

# **EVALUASI KENDALA KETERSEDIAAN AIR BERSIH PERUMAHAN “BLESSING HOUSE” di PINARAS TOMOHON SELATAN KOTA TOMOHON**

<sup>1</sup>Ecclesia Mamuaya, <sup>2</sup>Nicky W. Rampengan, <sup>3</sup>Rocky F. Roring

Pendidikan Teknik Bangunan/Teknik Sipil, Universitas Negeri Manado

Email: [naytesalonika@gmail.com](mailto:naytesalonika@gmail.com)

## **Abstrak**

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan memiliki peran vital dalam mendukung kesehatan, kebersihan, serta kegiatan domestik masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kendala ketersediaan air bersih di Perumahan Blessing House, Kelurahan Pinaras, Kecamatan Tomohon Selatan, Kota Tomohon. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi lapangan. Data diperoleh melalui observasi langsung, wawancara dengan warga perumahan, serta pengumpulan data sekunder dari instansi terkait. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi sumber air, sistem distribusi, serta faktor-faktor yang memengaruhi ketersediaan air bersih di lokasi penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan air bersih di Perumahan Blessing House masih belum optimal. Kendala utama yang ditemukan meliputi kapasitas sumber air yang rendah, infrastruktur distribusi yang belum memadai, serta ketergantungan terhadap sumber air yang terbatas. Selain itu, faktor topografi wilayah dan peningkatan jumlah penduduk turut memperparah kondisi keterbatasan air bersih. Upaya penanganan yang disarankan antara lain memperbesar ukuran bak penampungan dan dimensi pipa distribusi agar suplay air bersih bagi penghuni perumahan terpenuhi.

**Kata kunci:** ketersediaan air bersih, distribusi air, infrastruktur air, Blessing House, Tomohon Selatan

## **Abstract**

Clean water is a fundamental and essential need for human life, playing a vital role in supporting community health, hygiene, and domestic activities. This research aims to evaluate the constraints on the availability of clean water in the Blessing House Housing Complex, Pinaras Village, South Tomohon District, Tomohon City. This research uses a quantitative descriptive method with a field study approach. Data were obtained thru direct observation, interviews with residents of the housing complex, and the collection of secondary data from relevant agencies. The analysis was conducted to identify water sources, distribution systems, and factors influencing the availability of clean water at the research site. The research results show that the availability of clean water in the Blessing House Housing is still not optimal. The main constraints identified include low water source capacity, inadequate distribution infrastructure, and dependence on limited water sources. Additionally, the region's topography and increasing population have further exacerbated the condition of clean water scarcity. Recommended handling efforts include increasing the size of the storage tank and the dimensions of the distribution pipes to ensure the supply of clean water for the residents of the housing complex is met.

**Key Word :** availability of clean water, water infrastructure, Blessing House. South Tomohon

## **PENDAHULUAN**

Ketersediaan air bersih sangat erat kaitannya dengan kesehatan. Kesehatan adalah aspek penting yang harus diprioritaskan oleh setiap individu. Banyak faktor yang mempengaruhi kesehatan, seperti ketahanan tubuh, asupan gizi, kondisi lingkungan, dan lain-lain. Lingkungan perumahan yang sehat dan layak harus memiliki fasilitas dasar yang memadai. Menurut Undang-Undang No. 4 tahun 1992, infrastruktur dasar seperti jaringan jalan, sistem pembuangan limbah, drainase, dan penyediaan air bersih sangat penting untuk mendukung kehidupan yang sehat dan nyaman. Oleh karena itu, dalam suatu proyek konstruksi pembangunan baik dengan skala besar, menengah maupun kecil.

Sistem ketersediaan air bersih merupakan salah satu komponen yang berperan penting dalam pembangunan termasuk di pemukiman, perkotaan dan pembangunan perumahan. Terlepas dari itu ketersediaan air bersih di dalam pemukiman, perkotaan ataupun perumahan sangat mempengaruhi tingkatan kualitas hidup penghuninya. Karena itu seperti penjelasan di atas mengenai kesehatan penduduk, ketersediaan air bersih termasuk juga dalam kualitas hidup penduduk yang harus diprioritaskan khususnya daerah perumahan. Itulah sebabnya sangatlah penting untuk pengelola perumahan agar memperhatikan dan menyediakan infrastruktur dalam hal ini adalah perpipaan untuk penyaluran air bersih kepada penduduk seran perumahan. Tetapi sangat disayangkan masih banyak perumahan di Indonesia, termasuk sulawesi utara dan kota Tomohon, yang mengalami kekurangan ataupun tidak adanya ketersediaan air bersih.

## **Tujuan Penelitian**

Untuk mengidentifikasi kendala ketersediaan air bersih dalam perumahan blessing house Tomohon serta menyediakan Solusi mengenai kendala ketersediaan air bersih perumahan blessing house tomohon.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Perumahan ini terletak dibagian selatan kota Tomohon dan memilik kawasan yang staregis dimana jarak antara pusat kota tomohon dan pusat perbelanjaan serta fasilitas publik lainnya tidaklah jauh jaraknya dari perumahan Blessing House Tomohon.

