

# SKRIPSI

## ANALISIS PENYEBAB KEHILANGAN DEBIT DAN TEKANAN AIR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PELAYANAN ZONA BIRUGO PERUMDA AIR MINUM TIRTA JAM GADANG KOTA BUKITTINGGI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

**IRVAN ANDIKA PUTRA**  
**19.10.002.21201.029**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

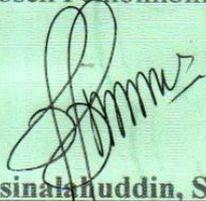
**Analisis Penyebab Kehilangan Debit Dan Tekanan Air  
Pada Jaringan Distribusi Pelayanan Zona Birugo  
Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi**

Oleh

**Irvan Andika Putra**

19.10.002.21201.029

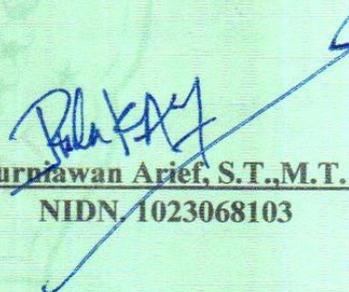
Dosen Pembimbing I,



**Muchlisinalhuddin, S.T., M.T.**

**NIDN. 1009058002**

Dosen Pembimbing II,



**Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T. Ph. D.**

**NIDN. 1023068103**

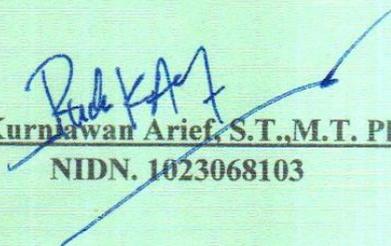
Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat



**Masrii, S.T., M.T.**

**NIDN. 1005057407**

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



**Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T. Ph. D.**

**NIDN. 1023068103**

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal .. Maret 2023 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, Maret 2022  
Mahasiswa,

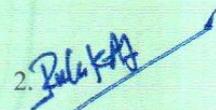


IRVAN ANDIKA PUTRA  
191000221201029

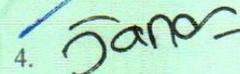
Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal ..... :

1. Muchlisinalahuddin, S.T., M.T.
2. Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T., Ph.D.
3. Riza Muharni, S.T., M.T.
4. Jana Hafiza, S.T., M.T.

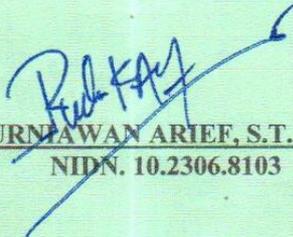
1. 

2. 

3. 

4. 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
RUDI KURNIAWAN ARIEF, S.T., M.T., Ph.D.  
NIDN. 10.2306.8103

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Irvan Andika Putra

NIM : 19.10.002.21201.029

Judul Skripsi : Analisis Penyebab Kehilangan Debit Dan Tekanan

Air Pada Jaringan Distribusi Pelayanan Zona Birugo Perumda Air Minum  
Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, Baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, .. Maret 2023

Mahasiswa,



*Irvan*  
**IRVAN ANDIKA PUTRA**  
19100221201029

## ABSTRAK

Melakukan analisis faktor penyebab kehilangan debit dan tekanan pada pelayanan jaringan distribusi Zona Birugo yang mana bertujuan untuk mencari akar permasalahan pelayanan kepada pelanggan tidak maksimal, mencari debit aliran pada jaringan distribusi menggunakan rumus Hazenwilliam. Diketahui faktor penyebab kehilangan debit dan tekanan pada pelayanan jaringan distribusi zona birugo adalah dimensi pipa yang sudah tidak mendukung dengan kebutuhan air masyarakat, dan juga faktor usia pipa diatas 30 tahun yang menyebabkan banyak nya kebocoran pada jaringan distribusi sehingga mempengaruhi tekanan pada pelanggan. Faktor utama penyebab kurangnya suplai air ke pelanggan adalah dimensi pipa yang tidak support terhadap debit yang dibutuhkan oleh pelanggan wilayah pelayanan Zona Birugo. Usia pipa yang sudah diatas 30 tahun, membuat pipa distribusi sudah tidak layak untuk di digunakan, karna besar kemungkinan pipa distribusi tersebut sudah banyak keropos, dan mengalami kebocoran yang tidak terdeteksi.

Kata kunci: Distribusi, Hazenwilliam, Zona Birugo



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala berkat yang telah diberikannya, Sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat)

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar –besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Skripsi ini, yaitu kepada ;

1. Orang tua, kakak, dan adik serta saluran keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang
2. Bapak Masril . S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
3. Bapak Hariyadi, S.Kom., M.Kom. selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
4. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T.,M.T., Ph.D. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan masukan kepada penulis
5. Bapak Muchlisinalahuddin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis;
6. Bapak Rudi Kurniawan Arief, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis
7. Bapak/ Ibuk Dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah memberikan dukungan dan ilmunya kepada penulis
8. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya. Khususnya mahasiswa Teknik Mesin.

