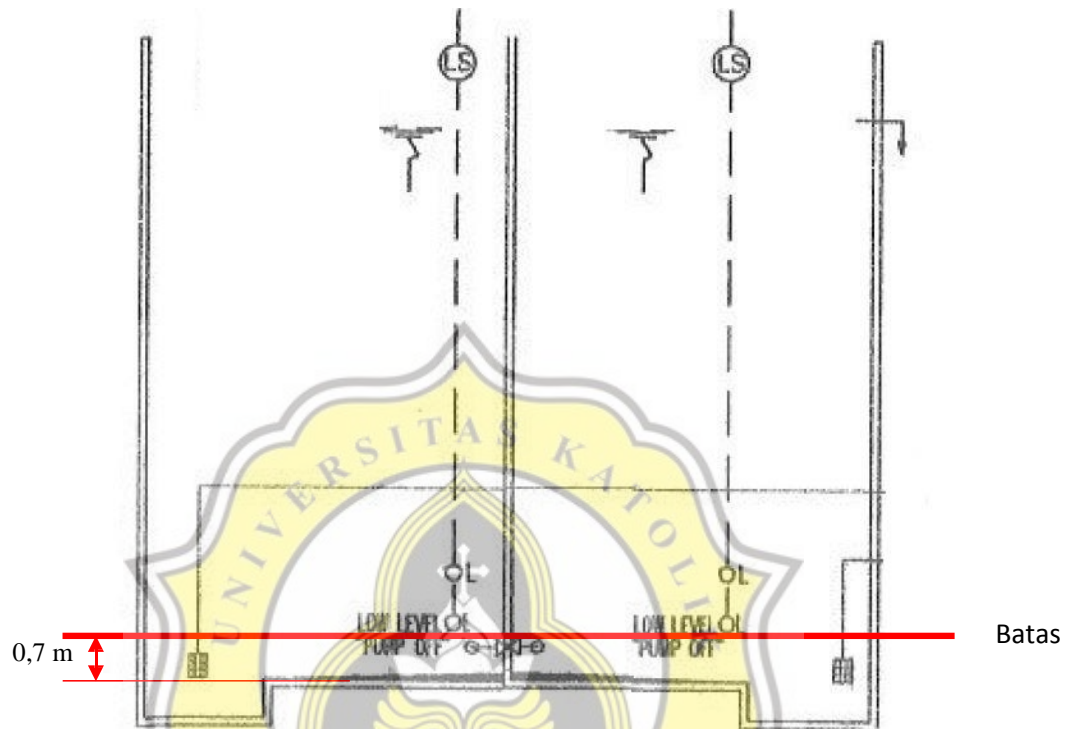


Gambar 4.6 Tangki Penampungan pada Gedung “X” (Sumber: Diolah dari Gambar *For Construction* Gedung “X”)

Pada tangki penampungan gedung “X” memiliki total kapasitas $\pm 580 \text{ m}^3$ yang terdiri dari 2 tangki penampungan dengan masing-masing kapasitas tangki



sebesar 160 m^3 dan 320 m^3 . Tangki penampungan memiliki batas tampungan mati setinggi $0,7\text{m}$ dari dasar tampungan, yang didapat dari Gambar 4.7



Gambar 4.7 Potongan Tangki Penampungan pada Gedung "X" (Sumber: Diolah dari Gambar *For Construction* Gedung "X")

Dengan :

Batas = Batas tampungan mati dengan asumsi ketinggian 70 cm .

Pada tangki dilengkapi dengan 2 unit pompa *centrifugal end section* (1 bekerja, 1 cadangan). Pada Masing-masing tangki penampungan memiliki 1 unit pompa dengan kapasitas $30 \text{ m}^3/\text{jam}$. Pompa bekerja memompa air secara bergantian, agar tekanan pada pipa saluran tidak tinggi dan memudahkan perawatan pompa.

d. Filtrasi

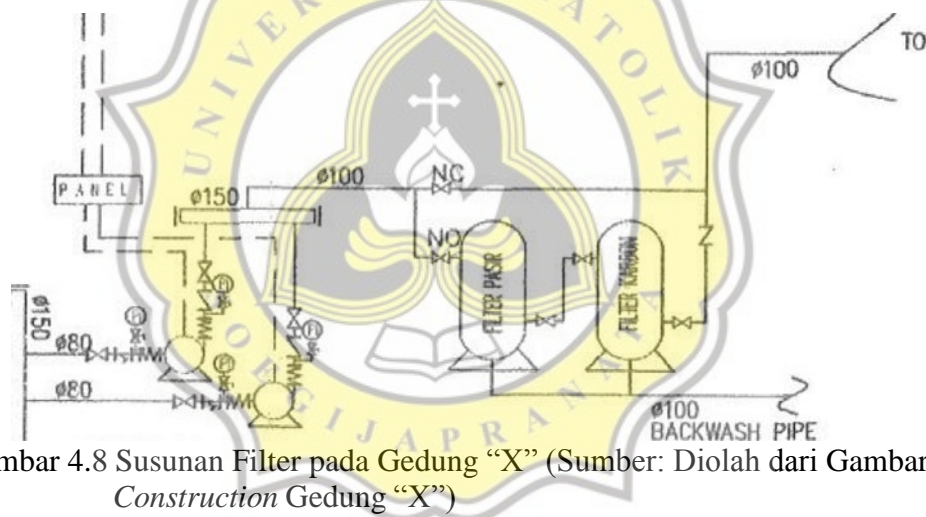
Perencanaan filter disesuaikan dengan kebutuhan, filter dirancang guna membersihkan air dan menghilangkan bau. Tabung filter berbahan besi karbon (*Mild Steell*). Besi karbon di pilih karena memiliki sifat mudah di bentuk, kokoh dan tahan cuaca. Akan tetapi besi karbon memiliki kekurangan yakni



tidak tahan terhadap karat, sehingga perlu pembersihan secara rutin. Alat filtrasi di bagi menjadi 2 tabung yakni filter pasir dan filter karbon.

Media pada filter pasir yakni pasir silika. Filter pasir silika merupakan filter pertama yang digunakan dalam penyaringan. Tujuan di letakan pada urutan pertama adalah untuk menghilangkan kotoran berukuran makro, lumpur, tanah, dan sedimen.

Setelah disaring oleh filter pasir selanjutnya dialirkan ke filter karbon. Media filter karbon yang digunakan adalah karbon aktif. Kegunaan karbon aktif dalam penyaringan yakni menyerap bau, menghilangkan warna kuning, mengambil klorin. Susunan filter diperlihatkan pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Susunan Filter pada Gedung “X” (Sumber: Diolah dari Gambar *For Construction Gedung “X”*)

dengan:

NO : *Normally Open*

NC : *Normally Close*

Filter diletakkan secara vertikal untuk memudahkan pengaliran dan memaksimalkan penyaringan. Pada pipa penyaluran yang menuju ke filter terdapat katup NC dan NO yang bertujuan untuk mengatur aliran air yang masuk kedalam filter. Pembersihan filter diatur menggunakan *automatic back wash*. *Automatic back wash* dilakukan dengan cara membalik arah aliran air yang



masuk dan hasil air kotor dari *back wash* akan keluar melewati pintu *back wash* yang terletak pada bagian bawah tabung menuju ke drainase kota.