### **Data Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data primer yang dimana data ini di kumpulkam langsung oleh peneliti.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Data primer dalam penelitian ini di dapat dari hasil wawancara peneliti untuk mengidentifikasi masalah atau kendala yang ada,

### **Teknik Analisis Data**

Penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling yaitu teknik pengambilan dan pengolahan data yang relevan terhadap kondisi dilapangan dan data yang diperlukan. Sampel yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kendala terkait infrastruktur perpipaan air dan juga debit air yang diperlukan masyarakat didalam lingkup Perumahan Blessing House.

Studi ini mengidentifikasi masalah dengan model pengidentifikasian mengenai

infrastruktur perpipaan air karena diperlukan analisis untuk memantau, menilai dan mengendalikan kendala yang berkaitan dengan infrastruktur dalam perumahan.

- Metode Hardy cross
- Prosedur perhitungan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. DATA ANALISIS PERHTUNGAN

#### 1. Sumber air (debit air)

Sumber air yang masuk ke perumahan "Blessing House" bersumber dari PDAM Kota Tomohon

Jumlah air masuk = 480 ltr/jam (1 pipa)

Jumlah pipa = 4 Ujung

Total air masuk + 1920ltr/jam(4 pipa)

Dalam sehar air masuk sebanyak = 2 kali

Jumlah air yang masuk ke bak 3840

#### 2. Analisis jumlah penduduk 5 tahun lalu

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan Penduduk
2020	288	4
2021	292	2
2022	294	8
2023	302	52
2024	354	126
2025	480	

Tabel 4. 1 Jumlah Penduuk dan Pertambahan Penduduk Tahun 2020-2025

#### 3. Presentase pertumbuhan penduduk

Pertumbuhan rata-rata Tahun =

(Jlh Penduduk Tahun yg ditinjau : Jlh Penduduk Tahun dasar) $1/5 - 1$

$$= 0,10757 = 10,8\%$$

#### 4. Proyeksi jumlah penduduk kedepan

Tahun saat ini = 2025

Proyeksi penduduk tahun = 2035

Jumlah penduduk awal ( $P_0$ ) = 480 Jiwa

Selang waktu tahun ( $t$ ) = 10 Tahun

Tingkat pertumbuhan penduduk ( $r$ ) = 10,8% Per Tahun

Sehingga untuk menghitung kebutuhan air penduduk digunakan nilai yang terbesar dari metode yang telah dihitung yaitu: 1407jiwa, dipakai dari hasil perhitungan metode Ekponensial

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertambahan Penduduk
2025	480	55
2026	535	61
2027	595	68
2028	663	75
2029	738	84
2030	822	93
2031	915	104
2032	1019	116
2033	1135	129
2034	1264	144
2035	1407	

Tabel 4. 2 Jumlah Penduduk dan Pertambahan Penduduk Tahun 2025-2035

#### 5. Kebutuhan air berdasarkan zona



Gambar 4. 1 Zona tiap rumah pada perumahan "Blessing House" Tomohon

#### Data Jumlah penduduk tiap zona:

Jumlah penduduk Zona 1 = 60 jiwa,(Qhm)  
= 24000 liter/jam

Jumlah penduduk Zona 2 = 58 jiwa,(Qhm)  
= 23200 liter/jam

Jumlah penduduk Zona 3 = 61 jiwa, ( $Q_{hm}$ )  
= 244000 liter/jam

Jumlah penduduk Zona 4 = 67 jiwa, ( $Q_{hm}$ )  
= 26800 liter/jam

Jumlah penduduk Zona 5 = 75 jiwa, ( $Q_{hm}$ )  
= 30000 liter/jam

Jumlah penduduk Zona 6 = 70 jiwa, ( $Q_{hm}$ )  
= 28000 liter/jam

Jumlah penduduk Zona 7 = 89 jiwa, ( $Q_{hm}$ )  
= 35 600 liter/jam

Rumus:  $q \times N \times (Q_{Hm})$

Ket:

$q$  = Jumlah Penduduk

$N$  = Kebutuhan air minimum per kapita

$(Q_{Hm})$  = Faktor jam puncak

#### 6. Kebutuhan Air Harian Maksimum

Jumlah air masuk = 480 Liter/jam  
(untuk 1 pipa)

Jumlah pipa = 4 Buah

Total air masuk = 1920 Liter/jam  
(untuk 4 pipa)

Sehari air masuk = 2 kali

Jumlah air yang masuk di dalam bak  
= 3840 Liter/hari

Catatan: Karna air yang masuk dari PDAM ke perumahan yaitu dua kali dalam sehari tepatnya pada pukul 06:00-07:00 dan 18:00-19:00 sehingga dibagi dalam 2 jam.

Suplai air masuk  $Q_s = 1920 \text{ Liter}$

Jumlah penduduk di perumahan ( $N$ )

= 480 Jiwa

Kebutuhan air minimum per kapita ( $q$ )

= 50 Liter/hari

Kebutuhan air minimum per kapita ( $Q_{min}$ ) = 24000 Liter/hari

Catatan: Karena jumlah air minimum yang digunakan dalam sehari tepatnya pada pukul 00:00-05:00 dan 19:00-24:00 sehingga dibagi dalam 10 jam.