Bukittinggi , Februari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

### HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN.....	(I)
KATA PENGANTAR.....	(II)
DAFTAR ISI.....	(III)
DAFTAR GAMBAR.....	(IV)
DAFTAR TABEL.....	(V)

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATARABELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KONSEP DASAR ALIRAN FLUIDA.....	5
2.1 AIR BERSIH.....	6
2.3 KEBUTUHAN AIR BERSIH.....	8
2.4 KEHILANGAN TINGGI TEKAN.....	8
2.5 KEBUTUHAN AIR TOTAL.....	10
2.6 POMPA.....	14

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 BAGIAN ALIR PENELITIAN .....	22
3.2 PENGUMPULAN DATA AWAL.....	23
3.3 STUDI LITERATUR.....	25
3.4 PENGUMPULAN DATA.....	25
3.5 PENGOLAHAN DATA.....	27
3.6 ANALISA.....	27

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	DEBIT PADA JALUR DISTRIBUSI.....	28
4.2	PERHITUNGAN KEBUTUHAN HEAD POMPA.....	30
4.3	PERENCANAAN DIMENSI PIPA.....	31
BAB V	PENUTUP	
5.1	KESIMPULAN.....	34
5.2	SARAN.....	34

DAFTAR PUSTAKA



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Steady dan Seragam.....	5
Gambar 2.2 Skema Pompa Torak.....	16
Gambar 2.3 Pompa Roda Gigi.....	17
Gambar 2.4 Skema Pompa Piston.....	18
Gambar 2.5 Pompa Aksial.....	18
Gambar 2.6 Pompa Sentrifugal.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Peta Jaringan Zona Pelayanan Birugo.....	24
Gambar 3.3 Skematik Jaringan Distribusi Pelayanan Zona Birugo.....	24



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum.....	7
Tabel 2.2 Kebutuhan Air Bersih Kategori Kota dan Jumlah Penduduk.....	8
Tabel 2.3 Nilai Koefisien Kekerasan Pipa.....	9
Tabel 3.1 Data Produksi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang.....	23
Tabel 3.2 Data Panjang Pipa Distribusi Zona Birugo.....	25
Tabel 3.3 Jumlah Penduduk Pada Pelayanan Zona Birugo.....	26
Tabel 3.4 Jumlah Pelanggan Pada Pelayanan Zona Birugo.....	26
Tabel 3.5 Data Perhitungan Pompa.....	27



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi merupakan salah satu perusahaan milik daerah yang memiliki fungsi menyediakan dan menyalurkan air bersih kepada masyarakat Kota Bukittinggi dan sekitarnya.

Berdasarkan Laporan kinerja BPKP tahun 2021, Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Melayani 9.718 pelanggan aktif yang terdiri dari dalam wilayah administratif sejumlah 9.249 pelanggan dengan atau sanggup melayani  $\pm 53.450$  jiwa dari total jumlah penduduk  $\pm 124.131$  jiwa dengan cakupan pelayanan  $\pm 43,06$  %. Persentase cakupan yang masih relative rendah ini dikarenakan oleh tingginya tingkat kehilangan air baik itu dari kerusakan meteran ataupun dari kebocoran pipa. Hal ini juga berdampak terhadap pelayanan Zona birugo, yang mana usia jaringan distribusi pada zona ini sudah melebihi batas toleransi, yaitu diatas 30 tahun, maka dari itulah angka kebocoran pada pelayanan zona ini menjadi tinggi, sehingga mempengaruhi tekanan aliran air pada pelanggan.

Namun dengan seiring meningkatnya jumlah penduduk maka kebutuhan air minum akan semakin meningkat pula [1]. Dengan demikian sistem distribusi akan semakin kompleks, sehingga membutuhkan penanganan khusus. Hal ini terjadi pada zona pelayanan birugo, dimana jumlah pelanggan setiap tahunnya berkurang, akibat banyaknya gangguan dan pengaduan terhadap pelayanan yang terus meningkat, ini tentu menjadi hal yang perlu ditemukan solusinya.

Hingga saat ini belum ada tindakan peningkatan/perbaikan yang dilakukan oleh Perumda Air minum Tirta Jam Gadang terkait solusi ini, dan juga belum ada penelitian yang membahas tentang permasalahan ini terkait dengan kondisi sistem distribusi air bersih pada Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo ini. Maka dari itu penulis tertarik untuk membuat suatu analisis apa saja yang dapat mejadi penyebab terjadinya permasalahan pelayanan pada Zona Birugo ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang menjadi dasar dilakukan penelitian ini yaitu dilakukannya Analisa Kembali Jaringan Pipa Distribusi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo, Selanjutnya, berdasarkan hasil yang diperoleh, apakah hasil dari penelitian ini dapat dijadikan rekomendasi bagi perusahaan dalam hal ini Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoir Birugo dalam pengembangan Jaringan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan ini tidak menyimpang dari topik yang telah ditentukan maka penulis memberi batasan sebagai berikut :

- a. Sistem jaringan yang dihitung hanya untuk pelayanan daerah Birugo sampai dengan Simpang Mandiangin
- b. Perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus Hazen William

## **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Penelitian**

Bergerak dari latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Mengetahui Faktor apa saja yang menyebabkan air tidak sampai pada pelanggan terjauh
- b. Mengetahui faktor yang mempengaruhi tekanan pada pelanggan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Kota Bukittinggi
- c. Mengetahui, apakah kapasitas produksi saat ini sanggup untuk melayani masyarakat di sekitaran wilayah pelayanan Zona Birugo