4.1.4 Kebutuhan air bersih Gedung “X”

Gedung “X” terdiri dari 4 lantai yang memiliki fungsi yang berbeda-beda yang diperlihatkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Fungsi Lantai pada Gedung “X”

no	Lantai	Fungsi
1	Lantai <i>Basement</i> 1	<i>Supermarket</i>
		<i>Retail</i>
		Mushola
		Kantor
		<i>Workshop</i>
		Kantin
		Ruang <i>engineering</i>
		Parkir
2	Lantai dasar	<i>Retail</i>
		<i>F&B</i>
		<i>Leasing</i>
		<i>Ace hardware</i>
		Parkir
3	Lantai 2	Informa
		<i>F&B</i>
		<i>Retail</i>
		<i>Food court</i>
		<i>Game center</i>
4	Lantai atap	<i>Penthouse</i>
5	Kolam renang	

(Sumber: Diolah dari Gambar *For Construction* Gedung “X”)

Memperhitungkan kebutuhan air bersih berdasarkan jumlah kebutuhan air bersih per hari. Perhitungan air bersih pada Gedung “X” dihitung berdasarkan luasan dan jumlah pengunjung. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air bersih perhari yang didapatkan pada Gedung “X” :



Lantai *Basement*

Supermarket

Kebutuhan air bersih untuk *supermarket* dihitung berdasarkan luasan.

$$\text{Total luas bangunan (m}^2\text{)} = 1530 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas efektif (m}^2\text{)} &= 80 \% \times \text{Total luas Bangunan} \\ &= 80 \% \times 1530 \\ &= 1224 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan air bersih perhari} = 5 \text{ ltr/m}^2 \text{ (SNI 03-7065)}$$

Kebutuhan air bersih perharinya berdasarkan SNI sudah memperhitungkan faktor kebutuhan air pegawai dan pengunjung.

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air bersih} &= \text{Luas efektif} \times \text{Kebutuhan air bersih perhari} \\ &= 1224 \times 5 \\ &= 6120 \text{ (ltr)} \\ &= 6,12 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Mushola

Kebutuhan air bersih untuk mushola dihitung berdasarkan perorangan

$$\text{Total luas bangunan (m}^2\text{)} = 201 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas efektif (m}^2\text{)} &= 80 \% \times \text{Total luas Bangunan} \\ &= 80 \% \times 201 \\ &= 160,8 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata kebutuhan area} = 1,5 \text{ m}^2\text{/org (asumsi dari luas sajadah)}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Jumlah Populasi} &= \text{Luas efektif} + \text{Rata-rata kebutuhan area} \\ &= 160,8 + 1,5 \\ &= 107,2 \text{ } \blacklozenge \text{ 108 orang} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan air bersih perhari} = 15 \text{ ltr/org (SNI 03-7065)}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air bersih} &= \text{Total Jumlah Populasi} \times \text{Kebutuhan air bersih} \\ &\quad \text{perhari} \\ &= 108 \times 15 \\ &= 8100 \text{ (ltr)} \\ &= 8,10 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Kolam renang

Pengambilan kebutuhan air bersih untuk kolam renang sebesar 6 m^3 dengan asumsi air pada kolam diganti 6 jam/hari dengan kapasitas pergantian $1 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Kebutuhan air bersih yang diperlukan pada Gedung “X” selama satu hari dapat dirincikan sebagai berikut pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Keperluan Air Bersih pada Gedung “X” Selama Satu Hari

no	Lantai	Fungsi	Total luas bangunan (m^2)	Luas efektif (m^2)	Rata-rata kebutuhan area	Total jumlah populasi	Kebutuhan air bersih perhari	Total kebutuhan air bersih	
								(ltr/hari)	(m^3/hari)
1	Lantai Basement 1	Supermarket	1530	1224			5 ltr/ m^2	6120	6,12
		Retail	209	167,2			5 ltr/ m^2	836	0,84
		Mushola	201	160,8	1,5 m^2/org	108 orang	15 ltr/orang	8100	8,10
		Kantor	186	148,8	9 m^2/org	17 orang	50 ltr/orang	827	0,83
		Workshop	75	60	9 m^2/org	7 orang	50 ltr/orang	333	0,33
		Kantin	140	112	2 m^2/org	56 orang	15 ltr/orang	2520	2,52
		Ruang engineering	101	80,8	9,3 m^2/org	9 orang	50 ltr/orang	450	0,45
		Parkir				277 mobil			
2	Lantai dasar	Retail	991	792,8			5 ltr/ m^2	3964	3,96
		F&B	2730	2184	2 m^2/org	1092 orang	15 ltr/orang	49140	49,14
		Leasing	750	600			5 ltr/ m^2	3000	3,00
		Ace Hardware	1855	1484			5 ltr/ m^2	7420	7,42
		Parkir				290 mobil			
3	Lantai 2	Informa	10500	8400			5 ltr/ m^2	42000	42,00
		F&B	766	612,8	2 m^2/org	307 orang	15 ltr/orang	13815	13,82
		Retail	2123	1698,4			5 ltr/ m^2	8492	8,49
		Food court	288	230,4	2 m^2/org	116 orang	15 ltr/orang	5220	5,22
		Game center	797	637,6			5 ltr/ m^2	1388	1,39
		Cinema	2173	1738,4	2 m^2/org	870 orang	15 ltr/orang	65250	65,25
4	Lantai atap	Penthouse			7 kamar	14 orang	250 ltr/orang	3500	3,50



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

no	Lantai	Fungsi	Total luas bangunan (m ²)	Luas efektif (m ²)	Rata-rata kebutuhan area	Total jumlah populasi	Kebutuhan air bersih perhari	Total kebutuhan air bersih	
								(ltr/hari)	(m ³ /hari)
					1 maid		100 ltr/orang	100	0,10
5	Kolam renang								6,00
Total									228,5

Pada *super market, retail, leasing, ace hardware* dan *informa* tidak menggunakan jumlah populasi dalam memperhitungan kebutuhan air, dikarenakan kebutuhan bersih diperhitungkan dari luasan. Dari perhitungan diatas maka dapat diketahui kebutuhan air bersih tiap bulannya yang diperlihatkan pada Tabel 4.4

Contoh perhitungan

Bulan Januari

Kebutuhan air tiap hari = 228,5

Jumlah hari = 31

Kebutuhan dalam sebulan = Kebutuhan air tiap hari × Jumlah hari

= 228,5 × 31

= 7083,5

Tabel 4.4 Kebutuhan Air Bersih Tiap Bulan

Bulan	Jumlah hari	Total kebutuhan air bersih (m ³)
Jan	31	7083,5
Feb	28	6398
Mar	31	7083,5
Apr	30	6855
Mei	31	7083,5
Jun	30	6855
Jul	31	7083,5
Agust	31	7083,5
Sep	30	6855
Okt	31	7083,5
Nov	30	6855
Des	31	7083,5