**Kebutuhan air minimum ( $Q_{min}$ ) = 24000 Liter/jam**

Jumlah penduduk di perumahan ( $N$ )

= 480 Jiwa

Kebutuhan air maksimum per kapita ( $q$ )

= 200 Liter/Hari

Kebutuhan air minimum per kapita ( $F_{Im}$ )

= 1,2

Sehingga kebutuhan air harian  $Q_{Dm}$

=  $q \times N \times F_{Im} = 115200 \text{ Liter/hari}$

Catatan: Karena jumlah air minimum yang digunakan dalam sehari tepatnya pada pukul 09:00-15:00 sehingga dibagi dalam 6 jam.

**Kebutuhan air rata-rata ( $Q_{Dm}$ ) = 19200 Liter/Jam**

Jumlah penduduk di perumahan ( $N$ )

= 480 Jiwa

Kebutuhan air maksimum per kapita ( $q$ )

= 200 Liter/hari

Faktor jam puncak  $Q_{hm} = 2$

Sehingga kebutuhan air jam puncak  $Q_{hm}$

$$= q \times N \times Q_{hm} = 192000 \text{ Liter/hari}$$

Catatan: Karena jumlah air minimum yang digunakan dalam sehari tepatnya pada pukul 05:00-10:00 sehingga dibagi dalam 8 jam.

**Kebutuhan air jam puncak ( $Q_{hm}$ ) = 24000 Liter/jam**

Pukul	Suplai ( $Q_S$ ) Air masuk (Liter)	$Q_D$ Air Keluar (Liter)	Keterangan
00.00-01.00	0	2400	Jam Minimum
01.00-02.00	0	2400	Jam Minimum
02.00-03.00	0	2400	Jam Minimum
03.00-04.00	0	2400	Jam Minimum
04.00-05.00	0	2400	Jam Minimum
05.00-06.00	0	24000	Jam Puncak
06.00-07.00	1920	24000	Jam Puncak
07.00-08.00	0	24000	Jam Puncak
08.00-09.00	0	24000	Jam Puncak
09.00-10.00	0	19200	Jam rata-rata
10.00-11.00	0	19200	Jam rata-rata
11.00-12.00	0	19200	Jam rata-rata
12.00-13.00	0	19200	Jam rata-rata
13.00-14.00	0	19200	Jam rata-rata
14.00-15.00	0	19200	Jam rata-rata
15.00-16.00	0	24000	Jam Puncak
16.00-17.00	0	24000	Jam Puncak
17.00-18.00	0	24000	Jam Puncak
18.00-19.00	1920	24000	Jam Puncak
19.00-20.00	0	2400	Jam Minimum
20.00-21.00	0	2400	Jam Minimum
21.00-22.00	0	2400	Jam Minimum
22.00-23.00	0	2400	Jam Minimum
23.00-24.00	0	2400	Jam Minimum
Jumlah =	3840	331200	

Tabel 4. 3 Kebutuhan air maksimal

Total suplai air harian  $\Sigma Q_S = 3840$  Liter

Total kebutuhan air harian max (A) = 331200 Liter/hari

Selisih = 327360 Liter, dimana jumlah kebutuhan air harian lebih besar daripada suplai air. Sehingga setiap harinya mengalami kekurangan air sebesar = 327,36 m<sup>3</sup>

## 7. Kebutuhan harian rata-rata

Total kebutuhan air harian maks

(A) = 331200 Liter/hari

Kebutuhan untuk suplai air harian

$$= A/24 = 13800 \text{ Liter/jam}$$

Pukul	$Q_S$ Suplai (Liter)	$Q_D$ Kebutuhan (Liter)	Jlh Air Tampungan (Liter)
00.00-01.00	13800	2400	13800
01.00-02.00	13800	2400	25200
02.00-03.00	13800	2400	36600
03.00-04.00	13800	2400	48000
04.00-05.00	13800	2400	59400
05.00-06.00	13800	24000	49200
06.00-07.00	13800	24000	39000
07.00-08.00	13800	24000	28800
08.00-09.00	13800	24000	18600
09.00-10.00	13800	19200	13200
10.00-11.00	13800	19200	7800
11.00-12.00	13800	19200	2400
12.00-13.00	13800	19200	-3000
13.00-14.00	13800	19200	-8400
14.00-15.00	13800	19200	-13800
15.00-16.00	13800	24000	-24000
16.00-17.00	13800	24000	-34200
17.00-18.00	13800	24000	-44400
18.00-19.00	13800	24000	-54600
19.00-20.00	13800	2400	-43200
20.00-21.00	13800	2400	-31800
21.00-22.00	13800	2400	-20400
22.00-23.00	13800	2400	-9000
23.00-24.00	13800	2400	2400
Jumlah =	331200	331200	57600

Tabel 4. 4 Kontrol kebutuhan jam max

$Q_S$ Suplai (Liter)	Jlh Air Tampungan (Liter)	$Q_D$ Kebutuhan (Liter)
13800	13800	2400
13800	25200	2400
13800	36600	2400
13800	48000	2400
13800	59400	2400
13800	49200	24000
13800	39000	24000
13800	28800	24000
13800	18600	24000
13800	13200	19200
13800	7800	19200
13800	2400	19200

Tabel 4. 5 Kontrol lkebutuhan max

13800	-3000	19200
13800	-8400	19200
13800	-13800	19200
13800	-24000	24000
13800	-34200	24000
13800	-44400	24000
13800	-54600	24000
13800	-43200	2400
13800	-31800	2400
13800	-20400	2400
13800	-9000	2400
13800	2400	2400
331200	57600	331200