### **1.4.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu ;

- a. Memberikan masukan berupa analisa penyebab pelayanan Zona birugo tidak maksimal.
- b. Meningkatkan mutu dan kualitas dalam pelayanan terhadap pelanggan.
- c. Dapat melayani kebutuhan air masyarakat selama 24 jam
- d. Mampu Menjadikan bahan pertimbangan atau rekomendasi bagi perusahaan terkait, yakni Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Reservoar Birugo berdasarkan hasil evaluasi dan analisa yang telah dilakukan.
- e. Kepuasan tersendiri bisa mengembalikan pelayanan Zona Birugo ke seperti semula
- f. Ikut berkontribusi dalam memajukan perusahaan daerah.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang faktor penyebab zona pelayanan birugo tidak maksimal

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan hal –hal yang menjadi Latar belakang, Rumusan masalah, Tujuan penelitian, Ruang Lingkup, Manfaat penelitian dan Sistematika penulisan

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan di bahas tentang air bersih, sistem distribusi air bersih, Persyaratan dalam penyediaan air bersih, , sistem pengaliran air bersih, kebutuhan air bersih, kehilangan air, kehilangan tinggi tekan (*headloss*), Kebutuhan air total, Kebutuhan air harian, fluktuatif kebutuhan air, Sistem penyediaan air bersih, konsep dasar aliran fluida, analisis jaringan pipa distribusi air bersih.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab metodologi penelitian pada dasarnya menjelaskan rencana dan prosedur penelitian yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan atau tujuan perancangan pada skripsi.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan bagaimana perhitungan untuk mencari kehilangan air dan tekanan yang mana nantinya bertujuan untuk menjawab tujuan dan permasalahan yang diajukan dalam skripsi.

### **BAB V PENUTUP**

Penutup adalah bab terakhir yang berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

### **DAFTAR PUSTAKA**



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Konsep Dasar Aliran Fluida

Untuk aliran fluida dalam pipa khususnya untuk air terdapat kondisi yang harus diperhatikan dan menjadi prinsip utama, kondisi fluida tersebut adalah fluida merupakan fluida inkompresibel, fluida dalam keadaan *steady* dan seragam.

Menurut [2] Kurtz., 2007, dijelaskan bahwa :

$$Q = V \times A \quad (2.1)$$

Dimana:

Q = laju aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

A = Luas Penam Aliran ( $\text{m}^2$ )

V = kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{s}$ )

Menurut [3] Agustian., 2013, untuk aliran *steady* dan seragam seperti yang tergambar pada gambar 2.1 dalam pipa dengan diameter pipa konstan pada waktu yang sama berlaku:

$$V1 \times A1 = V2 \times A2 \quad (2.2)$$

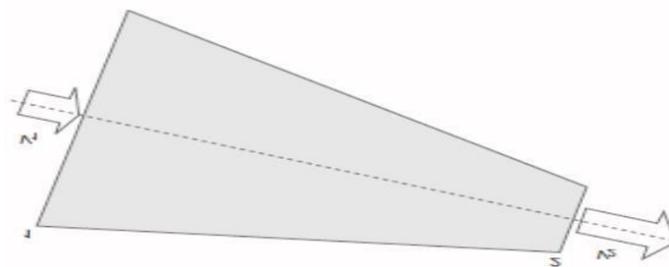
Di mana:

V1 = kecepatan awal di dalam pipa ( $\text{m}/\text{s}$ )

A1 = adalah luas penampang saluran pada awal pipa ( $\text{m}^2$ )

V2 = kecepatan akhir di dalam pipa ( $\text{m}/\text{s}$ ),

A2 = luas penampang saluran pada akhir pipa ( $\text{m}^2$ ).



Gambar 2.1 Aliran Steady dan Seragam

Gambar 2.1 menjelaskan bahwa aliran yang terjadi pada suatu sistem adalah seragam, dimana energi pada setiap titik adalah sama, besarnya kecepatan berbanding terbalik dengan luas penampang pipa. Semakin besar luas penampang maka kecepatan akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

## **2.2 Air Bersih**

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Tanpa air tidak akan ada kehidupan di muka bumi. “Bumi mengandung sejumlah besar air, lebih kurang  $1,4 \times 10^6 \text{ km}^3$  yang terdiri atas samudera, laut, sungai, danau, gunung es, dan sebagainya” [4] (Syahrir 2007). Air adalah sumber utama bagi setiap manusia dan juga untuk organisme hidup. Tidak hanya untuk keperluan domestik, tetapi juga untuk keperluan industri dan irigasi distribusi air dapat dimanfaatkan. Air melayani manusia dan organisme hidup pada masa lampau melalui lembah sungai dan sungai kecil [5] (Arsiani 2019). Air bersih adalah salah satu elemen mendasar yang diperlukan untuk hampir semua komponen biotik untuk menjalankan aktivitas kehidupan fundamental mereka yang berbeda. Air yang dibutuhkan untuk keperluan minum lebih ditekan dengan terus bertambahnya populasi dan untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat di tingkat perkotaan maupun pedesaan, ada kebutuhan untuk menggantikan metode tradisional dan usang dalam mendesain jaringan distribusi air dengan akurat, cepat dan perangkat lunak dan metode berbasis komputer [6] (Willet., 2021)

### **2.2.1 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih**

Sebagaimana yang terdapat pada Peraturan Pemerintah Nomor 122 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, bagian kedua mengenai jaringan perpipaan, paragraf pertama dengan judul Umum pasal 4 ayat (2) SPAM jaringan perpipaan yang dimaksud pada ayat satu, yaitu diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas air minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran air minum. Sehingga, dalam penyediaan air bersih harus memenuhi konsep 3K yaitu [7] (Ary Wibowo., 2018):

### a. Kualitas air bersih

Air bersih di pengaruhi oleh bahan baku air itu sendiri atau mutu air tersebut baik yang langsung berasal dari alam atau yang sudah melalui proses pengolahan.