4.2 Analisa Hidrologi

Setelah mendapatkan data primer curah hujan pada gedung "X", maka dapat memulai melakukan analisa dengan menggunakan data sekunder. Analisa perencanaan penampungan air hujan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

4.2.1 Perhitungan curah hujan andalan

Perhitungan curah hujan andalan harian dilakukan menggunakan metode distribusi normal. Perhitungan curah hujan diperlihatkan sebagai berikut dengan contoh pada bulan Januari tanggal 1:

$$\begin{aligned} X_i &= \text{Rata-rata curah hujan bulan Januari tanggal 1} \\ &= \frac{0+5+2+2+3.3+1.4+27.3+7.2+7.8}{9} \\ &= 6,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_{80\%} &= \text{Faktor Frekuensi} \\ &= -0,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \text{Rata-rata curah hujan harian/bulan} \\ &= \frac{\sum x_i}{n} \\ &= \frac{399,9}{30} \\ &= 12,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_D = \text{Standar deviasi}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n-1} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (6,2-12,9)^2}{31-1} \\ &= \frac{44,89}{30} \\ &= 1,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{80\%} &= \text{Curah hujan andalan probabilitas 80\% (R}_{80\%}) \\ &= X_i + K_{80\%} \times S_D \\ &= 6,2 + (-0,84) \times 1,22 \\ &= 5,20 \text{ mm} \end{aligned}$$



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

Diperlihatkan perhitungan curah hujan selama satu bulan pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Curah Hujan Andalan ($R_{80\%}$) pada Bulan Januari

Januari (mm)											
Tgl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010	0,00	-	0,00	69,00	2,00	25,00	5,00	0,00	5,00	3,00	-
2011	5,00	59,00	8,00	11,00	0,00	4,00	0,00	0,00	7,00	8,00	19,00
2012	2,00	11,00	3,00	0,00	-	24,00	20,00	34,00	3,00	11,00	25,00
2013	2,00	1,00	4,00	5,00	41,00	9,00	3,00	4,00	21,00	6,00	2,00
2014	3,30	16,50	15,60	12,00	1,00	0,80	96,50	8,40	11,20	0,00	0,00
2015	1,35	22,60	51,00	0,70	7,50	1,00	0,00	0,00	-	0,00	4,65
2016	-	0,00	1,00	67,07	0,00	17,47	0,10	0,00	25,63	0,00	2,07
2017	27,30	16,25	42,35	10,80	0,00	1,75	9,75	-	11,85	0,00	0,50
2018	7,23	2,80	0,00	44,10	0,30	0,00	0,00	25,87	0,00	0,00	25,83
2019	7,80	0,10	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	23,47	0,00	1,07
X_i (mm)	6,22	14,36	12,65	21,97	5,76	8,30	13,44	9,59	12,02	2,80	8,90
S_D	1,22	0,27	0,05	1,66	1,30	0,84	0,10	0,61	0,16	1,84	0,73
$X_{80\%}$ (mm)	5,20	14,14	12,61	20,58	4,66	7,60	13,35	9,08	11,88	1,25	8,29

Januari (mm)											
Tgl	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2010	98,00	2,00	31,00	29,00	0,00	30,00	15,00	5,00	3,00	1,00	0,00
2011	65,00	10,00	10,00	-	8,00	6,00	21,00	2,00	-	6,00	3,00
2012	19,00	7,00	22,00	1,00	0,00	19,00	0,00	1,00	1,00	8,00	25,00
2013	8,00	58,00	33,00	40,00	78,00	1,00	-	13,00	31,00	0,00	0,00
2014	25,20	10,10	0,50	30,40	1,50	4,00	36,00	78,10	13,40	11,30	36,10
2015	10,53	0,00	6,25	0,90	4,55	13,40	13,40	-	38,40	3,40	-
2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,17	5,63	15,17	-	3,10
2017	-	4,00	-	15,60	32,65	4,75	3,25	2,75	-	2,30	0,65
2018	0,83	7,50	19,87	40,97	1,20	0,00	5,43	0,00	2,90	5,10	12,23
2019	4,30	12,73	0,47	0,10	1,07	1,40	23,97	6,33	18,07	0,40	19,50
X_i (mm)	25,65	11,13	13,68	17,55	12,70	7,96	14,69	12,65	15,37	4,17	11,06
S_D	2,33	0,32	0,14	0,85	0,04	0,90	0,33	0,05	0,45	1,59	0,34
$X_{80\%}$ (mm)	23,70	10,86	13,56	16,84	12,67	7,20	14,42	12,61	14,99	2,83	10,78



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

Januari (mm)										
Tgl	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2010	5,00	-	11,00	0,00	46,00	24,00	10,00	-	18,00	
2011	2,00	0,00	2,00	28,00	-	0,00	1,00	0,00	1,00	
Tgl	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
2012	22,00	9,00	3,00	57,00	41,00	1,00	0,00	16,00	110,00	
2013	5,00	22,00	14,00	4,00	0,00	0,00	35,00	0,00	0,00	
2014	88,80	44,10	49,20	1,00	20,60	66,00	14,20	11,30	29,00	
2015	-	1,30	12,50	0,80	1,35	-	2,10	25,20	0,60	
2016	32,00	0,15	25,70	0,00	7,53	20,40	0,05	0,00	8,20	
2017	1,25	-	1,50	25,10	0,00	0,80	40,30	7,00	0,00	
2018	18,50	1,50	2,33	1,67	12,53	30,27	5,03	20,73	20,00	☐
2019	46,20	6,00	4,40	13,53	42,20	25,50	3,30	2,40	0,00	
X_i (mm)	24,53	10,51	12,56	13,11	19,02	18,66	11,10	9,18	18,68	12,90
S_D	2,12	0,44	0,06	0,04	1,12	1,05	0,33	0,68	1,06	
$X_{80\%}$ (mm)	22,74	10,14	12,51	13,08	18,09	17,78	10,82	8,61	17,79	

dengan:

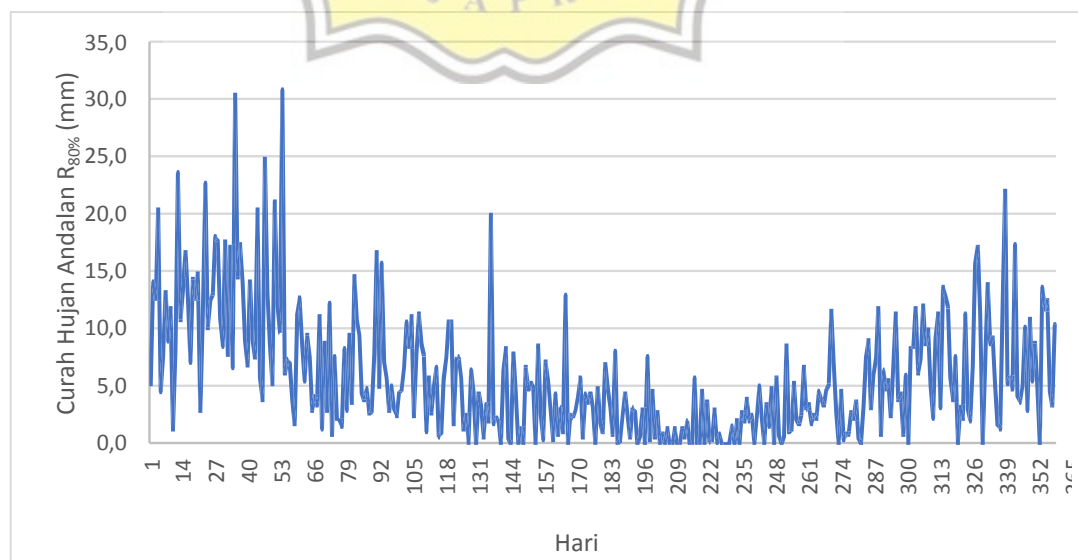
X_i = Rata-rata curah hujan harian/tanggal (mm)