Tabel 4. 6 Kontrol kebutuhan max (2)

Min:  $X_1 = -54600$

$X_1 = 54600$

Max:  $X_2 = +59400$

$X_2 = 59400$

Kapasitas Tampungan yang dibutuhkan adalah  $= X_1 + X_2$

Total Jumlah Air Tampungan (g) = 114000 Liter

#### 8. Kebutuhan Air Rata-rata per Tahun

Kebutuhan air rata-rata adalah jumlah air yang diperlukan oleh suatu penduduk atau kawasan dalam periode tertentu (biasanya harian) yang dihitung berdasarkan :

Total jumlah penduduk (N) = 480 Jiwa

Kebutuhan air 1 orang/hari (q) = 200 Liter/Jiwa/Hari (Permen PU No. 18/2007 atau SNI 19-6728.1-2002)

Faktor Kehilangan Air (Flw)

= 15%

Kebutuhan Air Rata-rata (Qavg)

$= (N \times q \times \text{Flw}) + (N \times q)$

= 110400 Liter/Hari

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air		
		Liter/Hari	Liter/Detik	m <sup>3</sup> /Detik
2025	480	110400	1,2777778	0,0012778
2026	535	122938	1,4228883	0,0014229
2027	595	136899	1,5844782	0,0015845
2028	663	152446	1,764419	0,0017644
2029	738	169758	1,9647948	0,0019648
2030	822	189037	2,1879262	0,0021879
2031	915	210505	2,4363975	0,0024364
2032	1019	234411	2,7130863	0,0027131
2033	1135	261031	3,0211973	0,0030212
2034	1264	290675	3,3642987	0,0033643
2035	1407	323686	3,7463644	0,0037464

Tabel 4. 7 Kebutuhan air rata rata penduduk tahun 2025-2035

### b. HITUNG KAPASITAS BAK TAMPUNG

#### 1. Koefisien Faktor kapasitas reservoir

Total Jlh Air Tampungan (g)

= 114000 Liter

Koefisien Faktor Efisiensi Reservoir

= 80%

Total Kapasitas Reservoir =  $100/80 \times g$

= 142500 Liter

Butuh Kapasitas Reservoir (g)

= 142,5 m<sup>3</sup>

Dalam perencanaan Reservoir air, terdiri dari 2 Bak penampung air dengan kapasitas masing-masing sebagai berikut:

Volume Kapasitas Reservoir 1

= 71,25 m<sup>3</sup>

Volume Kapasitas Reservoir 2

= 71,25 m<sup>3</sup> = 71250 Liter/jam

Reservoir 1 dan 2 didesain dengan Dimensi berikut ini:

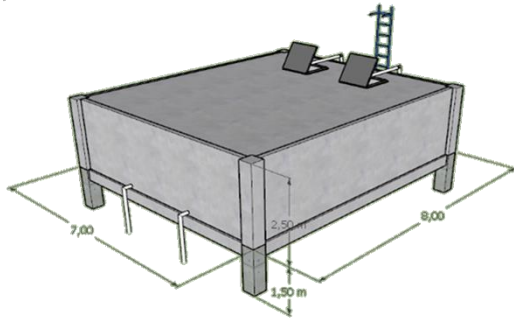
Panjang (P) = 4,5 m

Lebar (L) = 4,5 m

Tinggi (H) = 4,5 m

Volume Kapasitas Reservoir 1 dan 2

= 72,9 m<sup>3</sup>



Gambar 4. 2 Reservoir atau bak penampungan air

## 2. Hitung Kapasitas Bak Penampungan yang ada

Data Penampungan Bak1

Ketinggian Bak1	= 1,5 meter
(elevasi 0,00m)	
Panjang Bak (P)	= 3,2 meter
Lebar Bak (L)	= 5 meter
Tinggi Bak (H)	= 4,1 meter
Tinggi Bak berisi air (h)	= 2,6 meter
Volume Bak1 (V1)	= 41,34 m <sup>3</sup>

Data Penampungan Bak2

Ketinggian Bak	= 1,5 meter
(elevasi 0,00m)	
Panjang Bak (P)	= 3 meter
Lebar Bak (L)	= 5,3 meter
Tinggi Bak (H)	= 4,1 meter
Tinggi Bak berisi air (h)	= 2,6 meter

Volume Bak2 (V2)= 41,34 m<sup>3</sup>  
= 41340 Liter

Total Volume kedua Bak (Qmasuk)

$$= V_1 + V_2 = 82,94 \text{ m}^3$$

Volume Bak yang ada sebesar  
= 82,94 m<sup>3</sup>

Vol Kapasitas Reservoir Desain =  
145,8 m<sup>3</sup>

Dari hasil perhitungan Analisis Tampung yang telah dilakukan, diperoleh nilai Volume Kapasitas Reservoir Desain Lebih Besar daripada Kapasitas Reservoir yang Ada, sehingga Perlunya Ukuran Reservoir di Perbesar"; "Dari hasil perhitungan Analisis Tampung yang telah dilakukan, diperoleh nilai Volume

Kapasitas Reservoir Desain Lebih Kecil daripada Kapasitas Reservoir yang Ada, sehingga Perlunya Ukuran Reservoir Mencukupi"