### b. Kuantitas air

Tergantung jumlah dan ketersediaan air yang akan diolah pada penyediaan air bersih yang dibutuhkan sesuai dengan banyaknya konsumen yang akan dilayani.

### c. Kontinuitas air

Menyangkut kebutuhan air yang terus menerus digunakan karena air merupakan kebutuhan pokok manusia apalagi air sangat dibutuhkan pada musim kemarau tiba.

## 2.2.2 Persyaratan Kualitas

Parameter wajib persyaratan kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Persyaratan kualitas air minum [8]

No.	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		0
	1. E. Coli	Jumah per 100ml sampel	0
	2. Total Bakteri Koliform	Jumah per 100ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1. Arsen	mg/l	0,01
	2. Fluorida	mg/l	1,5
	3. Total Kromium	mg/l	0,05
	4. Kadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit, (sebagai NO <sub>2</sub> )	mg/l	3
	6. Nitrat, (sebagai NO <sub>3</sub> )	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,007
	8. Selenium	mg/l	0,001
2	Parameter yang tidak angsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1. Bau		Tidak berbau
	2. Warna	TCU	15
	3. Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4. Kekeruhan	NTU	5

5. Rasa		
6. Suhu	<sup>0</sup> C	Tidak berasa Suhu udara ±3
<b>b. Parameter Kimiawi</b>		
1. Aluminium	mg/l	0,2
2. Besi	mg/l	0,3
3. Keadahan	mg/l	500
4. Khlorida	mg/l	250
5. Mangan	mg/l	0,4
6. pH		6,5-8,5
7. Seng	mg/l	3
8. Sulfat	mg/l	250
9. Tembaga	mg/l	2
10. Amonia	mg/l	1,5

### 2.3 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih berdasarkan kategori kota dan jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2.2. Kebutuhan air bersih berdasarkan kategori kota dan jumlah penduduk [9]

Kategori kota	Keterangan	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air (ltr/org/hr)
I	Kota Metropolitan	Diatas 1 juta	190
II	Kota Besar	500.000 – 1 juta	170
III	Kota Sedang	100.000 – 500.000	150
IV	Kota Kecil	20.000 – 100.000	130
V	Desa	10.000 – 20.000	100
VI	Desa Kecil	3.000 – 10.000	60

### 2.4 Kehilangan Tinggi Tekan (*Headloss*)

Kehilangan tinggi tekan dalam pipa dapat dibedakan menjadi 2 yaitu kehilangan tinggi tekan mayor (*major losses*) dan kehilangan tinggi tekan minor (*minor losses*).

#### a. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)

Ada beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor ini yaitu dari Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy, Colebrook- White dan Swamme-Jain. Berikut beberapa teori menghitung besarnya kehilangan tinggi tekan mayor :

#### *Persamaan Chezy-Manning*

$$HL = \frac{4,66n^2 LQ^2}{D^{533}} \quad (2.3)$$

Di mana:

$HL$  = headloss (feet)

$Q$  =debit aliran (cfs)

$L$  = panjang pipa (feet)

$D$  = diameter pipa (feet)

$n$  = koefisien

### **Persamaan Darcy-Weisbach**

Menurut Kodoatie (2002), nilai  $H_f$  adalah

$$H_f = f \frac{Lv^2}{d2g} \quad (2.4)$$

Di mana :

$H_f$  = headloss (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m^2/s$ )

$L$  = panjang pipa (m)

$d$  = diameter pipa (m)

$v$  = kecepatan aliran (m/s)

$f$  = Faktor gesekan (tanpa satuan)

### **Persamaan Hazen-Williams**

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54} \quad (2.5)$$

Dimana :

$Q$  = Debit ( $M^3/detik$ )

$C$  = Koefisien Pipa

$D$  = Diameter Pipa

$S$  = Beda Elevasi : Panjang Pipa

Untuk melihat nilai koefisien kekasaran pipa  $Chw$  (*Hazen-William*) dapat dilihat dalam Tabel 2.3. seperti di bawah ini:

Tabel 2.3. Nilai koefisien kekasaran pipa  $Chw$  (*Hazen-William*) [8]

<b>Pipe Materials</b>	<b>C</b>
Brass	130-140
Cast iron (common in oder water lines)	
New, unined	130
10-year-old	107-113
<b>Pipe Materials</b>	<b>C</b>

20-year-old	89-100
30-year-old	75-90
40-year-old	64-83
Concretetor concrete lined	
Smooth	140
Average	120
Rough	100
Copper	130-140
Ductile Iron (cement mortar lined)	140
Glass	140
High Density polyethylene (HDPE)	150
Plastic	130-150
Poyvinyl chloride (PVC)	150
Steel	
Commercial	140-150
Rivete	90-110
Welded (seamless)	100
Vitified clay	110

#### b. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Pada umumnya kehilangan minor akan lebih besar terjadi apabila perlambatan kecepatan aliran didalam pipa yang dibandingkan dengan tingkat kecepatan dari akibat adanya pusaran arus yang ditimbulkan oleh pemisah aliran dibidang batas pipa.