☐ = Rata-rata curah hujan harian/bulan (mm)

S_D = Standar deviasi

$X_{80\%}$ = Curah hujan andalan probabilitas 80% (mm)

Diperlihatkan grafik curah hujan andalan $R_{80\%}$ selama satu tahun pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik Curah Hujan Andalan $R_{80\%}$ selama Satu Tahun



Curah hujan andalan selama satu tahun memiliki rata-rata sebesar 5,9 mm dan curah hujan andalan tertinggi terjadi pada 23 Februari sebesar 30,9 mm. Untuk perhitungan lebih lengkap mengenai curah hujan andalan harian selama satu tahun akan dilampirkan pada Lampiran B.

4.2.2 Perhitungan volume suplai air hujan

Volume suplai air hujan merupakan air hujan yang ditangkap oleh area penangkapan (atap) dalam periode waktu tertentu. Perhitungan ketersediaan dipengaruhi oleh curah hujan, luas area penangkapan, dan koefisien *run off*. Berikut contoh perhitungan volume ketersediaan air hujan pada bulan Januari 1:

Luasan atap bangunan (A) : $\pm 13.500 \text{ m}^2$

Koefisien *run off* (C) : 0,9 (Atap rumah pada Tabel 2.7)

Curah hujan andalan bulan Januari 1 ($R_{80\%}$) : 5,20 mm

Volume suplai air hujan ($V_{80\%}$)

$$V_{80\%} = (R_{80\%}) \times A \times C$$

$$V_{80\%} = (5,20 \times 10^{-3}) \times 13.500 \times 0,9$$

$$V_{80\%} = 63,1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume ketersediaan air hujan pada bulan Januari diperlihatkan pada Tabel 4.6 dan perhitungan pada setiap bulan selama satu tahun akan diperlihatkan secara rinci pada Lampiran C.

Tabel 4.6 Volume Ketersediaan Air Hujan ($R_{80\%}$) Bulan Januari

Tanggal	Luas Atap (m^2)	Hujan andalan ($R_{80\%}$) (mm)	Volume suplai air hujan ($V_{80\%}$) (m^3)
		Jan	
1	13500	5,2	63,1
2	13500	14,1	171,8
3	13500	12,6	153,2
4	13500	20,6	250,0



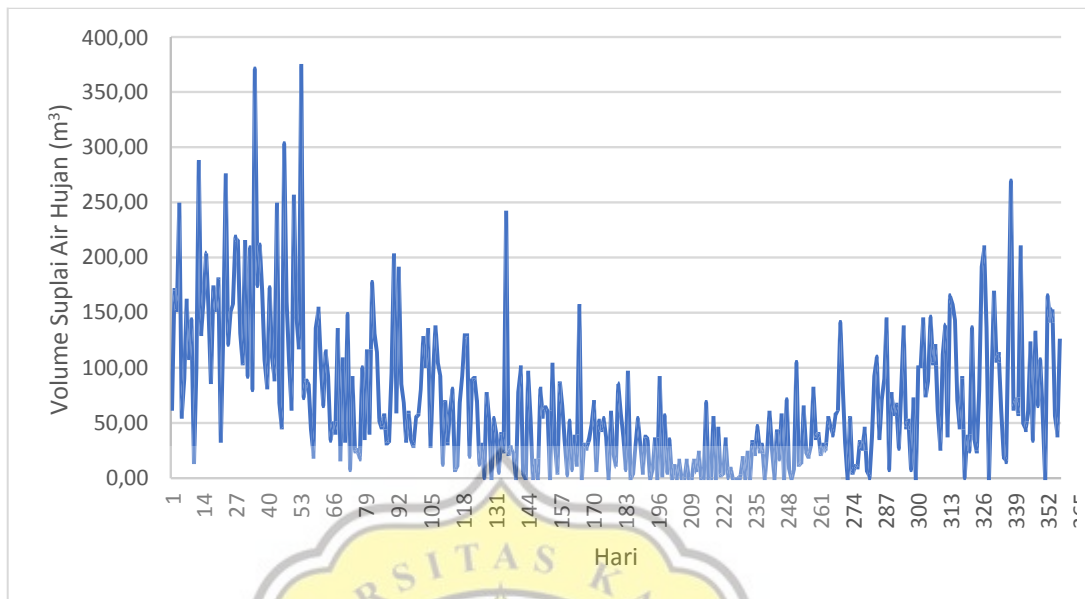
Tugas Akhir
 Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
 Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
 (Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

Tanggal	Luas Atap (m ²)	Hujan andalan (R _{80%}) (mm)	Volume suplai air hujan (V _{80%}) (m ³)
		Jan	
5	13500	4,7	56,6
6	13500	7,6	92,3
7	13500	13,4	162,2
8	13500	9,1	110,3
9	13500	11,9	144,4
10	13500	1,3	15,2
11	13500	8,3	100,7
12	13500	23,7	287,9
13	13500	10,9	132,0
14	13500	13,6	164,7
15	13500	16,8	204,6
16	13500	12,7	153,9
17	13500	7,2	87,4
18	13500	14,4	175,2
19	13500	12,6	153,2
20	13500	15,0	182,1
21	13500	2,8	34,3
22	13500	10,8	131,0
23	13500	22,7	276,3
24	13500	10,1	123,2
25	13500	12,5	152,0
26	13500	13,1	158,9
27	13500	18,1	219,7
28	13500	17,8	216,0
29	13500	10,8	131,5
30	13500	8,6	104,6
31	13500	17,8	216,2
Total		380,6	4624,6

Perhitungan volume ketersediaan air hujan untuk satu tahun diperlihatkan pada Gambar 4.10



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)



Gambar 4.10 Suplai Air Hujan ($V_{80\%}$) Selama Satu Tahun

Akumulasi volume suplai air hujan memiliki selama satu tahun sebesar 26.083 m^3 .