## c. PERHITUNGAN TAMPUNGAN

ORFIS

Data Numerik

d	= 0,05 m
$C_d$	= $0,62 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$
g	= 9,81 m
$h_0$	= 3,6 m
$h_f$	= 0,05 m
$A_T$	= $20,25 \text{ m}^2$

Hitung Luas Orifis

$$A_o = \pi d^2 / 4 = 2, \text{ E} - 03 \text{ m}^2$$

Hitung Kecepatan Teoritis pada muka awal

$$V = \sqrt{2gh_0} = 8,40428 \text{ m/s}$$

Hitung Debit awal

$$Q_0 = C_d \times A_o \sqrt{2gh}$$

$$= 1, \text{ E} - 02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 1, \text{ E} + 01 \text{ Liter/detik}$$

Waktu Pengosongan dari  $h_0$  ke  $h_f$

$$t = \frac{2A_T}{C_d A_o \sqrt{2g}} (\sqrt{h_0} - \sqrt{h_f})$$

$$= 12566,15$$

$$= 209,4359 \text{ menit}$$

$$= 3,490598 \text{ jam}$$

Waktu Pengosongan sampai nol  $h_f = 0$

$$t_{\text{kosong}} = \frac{2A_T}{C_d A_o \sqrt{2g}} \sqrt{h_0}$$

$$= 237,416 \text{ menit}$$

$$= 3,95693 \text{ jam}$$

## d. DIMENSI PIPA DAN KEHILANGAN TEKANAN AIR



Berikut adalah perhitungan untuk menentukan diameter pipa, kecepatan aliran air, dan perhitungan kehilangan tekanan menggunakan metode Hazen Williams dan Darcy-Weisbach berdasarkan data yang diberikan:

➤ **Data Numerik**

Volume air Bak Tampung (Q)

$$= 0,02025 \text{ m}^3$$

Kecepatan Aliran air ideal (V)

$$= 2 \text{ m/s}$$

Panjang Pipa yang digunakan (L)

$$= 10 \text{ m}$$

Koefisien kekasaran pipa (C)

$$= 140$$

(C Hazen-Williams) = 140 (pipa PVC)

Kekasaran Absolut Pipa (e)

0,00015 m, untuk Darcy-Weisbach

0,00015 (PVC)

Viskositas air ( $\nu$ ) =  $106 \text{ m}^2/\text{s}$

(Kinematik suhu  $20^\circ$ )

Koefisien Gravitasi (g)

$$= 9,81 \text{ m/s}^2$$

➤ **Hitung Diameter Pipa**

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$= 0,113541 \text{ m}$$

$$= 11,354096 \text{ cm}$$

➤ **Hitung Kecepatan Aliran Aktual V**

$$A = \pi D^2/4$$

$$= 0,010125 \text{ m}^2$$

$$V = Q/A$$

$$V = 2 \text{ m/s}$$

➤ **Hitung Kehilangan Tekanan Hitung**

**Kehilangan Tekanan menggunakan**

**Metode Hazen-Williams:**

$$H_f = 10,67 \times \frac{L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

$$H_f = 0,33583 \text{ m Head}$$

➤ **Hitung Kehilangan Tekanan**

**menggunakan Metode Darcy-Weisbach:**

a. Hitung Re (angka Reynolds):

$$Re = V.D/\nu$$

$$= 227081,93 \text{ Aliran turbulen,}$$

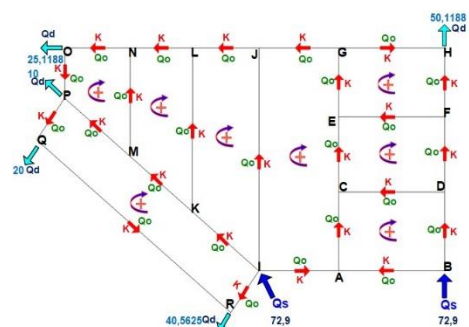
karena  $Re > 4000$

b. Hitung head loss  $H_f$  Darcy-Weisbach:

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$H_f = 0,3232071 \text{ m Head}$$

1. Perhitungan tekanan pipa dengan metode cross



Gambar 4. 3 Pemodelan siklus aliran air pada perpipaan



Pada analisis perhitungan ini digunakan software ms.excel sebagai berikut:

Joint:

$$I = 72,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$B = 72.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = -50,1188 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$O = -25,1188 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = -10 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = -20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$R = -40,5625 \text{ m}^3/\text{s}$$

Total keseimbangan pada hukum

kontinuitas = 0

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan metode: “Hardy Cross” yang diprogram di ms excel untuk memperoleh nilai  $Q_o$  dengan control  $\Delta Q = 0$ , sehingga nilai  $Q_o$  akhir yang digunakan untuk mendesain penampang pipa.