Secara umum rumus kehilangan tinggi tekan akibat *minor losses* :

$$hf = S \times L \quad (2.6)$$

Dimana :

$S$  = kemiringan garis energi (m)

$hf$  = Kehilangan tinggi tekanan (m)

$L$  = Panjang pipa (m)

#### 2.5 Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah total kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah kehilangan air.

$$Q_r = Q_d + Q_n + Q_a \quad (2.7)$$

Dimana :

$Q_r$  = kebutuhan air rata-rata (ltr/hari)

$Q_d$  = Kebutuhan air domestik (ltr/hari)

$Q_n$  = Kebutuhan air non domestik (ltr/hari)

$Q_a$  = kehilangan air (ltr/hari)

### 2.5.1 Fluktuasi Kebutuhan Air

Jumlah pemakaian air oleh pelanggan berbeda-beda, dikarenakan perbedaan jumlah anggota keluarga, mata pencaharian, dan faktor lainnya. Aktivitas yang berbeda tersebut menyebabkan pemakaian air selama satu hari mengalami perubahan naik dan turun atau dapat disebut fluktuasi kebutuhan air.

Pada umumnya kebutuhan air dibagi dalam tiga kelompok :

#### a. Kebutuhan rata – rata

Pemakaian air rata-rata menggunakan persamaan berikut:

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \quad (2.8)$$

Dimana :

$Q_h$  = Pemakaian air rata-rata (m<sup>3</sup>/jam)

$Q_d$  = Pemakaian air rata-rata sehari (m<sup>3</sup>)

$T$  = Jangka waktu pemakaian (jam)

#### b. Kebutuhan harian maksimum

Kebutuhan air harian dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kebutuhan Air Perhari} = \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Kebutuhan Rata – Rata Perhari} \quad (2.9)$$

#### c. Kebutuhan pada jam puncak

Jam puncak merupakan jam dimana terjadi pemakaian air terbesar. Faktor jam puncak mempunyai nilai yang berbalik dengan jumlah penduduk. Semakin tinggi jumlah penduduk maka besarnya faktor jam puncak akan semakin kecil. Hal terjadi karena dengan bertambahnya jumlah penduduk maka aktivitas penduduk tersebut semakinberagam sehingga fluktuasi pemakaian air makin kecil [10] (Sasmita., 2021)

Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan dasar dan nilai kebocoran dengan pendekatan sebagai berikut :

$$Q_h - \max = C1 \times Q_h \quad (2.10)$$

dimana :

$Q_h$  = pemakaian air (m /dtk)

$C1$  = konstanta yang bernilai antara 1,2 – 2,0

$Q_h - \max$  = pemakaian air jam puncak (m<sup>3</sup>/detik)

## 1. Persyaratan Kuantitas (Debit)

Persyaratan kuantitas dalam penyediaan air bersih adalah ditinjau dari banyaknya air baku yang tersedia. Artinya air baku tersebut dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan kebutuhan daerah dan jumlah penduduk yang akan dilayani.

Persyaratan kuantitas juga dapat ditinjau dari standar debit air bersih yang dialirkan ke konsumen sesuai dengan jumlah kebutuhan air bersih. Kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya.

Untuk membuktikan kondisi tersebut menggunakan rumus kontinuitas :

$$Q1 = Q2 \quad Q1 = Q2 \quad (2.11)$$

$$A1 \times V1 = A2 \times V2 \quad (2.12)$$

Dimana :

$Q1$  = debit didaerah 1 ( $m^3/det$ )

$Q2$  = debit didaerah 2 ( $m^3/det$ )

$A1$  = luas penampang didaerah 1 ( $m^2$ )

$A2$  = luas penampang didaerah 2 ( $m^2$ )

$V1$  = kecepatan rata-rata didaerah 1 ( $m/det$ )

$V2$  = kecepatan rata-rata didaerah 2 ( $m/det$ )

Pemakaian air oleh suatu masyarakat bertambah besar dengan kemajuan masyarakat tersebut, sehingga pemakaian air sering kali dipakai sebagai salah satu tolak ukur tinggirendahnya kemajuan suatu masyarakat.

## 2. Persyaratan Kontinuitas

Dalam penyediaan air bersih tidak hanya berhubungan dengan kualitas dan kuantitas air saja, tetapi dari segi kontinuitas juga harus mendukung. Kontinuitas adalah di mana air harus bisa tersedia secara terus-menerus meskipun dimusim kemarau selama umur rencana. Karena tujuan utama dari perencanaan jaringan distribusi air adalah agar kebutuhan masyarakat akan terpenuhi secara terus-menerus walaupun musim kemarau. Salah satu cara menjaga agar kontinuitas air tetap tersedia adalah dengan membuat tempat penampungan air (*reservoir*) untuk menyimpan air sebagai persediaan air musim kemarau.

Pemakaian air dapat diprioritaskan, yaitu minimal selama 12 jam per hari pada jam – jam aktifitas kehidupan . Jam aktifitas di Indonesia adalah pukul 06.00 sampai dengan 18.00. Sistem jaringan perpipaan dirancang untuk membawa suatu kecepatan aliran tertentu. Kecepatan dalam pipa tidak boleh lebih dari 0,6 – 1,2 m/dt. Ukuran pipa pun harus tidak melebihi dimensi yang diperlukan dan juga tekanan dalam sistem harus tercukupi. Dengan analisis jaringan pipa distribusi, maka dapat ditentukan dimensi atau ukuran pipa yang diperlukan sesuai dengan tekanan minimum yang diperbolehkan agar kualitas aliran terpenuhi.