4.3 Analisa Volume Pemanfaatan Air Hujan

Pemanfaatan air hujan dilakukan dengan cara, menggunakan air hujan yang telah tertampung dihari sebelumnya. Air hujan yang dimanfaatkan adalah air hujan yang telah melebihi batas tampungan mati dalam tangki dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tampungan mati} &= (\text{Luas alas tangki}) \times 0,7 \text{ m (ketinggian batas mati)} \\
 &= (14,5 \text{ m} \times 8 \text{ m}) \times 0,7 \text{ m} \\
 &= 81,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Saat kapasitas tangki penampungan penuh (580 m^3), air hujan yang masuk ke tangki akan dibuang/dialirkan ke tempat lain.

Berikut simulasi pemanfaatan air hujan pada bulan Januari yang diperlihatkan pada Tabel 4.7 dan perhitungan perbulan selama satu tahun akan dilampirkan pada Lampiran C.

Contoh perhitungan:



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Januari Tanggal 1

Volume tampungan belum melebihi batas tampungan mati dalam tangki, sehingga belum dapat dimanfaatkan.

Januari tanggal 3

Volume tampungan dihari sebelumnya telah melebihi batas tampungan mati dalam tangki, sehingga air hujan dapat dimanfaatkan.

Air Hujan

Volume yang dimanfaatkan = volume tangki sebelumnya – batas tampungan

$$\begin{aligned} & \text{mati} \\ & = 234,9 - 81,2 \\ & = 153,7 \text{ m}^3 \text{ (air hujan)} \end{aligned}$$

Air Tanah

Volume yang dimanfaatkan = Kebutuhan air bersih – Volume yang

$$\begin{aligned} & \text{dimanfaatkan (Air hujan)} \\ & = 228,5 - 153,7 \\ & = 74,8 \text{ m}^3 \text{ (air tanah)} \end{aligned}$$

Simulasi dalam memanfaatkan air hujan pada bulan Januari diperlihatkan pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Pemanfaatan Air Hujan Bulan Januari

Bulan	Tgl	Volume suplai air hujan (m ³)	Volume tampungan (m ³)	Ketinggian muka air di tampungan (m)	Volume yang termanfaatkan (m ³)	
					Air hujan	Air tanah
Januari	1	63,13	63,13	0,54	0	228,5
	2	171,77	234,90	2,02	0	228,5
	3	153,16	153,16	2,02	153,70	74,8
	4	250,00	250,00	2,86	153,16	75,3
	5	56,61	78,12	1,37	228,50	0,0
	6	92,29	92,29	1,50	78,12	150,4



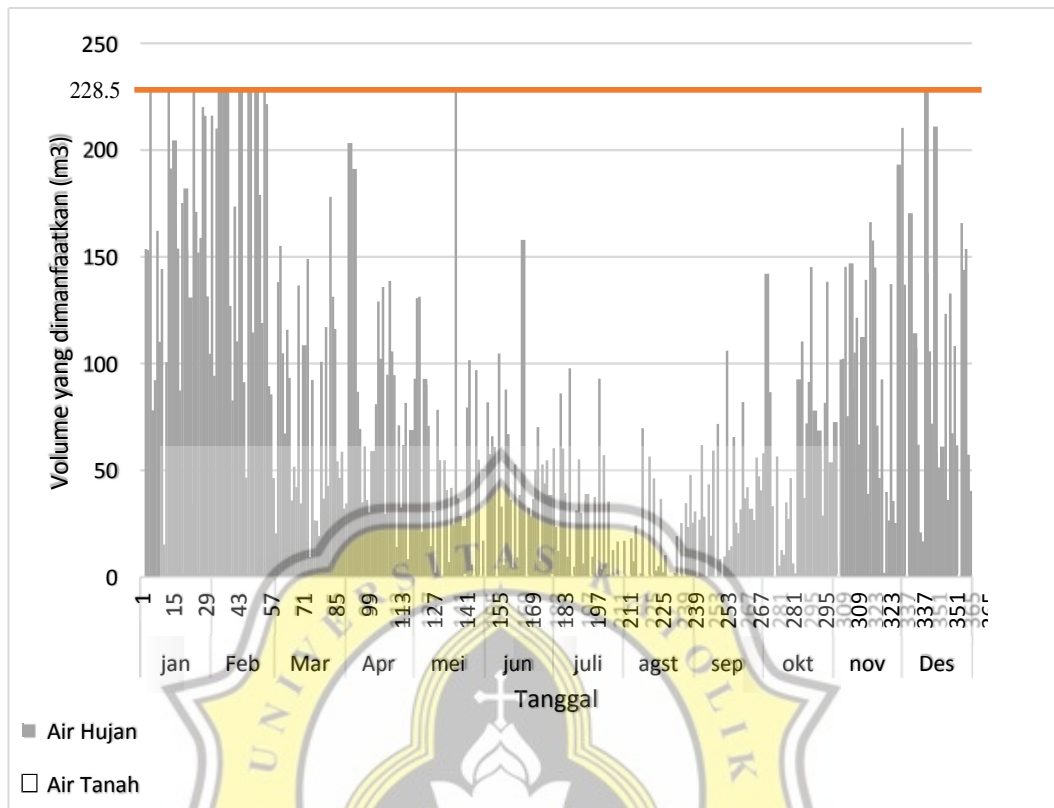
Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

Bulan	Tgl	Volume suplai air hujan (m ³)	Volume tampungan (m ³)	Ketinggian muka air di tampungan (m)	Volume yang dimanfaatkan (m ³)	
					Air hujan	Air tanah
	7	162,24	162,24	2,10	92,29	136,2
	8	110,28	110,28	1,65	162,24	66,3
	9	144,35	144,35	1,94	110,28	118,2
	10	15,20	15,20	0,83	144,35	84,1
	11	100,70	100,70	1,57	15,20	213,3
	12	287,91	287,91	3,18	100,70	127,8
	13	131,98	191,39	2,35	228,50	0,0
	14	164,72	164,72	2,12	191,39	37,1
	15	204,59	204,59	2,46	164,72	63,8
	16	153,88	153,88	2,03	204,59	23,9
	17	87,44	87,44	1,45	153,88	74,6
	18	175,16	175,16	2,21	87,44	141,1
	19	153,18	153,18	2,02	175,16	53,3
	20	182,11	182,11	2,27	153,18	75,3
	21	34,35	34,35	1,00	182,11	46,4
	22	131,02	131,02	1,83	34,35	194,2
	23	276,35	276,35	3,08	131,02	97,5
	24	123,19	171,04	2,17	228,50	0,0
	25	152,01	152,01	2,01	171,04	57,5
	26	158,90	158,90	2,07	152,01	76,5
	27	219,73	219,73	2,59	158,90	69,6
	28	216,02	216,02	2,56	219,73	8,8
	29	131,49	131,49	1,83	216,02	12,5
	30	104,62	104,62	1,60	131,49	97,0
	31	216,19	216,19	2,56	104,62	123,9
Total					4327,18	2756,32

Dengan contoh perhitungan diatas, maka dapat dibuat grafik mengenai perbandingan antara air hujan dengan air tanah selama satu tahun diperlihatkan pada Gambar 4.11.