Bentang	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	C	L (m)	g (m/s <sup>2</sup> )	D (m)
AB	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
BD	0,02025	1,5	140	60	9,81	0,13
DC	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
AC	0,02025	1,5	140	60	9,81	0,13
CD	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
DF	0,02025	1,5	140	57	9,81	0,13
FE	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
CE	0,02025	1,5	140	57	9,81	0,13
EF	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
FH	0,02025	1,5	140	51	9,81	0,13
HG	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
EG	0,02025	1,5	140	51	9,81	0,13
JI	0,02025	1,5	140	165	9,81	0,13
IA	0,02025	1,5	140	60	9,81	0,13
AC	0,02025	1,5	140	60	9,81	0,13
CE	0,02025	1,5	140	57	9,81	0,13
EG	0,02025	1,5	140	51	9,81	0,13
GJ	0,02025	1,5	140	60	9,81	0,13
IK	0,02025	1,5	140	66	9,81	0,13
IJ	0,02025	1,5	140	165	9,81	0,13
JL	0,02025	1,5	140	51	9,81	0,13
LK	0,02025	1,5	140	123	9,81	0,13
KM	0,02025	1,5	140	63	9,81	0,13
KL	0,02025	1,5	140	123	9,81	0,13
LN	0,02025	1,5	140	48	9,81	0,13
NM	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
MP	0,02025	1,5	140	66	9,81	0,13
MN	0,02025	1,5	140	81	9,81	0,13
NO	0,02025	1,5	140	51	9,81	0,13
OP	0,02025	1,5	140	36	9,81	0,13
RQ	0,02025	1,5	140	198	9,81	0,13
RI	0,02025	1,5	140	39	9,81	0,13
IK	0,02025	1,5	140	66	9,81	0,13
KM	0,02025	1,5	140	63	9,81	0,13
MP	0,02025	1,5	140	66	9,81	0,13
PQ	0,02025	1,5	140	39	9,81	0,13

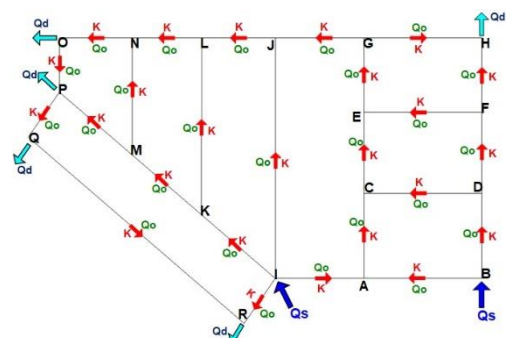
Tabel 4. 8 Analisa perhitungan tekanan pipa dan dimensi pipa

Untuk mendapatkan nilai  $Q_o$  akhir diperlukan perhitungan yang berulang dengan beberapa iterasi yang dilakukan.

K	Bentang	Qn (m <sup>3</sup> /j)	Qo (m <sup>3</sup> /j)	H <sub>i</sub>	2KQ	ΔQ
1,8344	AB	36,45	36,45	2437,19	133,728	-9,1125
1,35881	BD	36,45	-36,45	-1805,3	99,0575	-9,1125
1,8344	DC	18,225	-18,225	-609,3	66,8638	-9,1125
1,35881	AC	54,675	54,675	4061,98	148,586	-9,1125
1,8344	CD	18,225	18,225	609,297	66,8638	-20,528
1,29087	DF	18,225	-18,225	-428,76	47,0523	-20,528
1,8344	FE	9,1125	-9,1125	-152,32	33,4319	-20,528
1,29087	CE	72,9	72,9	6860,23	188,209	-20,528
1,8344	EF	9,1125	9,1125	152,324	33,4319	-27,663
1,15499	FH	9,1125	-9,1125	-95,908	21,0497	-27,663
1,8344	HG	41,0063	41,0063	3084,56	150,444	-27,663
1,15499	EG	82,0125	82,0125	7768,53	189,448	-27,663
3,73674	JI	18,225	18,225	1241,16	136,204	24,5147
1,35881	IA	18,225	-18,225	-451,33	49,5288	24,5147
1,35881	AC	54,675	-54,675	-4062	148,586	24,5147
1,29087	CE	72,9	-72,9	-6860,2	188,209	24,5147
1,15499	EG	82,0125	-82,013	-7768,5	189,448	24,5147
1,35881	GJ	41,0063	-41,006	-2284,9	111,44	24,5147
1,4947	IK	18,225	18,225	496,464	54,4816	12,0692
3,73674	IJ	18,225	-18,225	-1241,2	136,204	12,0692
1,15499	JL	59,2313	-59,231	-4052,1	136,823	12,0692
2,78557	LK	9,1125	9,1125	231,307	50,767	12,0692
1,42675	KM	9,1125	9,1125	118,474	26,0026	21,2839
2,78557	KL	9,1125	-9,1125	-231,31	50,767	21,2839
1,08705	LN	68,3438	-68,344	-5077,5	148,586	21,2839
1,8344	NM	4,55625	4,55625	38,081	16,716	21,2839
1,4947	MP	4,55625	4,55625	31,029	13,6204	28,9414
1,8344	MN	4,55625	-4,5563	-38,081	16,716	28,9414
1,15499	NO	72,9	-72,9	-6138,1	168,398	28,9414
0,81529	OP	47,7812	-47,781	-1861,3	77,9109	28,9414
4,48409	RQ	22,3375	-22,337	-2237,4	200,326	10,3962
0,88323	IR	18,225	18,225	293,365	32,1937	10,3962
1,4947	IK	18,225	-18,225	-496,46	54,4816	10,3962
1,42675	KM	9,1125	-9,1125	-118,47	26,0026	10,3962
1,4947	MP	4,55625	-4,5563	-31,029	13,6204	10,3962
0,88323	PQ	42,3375	-42,337	-1583,2	74,7873	10,3962
Σ =		1133,06	-340,27	-20201	3299,99	