### **2.5.2 Sistem Pengaliran Air Bersih**

Untuk mendistribusikan air minum kepada konsumen dengan kuantitas, kualitas dan tekanan yang cukup memerlukan sistem perpipaan yang baik, *reservoir*, pompa dan dan peralatan yang lain. Metode dari pendistribusian air tergantung pada kondisi topografi dari sumber air dan posisi para konsumen berada.

Menurut [11] (Supardi., 2014) sistem pengaliran yang dipakai adalah sebagai berikut;

#### **a. Cara Gravitasi**

Cara pengaliran gravitasi digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah pelayanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan. Cara ini dianggap cukup ekonomis, karena hanya memanfaatkan beda ketinggian lokasi.

#### **b. Cara Pemompaan**

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari *reservoir* distribusi ke konsumen. Sistem ini digunakan jika elevasi antara sumber air atau instalasi pengolahan dan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup.

#### **c. Cara Gabungan**

Pada cara gabungan, *reservoir* digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran, atau tidak adanya energi. Selama periode pemakaian rendah, sisa air dipompakan dan disimpan dalam *reservoir* distribusi.

Karena *reservoir* distribusi digunakan sebagai cadangan air selama periode pemakaian tinggi atau pemakaian puncak, maka pompa dapat dioperasikan pada kapasitas debit rata-rata.

## 2.6 Pompa

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ketempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik yang diberikan alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan atau elevasi (ketinggian). Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda, antara lain jenis dan jumlah bahan cairan tinggi dan jarak pengangkutan serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya. Kita tahu bahwa cairan dari tempat yang lebih tinggi akan sendirinya mengalir ketempat yang lebih rendah, tetapi jika sebaliknya maka perlu dilakukan usaha untuk memindahkan atau menaikkan fluida, alat yang lazim digunakan adalah pompa. [12] *Bachroudis* melakukan penelitian dengan menggunakan variasi besaran sudut keluaran impeller ( $\beta_2$ ) dengan diameter dan tinggi impeller sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar sudut keluaran ( $\beta_2$ ) maka semakin meningkat nilai *head* (tinggi tekan) untuk kapasitas yang sama (*Bacharoudis*, 2008)

[2] *Kurtz* melakukan penelitian pada pompa sentrifugal dengan impeller sudu ( $Z$ ) 5 yaitu memvariasi kecepatan putar pada rpm rendah, medium dan tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan dengan putaran ( $n$ ) semakin besar nilai *head* ( $H$ ) semakin besar dan semakin besar kapasitasnya. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu pompa mejadi energi kinetik dan tekanan pada fluida, Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan per satuan waktu (kapasitas) dan energi angkat (*head*), Berikut per-satuan dari pompa air :

- Kapasitas ( $Q$ )

Merupakan volume fluida yang dapat dialirkan persatuan waktu. Dalam pengujian ini pengukuran dari kapasitas dilakukan dengan menggunakan venturimeter. Satuan dari kapasitas ( $Q$ ) yang digunakan dalam pengujian ini adalah  $m^3/s$ .

- Putaran (n)

Yang dimaksud dengan putaran disini adalah putaran poros (*impeler*) pompa, dinyatakan dalam satuan rpm. Putaran diukur dengan menggunakan tachometer.

- Torsi (T)

Torsi didapatkan dari pengukuran gaya dengan menggunakan dinamometer, kemudian hasilnya dikalikan dengan lengan pengukur momen (L). Satuan dari torsi adalah N/m.

- Daya (P)

Daya dibagi menjadi dua macam, yaitu daya poros yang merupakan daya dari motor listrik, serta daya air yang dihasilkan oleh pompa. Satuan daya adalah Watt.

- Efisiensi

Merupakan perbandingan antara daya air yang dihasilkan dari pompa, dengan daya poros dari motor listrik.

### **2.6.1 Klasifikasi Pompa berdasarkan prinsip kerja.**

Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda, antara lain jenis dan jumlah bahan cairan tinggi dan jarak pengangkutan serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya. Menurut prinsip kerjanya pompa diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu:

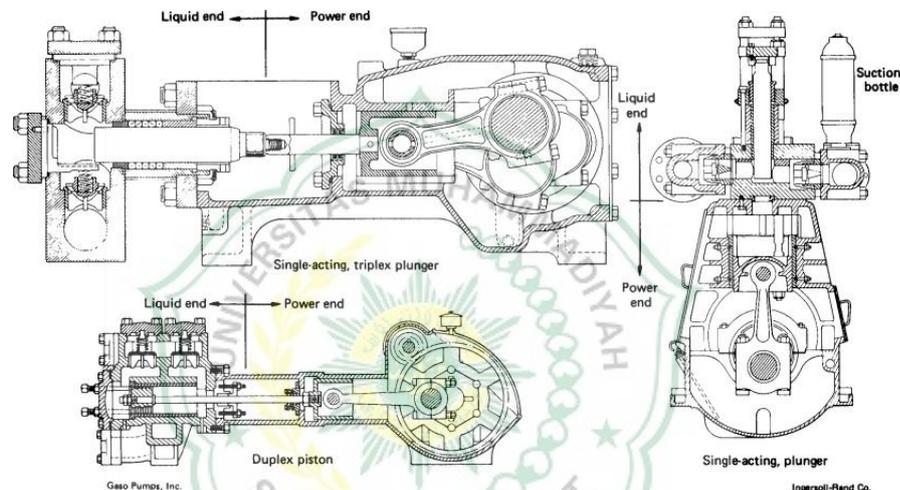
#### ***1. Positive Displacement Pump***