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)



Gambar 4.11 Perbandingan Volume Pelayanan Air Tanah dan Air Hujan Selama Satu Tahun

Berdasarkan grafik perbandingan diatas didapatkan total volume air hujan yang dimanfaatkan sebesar 25875,69 m³ dan total volume air tanah yang dimanfaatkan sebesar 57526,8 m³ selama satu tahun, perhitungan secara rinci ditampilkan pada Lampiran C. Dengan memanfaatkan air hujan dapat membantu 30%, dari total kebutuhan air sebesar 83402,50 m³ selama satu tahun.

4.4 Analisa Biaya Air Bersih

Gedung “X” memiliki sumber air bersih yang berasal dari Sumur Dalam (*Deepwell*). Analisa biaya air bersih diperhitungkan dengan cara menghitung air tanah secara penuh tanpa menggunakan bantuan air hujan dan menghitung biaya air tanah setelah terjadi pengurangan oleh air hujan.



4.4.1 Perhitungan biaya air tanah secara penuh

Biaya atau tarif Sumur dalam berdasarkan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2017 Tentang Pedoman penetapan Nilai Perolehan Air Tanah diperlihatkan sebagai berikut:

- Menurut M, Irham (2006), kualitas air di bagian semarang Barat tergolong baik, Dan karena Gedung "X" memiliki sumber air alternatif maka bobot nilai perolehan air (SDA) secara eksponensial bernilai 16 (Tabel 2.13).
- Komponen peruntukan dan pengelolaan air tanah termasuk dalam kelompok 3 (Tabel 2.14) karena termasuk dalam pusat perbelanjaan, sehingga komponen peruntukan yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Komponen peruntukan Kelompok 3

Komponen peruntukan				
0 – 50 m ³	51 – 500 m ³	501 – 1000 m ³	1001 – 2500 m ³	<2500 m ³
5	7,5	11,25	16,88	25,31

- Menghitung harga air baku (HAB)

$$V = \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Volume Pengambilan Selama Umur Produksi}}$$

Perhitungan biaya investasi air tanah diperlihatkan sebagai berikut:

Biaya pembuatan sumur dirincikan pada Tabel 4.9.

Contoh perhitungan

Pengadaan & Pemasangan Pipa Ø 4"

Harga pekerjaan pipa = Rp 443.279

Total harga pekerjaan pipa = Rp 443.279 × 100 m

= Rp 44.327.900

Tabel 4.9 Biaya Pembuatan Sumur

Biaya pembuatan sumur			
Pekerjaan	Harga (Rp)	Kedalaman sumur (m)	Total (Rp)
Pengeboran Lubang Pandu 4" dari 80 m - 120 m (Tabel 2.16)	372.680 /m	100	37.268.000
Pengadaan & Pemasangan Pipa Jambang Galvanis Medium A Ø 4" (Tabel 2.16)	443.279 /m	100	44.327.900
Biaya bak air kerja (Tabel 2.16)	430.077 /unit	100	430.077
Total			82.025.977



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Biaya tampungan air tanah dirincikan sebagai berikut :

Pekerjaan Beton

Harga adukan beton K-350 = Rp 1.334.026 /m³ (Tabel 2.10)

Volume beton = 126 m³

Volume beton diasumsikan dari gambar rencana pada Lampiran D

Biaya pekerjaan beton = Harga adukan beton K-350 × Volume
beton
= 1.334.026 × 126
= Rp 168.087.276

Pekerjaan Pembesian

Harga besi ulir U32 = Rp 17.771 (Tabel 2.10)

Besi yang digunakan diasumsikan ulir U32

Massa jenis besi D19 = 2,23 kg/m (SNI 07-2052 – 2002)

Semua besi yang digunakan untuk pembuatan tampungan air hujan
diasumsikan menggunakan D19

Panjang besi D19 = 10348 m

Panjang besi D19 dihitung berdasarkan asumsi dari gambar rencana pada
Lampiran D

Berat besi D19 = panjang besi D19 × massa jenis D19
= 10348 × 2,23
= 23076,635 kg

Biaya pekerjaan besi = Harga besi ulir U32 × berat besi D19
= 17.771 × 23076,635
= Rp 410.094.875

Total biaya tampungan air tanah = Biaya pekerjaan beton + Biaya pekerjaan
besi
= Rp 168.087.276 + Rp 410.094.875
= Rp 578.182.151

Biaya filter = Rp 15.000.000



Tugas Akhir
 Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
 Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
 (Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

Biaya operasional selama 5 tahun

Biaya pengadaan dan operasional pompa = Rp 32.251 liter/jam (Tabel 2.17)

Total biaya operasional 5 tahun = Rp 32.251/jam × 8 jam × 365 hari
 × 5 tahun
 = Rp 514.664.600

Jumlah biaya investasi

Total biaya investasi = ((Total biaya pembuatan sumur + Total biaya
 Operasional pompa) × jumlah sumur) + Biaya
 tampungan air tanah + filter
 = ((Rp 82.025.997 + Rp 514.664.600) × 2 unit) +
 Rp 578.182.151 + Rp 15.000.000
 = Rp 1.786.563.305

Volume pengambilan per hari = 228,5 m³

Asumsi jumlah hari dalam 1 tahun 365

Volume pengambilan per 5 tahun = (5 × 365) hari × 228,5 m³
 = 417.012,5 m³

HAB = $\frac{1.786.563.305}{417.012,5}$
 = Rp 4.284,00 /m³

d. Menghitung faktor nilai air (FNA)

$FNA = SDA + \text{Komponen peruntukan dan pengelolaan} \times 40\%$

$SDA = \text{bobot nilai perolehan air} \times 60\%$

Contoh perhitungan untuk volume pengambilan 0 – 50 m³

$SDA = 16 \times 60\%$
 = 9,6

$FNA = 9,6 + 5 \times 40\%$
 = 9,6 + 2
 = 11,6

Berikut hasil perhitungan FNA diperlihatkan pada Tabel 4.10



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Tabel 4.10 Perhitungan FNA

Volume pengambilan (m ³)	Komponen SDA	Komponen peruntukan dan pengelolaan	FNA
0-50	9,6	2,00	11,60
51-500	9,6	3,00	12,60
501-1000	9,6	4,50	14,10
1001-2500	9,6	6,75	16,35
>2500	9,6	10,12	19,72

e. Menghitung harga dasar air (HDA)

$$HDA = HAB \times FNA$$

Contoh perhitungan

Pengambilan 0-50 m³

Volume pengambilan = volume pengambilan maks – volume pengambilan sebelumnya

$$= 50 \text{ m}^3 - 0 \text{ m}^3$$

$$= 50 \text{ m}^3$$

FNA

$$= 11,6$$

HAB

$$= \text{Rp } 4.284$$

HDA

$$= HAB \times FNA$$

$$= \text{Rp } 4.284 / \text{m}^3 \times 11,6$$

$$= \text{Rp } 49.697 / \text{m}^3$$

Volume Pengambilan 51-500 m³

Volume pengambilan = volume pengambilan maks – volume pengambilan sebelumnya

$$= 500 \text{ m}^3 - 50 \text{ m}^3$$

$$= 450 \text{ m}^3$$

FNA

$$= 12,6$$

HAB

$$= \text{Rp } 4.284$$

HDA

$$= HAB \times FNA$$

$$= \text{Rp } 4.284 / \text{m}^3 \times 12,6$$

$$= \text{Rp } 53.981 / \text{m}^3$$



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Berikut hasil perhitungan HDA diperlihatkan pada Tabel 4.11