Tabel 4. 9 Analisis perhitungan tekanan pipa dan dimensi pipa dengan metode cross

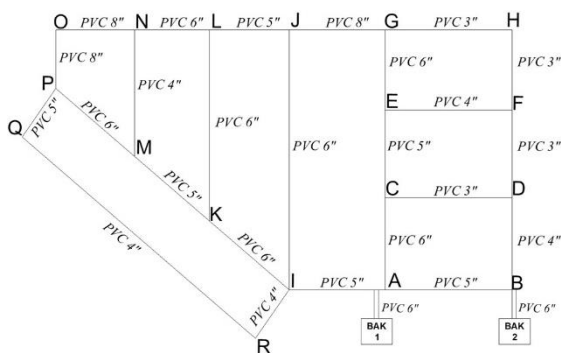
## 2. Perhitungan Dimensi ukuran pipa untuk tiap elemen



Gambar 4. 4 Elemen bentang pipa

Bentang	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	D (m)	D (cm)	D (inch)
AB	0,0171	1,5	0,12	12,05	5
BD	0,0135	1,5	0,11	10,71	4
DC	0,00533	1,5	0,07	6,73	3
AC	0,02728	1,5	0,15	15,22	6
CD	0,00884	1,5	0,09	6,73	3
DF	0,0068	1,5	0,08	7,60	3
FE	0,00981	1,5	0,09	9,12	4
CE	0,02038	1,5	0,13	13,15	5
EF	0,00576	1,5	0,07	9,12	4
FH	0,00676	1,5	0,08	7,57	3
HG	0,00525	1,5	0,07	6,68	3
EG	0,02614	1,5	0,15	14,90	6
JI	0,02788	1,5	0,15	15,38	6
IA	0,02297	1,5	0,14	13,96	5
AC	0,03202	1,5	0,16	16,49	6
CE	0,02794	1,5	0,15	15,40	6
EG	0,06259	1,5	0,23	14,90	6
GJ	0,04845	1,5	0,20	20,28	8
IK	0,01089	1,5	0,10	15,38	6
IJ	0,02845	1,5	0,16	15,38	6
JL	0,02	1,5	0,13	13,03	5
LK	0,01486	1,5	0,11	11,23	4
KM	0,01583	1,5	0,12	11,59	5
KL	0,01891	1,5	0,13	12,67	5
LN	0,02694	1,5	0,15	15,12	6
NM	0,00937	1,5	0,09	8,92	4
MP	0,0252	1,5	0,15	14,63	6
MN	0,01139	1,5	0,10	8,92	4
NO	0,0503	1,5	0,21	20,66	8
OP	0,04472	1,5	0,19	19,48	8
RQ	0,01488	1,5	0,11	11,24	4
RI	0,01397	1,5	0,11	10,89	4
IK	0,00713	1,5	0,08	15,38	6
KM	0,01178	1,5	0,10	11,59	5
MP	0,02317	1,5	0,14	14,63	6
PQ	0,01933	1,5	0,13	12,81	5

Tabel 4. 10 Rekapitulasi hasil perhitungan dimensi ukuran pipa



Gambar 4. 5 Denah dimensi ukuran pipa

Setelah dilakukan analisis dan perhitungan tekanan pada pipa dan dimensi pada pipa diperoleh hasil yang berbeda pada tiap elemen.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data dan peninjauan lapangan kemudian dilakukan perhitungan diperoleh perbedaan berikut ini:

- 1) Dari hasil analisis perhitungan kebutuhan air dan suplai air memberikan hasil yang berbeda dimana jumlah air yang masuk sebanyak 3.840 liter/hari sementara itu jumlah kebutuhan air sebanyak 331.200 liter/hari, dimana jumlah kebutuhan air harian jauh lebih besar daripada suplai air.
- 2) Pada desain awal bak penampungan air terdiri dari 2 bak dengan masing-masing dimensi berkapasitas 41,34 m<sup>3</sup> dengan total 82,94 m<sup>3</sup>, sedangkan berdasarkan analisis data lapangan dan hasil analisis perhitungan jumlah kebutuhan air penduduk dan jumlah suplai air yang masuk diperoleh kapasitas bak untuk masing-masing sebesar 72,9 m<sup>3</sup> dengan total 145,8 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada gambar 4.3
- 3) Pada desain awal pipa air digunakan berukuran 2" atau 6 cm, sedangkan berdasarkan hasil analisis dan perhitungan kapasitas bak tampungan, tekanan air pipa serta orifis tampungan diperoleh dimensi yang berbeda-beda dengan ukuran minimal 6,68 cm dan maksimal 20,66 cm, dapat dilihat pada table 4.13

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Kendala yang ditemukan di lapangan adalah kurangnya ketersediaan air bersih di perumahan "Blessing House

Tomohon” hal tersebut disebabkan oleh jumlah kebutuhan air jauh lebih besar dibandingkan jumlah air yang masuk, kemudian pada perencanaan awal dimensi bak penampung yang kurang besar serta dimensi pipa distribusi yang terlalu kecil.