Merupakan pompa yang menghasilkan kapasitas yang intermitten, karena fluida ditekan di dalam elemen-elemen pompa dengan volume tertentu. Ketika fluida masuk, langsung dipindahkan ke sisi buang sehingga tidak ada kebocoran (aliran balik) dari sisi buang ke sisi masuk. Kapasitas dari pompa ini kurang lebih berbanding lurus dengan jumlah putaran atau banyaknya gerak bolak-balik pada tiap satuan waktu dari poros atau engkol yang menggerakkan. Pompa jenis ini menghasilkan *head* yang tinggi dengan kapasitas rendah. Pompa ini dibagi lagi menjadi :

a) *Reciprocating Pump* (pompa torak)

Prinsip kerja pada pompa ini yaitu, tekanan dihasilkan oleh gerak bolak-balik translasi dari elemen-elemennya, dengan perantaran *crankshaft*, dan lain- lainnya. Pompa jenis ini dilengkapi dengan katup masuk dan katup buang yang mengatur aliran fluida keluar atau masuk ruang kerja. Katup-katup ini bekerja secara otomatis dan derajat pembukaannya tergantung pada fluida yang dihasilkan. Tekanan yang dihasilkan sangat tinggi, yaitu lebih dari 10 atm. Kecepatan putar rendah yaitu 250 sampai 500 rpm. Oleh karena itu, dimensinya besar dan sangat berat.

Skema pompa torak ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Skema pompa torak

Sumber: [13] Sarwono., 1998

b) *Rotary Pump*

Tekanan yang dihasilkan dari pompa ini adalah akibat gerak putar dari elemen- elemennya atau gerak gabungan berputar. Bagian utama dari pompa jenis ini adalah :

- rumah pompa yang stasioner
- rotor yang di dalamnya terdapat elemen-elemen yang berputar dalam rumah pompa

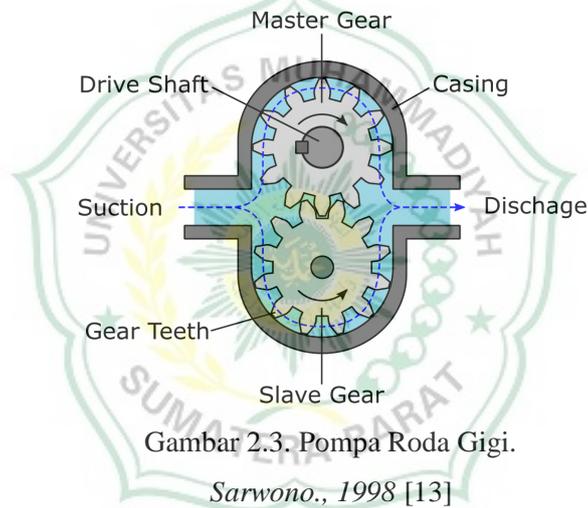
Prinsip kerjanya adalah fluida yang masuk ditekan oleh elemen-elemen yang memindahkannya ke sisi buang kemudian menekannya ke pipa tekan. Karena tidak memiliki katup-katup, maka pompa ini dapat bekerja terbalik, sebagai

pompa maupun sebagai motor. Pompa ini bekerja pada putaran yang tinggi sampai dengan 5000 rpm atau lebih. Karena keuntungan tersebut, pompa ini banyak dipakai untuk pompa pelumas dan pada *hydraulic power transmission*. Yang termasuk jenis pompa ini adalah:

c) *Gear Pump* (Pompa Roda Gigi)

Prinsip kerja dari pompa ini adalah berputarnya dua buah roda gigi berpasangan yang terletak dalam rumah pompa akan menghisap dan menekan fluida yang dipompakan. Fluida yang mengisi ruang antar gigi ditekan ke sisi buang. Akibat diisinya ruang antar sisi tersebut maka pompa ini dapat beroperasi. Aplikasi dari pompa ini adalah pada sistem pelumasan, karena pompa ini menghasilkan *head* yang tinggi dan debit yang rendah.

Contoh pompa roda gigi terdapat pada gambar 2.3.

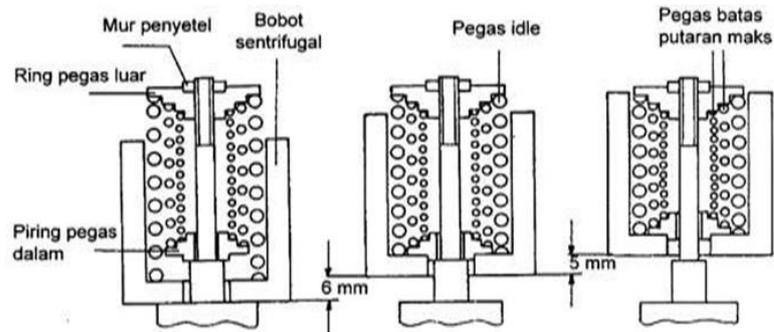


Gambar 2.3. Pompa Roda Gigi.