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan HDA

Kelompok	Volume (m ³)	FNA	HAB (Rp)	HDA (Rp)
3	50	11,600	4.284	49.697
	450	12,600	4.284	53.981
	500	14,100	4.284	60.407
	1500	16,352	4.284	70.055
	4583,5	19,724	4.284	84.501

f. Menghitung nilai perolehan air (NPA)

$$NPA = (\text{Volume Pengambilan}) \times HDA$$

Contoh perhitungan

Volume Pengambilan 7083,5 m³ (Tabel 4.4)

$$\begin{aligned} \text{Volume pengambilan} &= \text{volume pengambilan maks} - \text{volume pengambilan} \\ &\quad \text{sebelumnya} \\ &= 7083,5 - 50 - 450 - 500 - 1500 \\ &= 4583,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$HDA = \text{Rp } 59.595/\text{m}^3$$

Nilai NPA 7083,5 m³ terdiri dari nilai NPA pada volume 50 m³ + 450 m³ + 500 m³ + 1500 m³ + 4583,5 m³

$$\begin{aligned} NPA &= \sum(\text{Volume Pengambilan} \times HDA) \\ &= (50 \times 49.697) + (450 \times 53.981) + (500 \times 60.407) + (1500 \times \\ &\quad 70.055) + (4583,5 \times 84.501) \\ &= 2.484.834 + 24.291.392 + 30.203.582 + 105.082.761 + \\ &\quad 387.312.547 \\ &= \text{Rp } 549.375.115 \end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan NPA diperlihatkan pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan NPA

No	Volume (m ³)	HDA (Rp)	NPA (Rp)
1	50	49.697	2.484.834
2	450	53.981	24.291.392
3	500	60.407	30.203.582
4	1500	70.055	105.082.761



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

No	Volume (m ³)	HDA (Rp)	NPA (Rp)
5	4583,5	84.501	387.312.547
Total	7083,5		549.375.115

Berdasarkan perhitungan diatas dengan volume pengambilan air sebesar 7083,5 m³ selama sebulan, tarif yang dibayarkan sebesar Rp 549.375.115 perbulan. Berdasarkan perhitungan di atas maka biaya air tanah diperlihatkan pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Biaya Air Tanah Selama Satu Tahun

Bulan	Volume air tanah (m ³ /bulan)	Biaya normal (Rp)
Jan	7083,5	549.375.115
Feb	6398	491.449.348
Mar	7083,5	549.375.115
Apr	6855	530.066.526
Mei	7083,5	549.375.115
Jun	6855	530.066.526
Jul	7083,5	549.375.115
Agust	7083,5	549.375.115
Sep	6855	530.066.526
Okt	7083,5	549.375.115
Nov	6855	530.066.526
Des	7083,5	549.375.115
Total		6.457.341.256

Biaya yang dikeluarkan sebesar Rp. 6.457.341.256 berdasarkan Tabel 4.13, jika diperhitungkan apabila selama satu tahun tidak menggunakan air hujan.

4.4.2 Perhitungan biaya air hujan secara penuh

Biaya air hujan secara penuh diasumsikan bahwa kebutuhan air dipenuhi seluruhnya menggunakan air hujan. Biaya air hujan diasumsikan dihitung menggunakan cara perhitungan air baku.

$$Q = \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Volume Pengambilan Selama Umur Produksi}}$$

Biaya pekerjaan pipa

$$\text{Harga pekerjaan pipa 6''} = \text{Rp } 159.297 / \text{m (Tabel 2.9)}$$

$$\text{Total panjang pipa} = 232 \text{ m}$$

Total panjang pipa diasumsikan dari gambar rencana pada Lampiran E



Tugas Akhir
 Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
 Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
 (Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

$$\begin{aligned} \text{Biaya pekerjaan pipa} &= \text{Harga pekerjaan pipa 6"} \times \text{Total panjang pipa} \\ &= 159.297 \times 232 \\ &= \text{Rp } 36.956.904 \end{aligned}$$

Pembuatan tampungan air hujan

Pekerjaan beton

$$\text{Harga adukan beton K-350} = \text{Rp } 1.334.026 / \text{m}^3 \text{ (Tabel 2.10)}$$

$$\text{Volume beton} = 60 \text{ m}^3$$

Volume beton diasumsikan dari gambar rencana

$$\begin{aligned} \text{Biaya pekerjaan beton} &= \text{Harga adukan beton K-350} \times \text{Volume beton} \\ &= 1.334.026 \times 60 \\ &= \text{Rp } 80.041.560 \end{aligned}$$

Pekerjaan pembesian

$$\text{Harga besi ulir U32} = \text{Rp } 17.771 \text{ (Tabel 2.10)}$$

Besi yang digunakan diasumsikan ulir U32

$$\text{Massa jenis besi D19} = 2,23 \text{ kg/m (SNI 07-2052 – 2002)}$$

Semua besi yang digunakan untuk pembuatan tampungan air hujan diasumsikan menggunakan D19

$$\text{Panjang besi D19} = 10035 \text{ m}$$

Panjang besi D19 dihitung berdasarkan asumsi dari gambar rencana pada

Lampiran E

$$\begin{aligned} \text{Berat besi D19} &= \text{panjang besi D19} \times \text{massa jenis D19} \\ &= 10035 \times 2,23 \\ &= 22378,79 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pekerjaan besi} &= \text{Harga besi ulir U32} \times \text{berat besi D19} \\ &= 17.771 \times 22378,79 \\ &= \text{Rp } 397.693.536 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Filter} = \text{Rp } 15.000.000$$

Biaya operasional selama 5 tahun

$$\text{Biaya pompa} = \text{Rp } 32.251/\text{jam (Tabel 2.17)}$$

$$\text{Volume kebutuhan air per hari} = 228,5 \text{ m}^3$$



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

Asumsi jumlah hari dalam 1 tahun 365

$$\begin{aligned} \text{Volume kebutuhan per 5 tahun} &= (5 \times 365) \text{ hari} \times 228,5 \text{ m}^3 \\ &= 417.012,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas pompa} = 30 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jam kerja pompa} = \frac{\text{Total pemakaian air hujan}}{\text{Kapasitas pompa}}$$

$$= \frac{417.012,5}{30}$$

$$= 139.004,18 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya operasional 5 tahun} &= \text{Rp } 32.251/\text{jam} \times 139.004,18 \text{ jam} \\ &= \text{Rp } 490.003.588 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya Investasi} &= \text{Biaya pekerjaan pipa} + \text{Biaya pekerjaan beton} + \\ &\quad \text{Biaya pekerjaan besi} + \text{Total biaya operasional 5} \\ &\quad \text{Tahun} + \text{Biaya Filter} \\ &= \text{Rp } 36.956.904 + \text{Rp } 80.041.560 + \text{Rp } 15.000.000 \\ &\quad \text{Rp } 397.693.536 + \text{Rp } 490.003.588 + \\ &\quad \text{Rp } 15.000.000 \\ &= \text{Rp } 1.019.695.588 \end{aligned}$$

$$\text{Volume kebutuhan air per hari} = 228,5 \text{ m}^3$$

Asumsi jumlah hari dalam 1 tahun 365

$$\begin{aligned} \text{Volume kebutuhan per 5 tahun} &= (5 \times 365) \text{ hari} \times 228,5 \text{ m}^3 \\ &= 417.012,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{HAB} &= \text{Volume} \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Pengambilan Selama Umur Produksi}} \\ &= \frac{1.019.695.588}{417.012,5} \\ &= \text{Rp } 2.445 \end{aligned}$$