2. Dari analisis kendala yang di temukan dilapangan mengenai ketersediaan air bersih pada perumahan Blessing House Tomohon, didapatkanlah hasil penelitian dimana:

jumlah kebutuhan air harian jauh lebih besar daripada suplai air, karena jumlah air yang masuk sebanyak 3.840 liter/hari sementara itu jumlah kebutuhan air sebanyak 331.200 liter/hari.

dimensi bak yang kurang memadai, karena pada desain awal bak penampungan air dengan total 82,94 m<sup>3</sup> (untuk 2 bak penampungan), sedangkan berdasarkan analisis data lapangan dan hasil analisis perhitungan jumlah kebutuhan air penduduk dan jumlah suplai air yang masuk diperoleh kapasitas bak dengan total 145,8 m<sup>3</sup>. (untuk 2 bak penampungan)

pemilihan diameter pipa air yang kurang tepat, karena pada desain awal pipa air digunakan berukuran 2” atau 6 cm, sedangkan berdasarkan hasil analisis dan perhitungan kapasitas bak tampungan, tekanan air pipa serta orifis tampungan diperoleh dimensi yang berbeda-beda dengan ukuran minimal 6,68 cm dan maksimal 20,66 cm.

3. Berdasarkan evaluasi dan analisis perhitungan yang dilakukan bahwa solusi untuk kendala ketersediaan air bersih adalah dengan memperbesar

ukuran bak penampungan dan dimensi pipa distribusi.

## Saran

Dalam perencanaan sistem ketersediaan air bersih sebaiknya dilakukan peninjauan dan survei langsung ke lapangan untuk memperoleh data ril kemudian melakukan analisis perhitungan dengan teliti dan menggunakan alat bantu aplikasi untuk mempermudah.

## DAFTAR PUSTAKA

AWWA (American Water Works Association) Water Storage Facilities Manual M42 → kapasitas reservoir umumnya 25–50% average daily demand

Adioetomo, S. M., & Samosir, O. B. (2010). Dasar-Dasar Demografi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia (LPFE UI).

ahli J.P. Holman dalam buku “Heat Transfer” (10th edition), perhitungan kehilangan energi.

Buku K.Lubis (2006): Strategi perencanaan kebutuhan air – fokus aplikasi domestik

Badan Pusat Statistik (BPS). (2010). Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja. Jakarta: Badan Pusat Statistik

BPS (Badan Pusat Statistik). Proyeksi Penduduk Indonesia 2015–2045.

- Jakarta: BPS, 2018. Soemarto (1995); Perencanaan air bersih.
- Menurut Ven Te Chow (1959), mengenai orifis tumpukan. WHO (World Health Organization), penyediaan air bersih untuk kebutuhan dasar, dan berkelanjutan dalam jangka panjang.
- Menurut K. Lubis (1992) & Fetter (2001), Neraca air adalah perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air dalam suatu wilayah atau system, dalam periode tertentu
- Permen PUPR 28/2007: Konsep SPAM dan unit pelayanan rumah, perencanaan institusional dan teknis
- PERMENKES No. 32 Tahun 2017 mengenai air bersih
- peraturan Menteri PUPR No. 18 Tahun 2007. SNI 03-7065-2005: Tata cara perencanaan system plumbing SNI 19-6728:2002 (120 liter/orang/hari).
- Permen PU No. 18/2007 atau SNI 19-6728.1-2002, kebutuhan air per kapita
- Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010: Mengatur kualitas air minum yang harus memenuhi batasan kontaminasi SNI 7831:2012: Perencanaan system penyediaan air minum (SPAM)
- Peraturan menteri pekerjaan umum No. 12/PRT/M/2017: Mengatur distribusi air bersih yang merata dengan tekanan dan kontinuitas yang memadai.
- Punmia et al. (2014), sistem jaringan linear
- Peraturan Menteri pekerjaan umum (PU) No. 18/PRT/2007: menetapkan kecepatan minimum aliran dan tekanan minimum di titik layanan terjauh.
- Permen PU No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan SPAM: Menyebutkan bahwa kehilangan air maksimum yang diperbolehkan adalah 20% dari total air yang diproduksi.
- SNI 6773:2008 distribusi air stabil 24 jam atau sesuai kebutuhan.
- SNI 6728.1-2015 (kebutuhan air bersih rumah tangga).
- Steel & McGhee (2003), sistem distribusi pipa air bersih
- SNI 03-1733-2004: standar luas minimum dan kebutuhan air per penghuni rumah.
- SNI 03-7065-2006 dan BS 6700: standar plumbing internal rumah (bagian dalam rumah) terkait aliran, tekanan, kecepatan
- SNI 7509:2011 – Tata Cara Perencanaan Teknik SPAM : Pada perencanaan sistem penyediaan air minum, NRW (kehilangan air) umumnya direncanakan 10–20% dari total kebutuhan
- SNI 03-1735-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plumbing, Cadangan kebakaran = 15–25% dari kebutuhan harian, atau tetap, misalnya 50–100 m<sup>3</sup> untuk kawasan permukiman.
- SNI 19-6728.1-2002: Menghitung kapasitas bak penampungan, untuk Kota

Kecil – sedang, kapasitas reservoir  
= 30 – 50% kebutuhan harian.

Triatmodjo (2009). Proyeksi penduduk

UU No. 17 Tahun 2019: Mengatur  
pengelolaan sumber daya air yang  
efisien dan berkelanjutan untuk  
memastikan pasokan air yang cukup  
dan aman.