Dengan harga tersebut maka dapat diasumsikan biaya air hujan tiap bulannya yang diperlihatkan pada Tabel 4.14

Contoh perhitungan bulan Januari

$$\text{Volume Kebutuhan air yang digunakan} = 7083,5 \text{ m}^3 \text{ (Tabel 4.4)}$$

$$\text{HAB air hujan} = \text{Rp } 2.445$$



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

$$\begin{aligned} \text{Biaya pengambilan air hujan} &= \text{Volume air hujan yang digunakan} \times \text{Harga air} \\ &= 7083,5 \times 2.445 \\ &= \text{Rp } 17.320.856 \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Biaya untuk Pengambilan Air hujan

Bulan	Volume air hujan yang digunakan (m ³)	Biaya pengambilan air hujan (Rp)
Jan	7083,50	17.320.856,57
Feb	6626,50	16.203.381,95
Mar	7083,50	17.320.856,57
Apr	6855,00	16.762.119,26
Mei	7083,50	17.320.856,57
Jun	6855,00	16.762.119,26
Jul	7083,50	17.320.856,57
Agust	7083,50	17.320.856,57
Sep	6855,00	16.762.119,26
Okt	7083,50	17.320.856,57
Nov	6855,00	16.762.119,26
Des	7083,50	17.320.856,57
Total		204.497.854,96

4.4.3 Perhitungan biaya air menggunakan air tanah dan air hujan

Perhitungan biaya air dilakukan dengan cara membandingkan biaya air tanah secara penuh dengan total biaya air tanah dan air hujan setelah terjadi pembagian pemenuhan kebutuhan, sehingga dapat memperhitungkan penghematan. Perhitungan diperlihatkan sebagai berikut:

Contoh perhitungan biaya air tanah

Volume Pengambilan pada bulan Januari 2756,32 m³ (Tabel 4.7)

Harga persatuan volume berdasarkan Tabel 4.11, sehingga dapat dihitung biaya air tanah pada bulan Januari yang diperlihatkan pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Biaya Air Tanah Bulan Januari

No	Volume (m ³)	Harga persatuan volume (Rp)	Biaya (Rp)
1	50	49.697	2.484.834
2	450	53.981	24.291.392
3	500	60.407	30.203.582



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung "X" Kota Semarang)

No	Volume (m ³)	Harga persatuan volume (Rp)	Biaya (Rp)
4	1500	70.055	105.082.761
5	256,32	84.501	21.659.296
Total	2756,32		183.721.988

Contoh perhitungan biaya air hujan

Volume Pengambilan bulan Januari 4327,18 m³ (Tabel 4.7)

Harga air hujan = Rp 2.445

Biaya pengambilan air hujan = Volume air hujan yang digunakan × Harga air

$$= 4327,18 \times 2.445$$

$$= \text{Rp } 10.579.955,10$$

Total biaya = Biaya air tanah + Biaya air hujan

$$= \text{Rp } 183.721.988 + \text{Rp } 10.579.955,10$$

$$= \text{Rp } 194.301.943,31$$

Diperlihatkan pada Tabel 4.16 perhitungan biaya air tanah dan air hujan selama satu tahun.

Tabel 4.16 Biaya Air Tanah dan Air Hujan Selama Satu Tahun

Bulan	Volume Air Tanah (m ³)	Biaya Air Tanah (Rp)	Volume Air Hujan (m ³)	Biaya Air Hujan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Jan	2756,32	183.721.988,21	4327,18	10.579.955,10	194.301.943,31
Feb	2096,58	98.772.998,37	4301,42	10.516.983,23	109.289.981,60
Mar	4724,04	349.997.568,95	2359,46	5.768.870,36	355.766.439,31
Apr	4573,38	337.265.906,49	2281,62	5.578.570,92	342.844.477,41
Mei	5430,28	409.675.757,82	1653,22	4.042.117,56	413.717.875,38
Jun	5561,91	420.798.177,52	1293,09	3.161.614,48	423.959.792,01
Jul	6220,35	476.437.860,32	863,15	2.110.395,95	478.548.256,27
Agust	6607,31	509.136.592,24	476,19	1.164.277,65	510.300.869,89
Sep	5832,58	443.670.632,29	1022,42	2.499.813,65	446.170.445,94
Okt	5347,51	402.681.592,65	1735,99	4.244.489,56	406.926.082,21
Nov	4282,91	312.721.282,47	2572,09	6.288.754,97	319.010.037,44
Des	4093,63	296.726.574,74	2989,87	7.310.234,80	304.036.809,54
total		4.241.606.932,07		63.266.078,22	4.304.873.010,29

Dengan demikian dapat diperhitungan penghematan yang terjadi yang dirincikan pada Tabel 4.17



Tugas Akhir
Analisa Penampungan Air Hujan Sebagai
Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih
(Studi Kasus di Gedung “X” Kota Semarang)

Contoh perhitungan penghematan bulan Januari

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= \text{Harga air tanah secara penuh (Tabel 4.13)} - \text{Total biaya} \\ &\quad \text{air tanah dan air hujan (Tabel 4.16)} \\ &= \text{Rp } 549.375.115 - \text{Rp } 194.301.943 \\ &= \text{Rp } 355.073.172 \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Penghematan Biaya Selama Satu Tahun

Bulan	Harga Air Tanah secara penuh (Rp)	Total Biaya Air Tanah + Air Hujan (Rp)	Penghematan (Rp)
Jan	549.375.115	194.301.943	355.073.172
Feb	491.449.348	109.289.982	382.159.367
Mar	549.375.115	355.766.439	193.608.676
Apr	530.066.526	342.844.477	187.222.049
Mei	549.375.115	413.717.875	135.657.239
Jun	530.066.526	423.959.792	106.106.734
Jul	549.375.115	478.548.256	70.826.859
Agust	549.375.115	510.300.870	39.074.245
Sep	530.066.526	446.170.446	83.896.080
Okt	549.375.115	406.926.082	142.449.033
Nov	530.066.526	319.010.037	211.056.489
Des	549.375.115	304.036.810	245.338.305
total	6.457.341.256	4.304.873.010	2.152.468.246

Total penghematan biaya yang didapatkan selama satu tahun sebesar Rp 2.152.468.246 dan dapat menghemat 33% dari harga air tanah secara penuh.