Sarwono., 1998 [13]

d) Pompa Piston

Prinsip kerja dari pompa ini adalah berputarnya selubung putar menyebabkan piston bergerak sesuai dengan posisi ujung piston di atas piring dakian. Fluida terhisap ke dalam silinder dan ditekan ke saluran buang akibat gerakan naik turun piston. Fungsi dari pompa ini adalah untuk pemenuhan kebutuhan *head* tinggi dan kapasitas rendah. Skema pompa piston ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4. Skema pompa piston.

*Sarwono., 1998[13]*

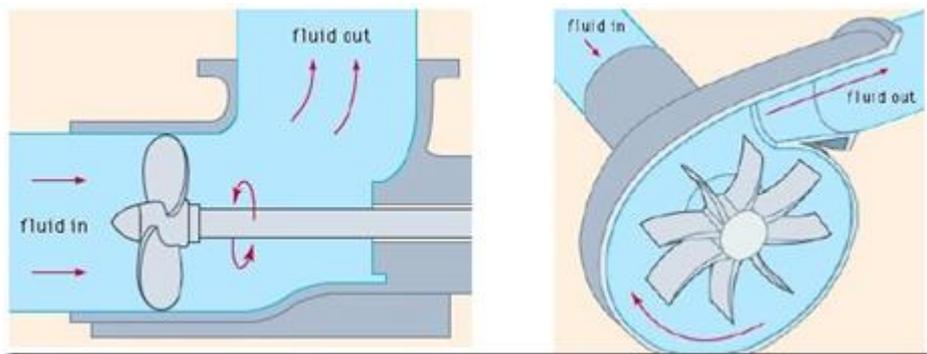
## 2. *Dynamic Pump*

Merupakan pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Untuk merubah kenaikan tekanan, tidak harus mengubah volume aliran fluida. Dalam pompa ini terjadi perubahan energi, dari energi mekanik menjadi energi kinetik, kemudian menjadi energi tekanan. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan suatu impeler yang berputar dengan kecepatan tinggi. Yang termasuk di dalam jenis pompa ini adalah pompa aksial dan pompa sentrifugal.

### a) Pompa Aksial

Prinsip kerja dari pompa ini adalah berputarnya impeler akan menghisap fluida yang dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial. Pompa ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan head rendah dan kapasitas tinggi, seperti pada sistem pengairan.

Contoh pompa aksial terdapat pada gambar 2.5.



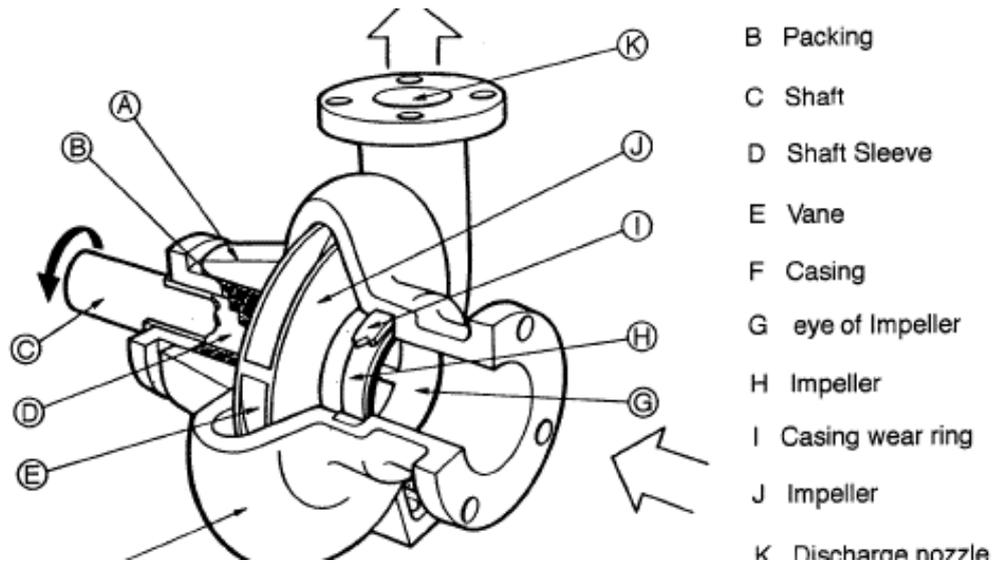
Gambar 2.5. Pompa aksial.

*Kurtz., 2007 [2]*

#### b) Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah sebuah jenis pompa yang populer digunakan dalam dunia industri. Pompa ini termasuk dalam jenis pompa kerja dinamis atau *non positive displacement*. Pompa sentrifugal sendiri memiliki prinsip kerja yang mengubah energy kinetis yang berawal dari kecepatan aliran sebuah fluida menjadi energi potensial atau energi dinamis. Fluida tersebut mengalir melalui impeler yang berputar di dalam casing pompa. Sifat dari hidrolis pompa ini adalah memindahkan energi yang terdapat pada daun (baling-baling) pompa dengan memakai dasar perubahan arah aliran atau yang juga disebut dengan fluid dynamics. Kapasitas yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal selalu sebanding dengan putaran. Total *head* atau tekanan yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal akan sebanding dengan pangkat dua dari kecepatan putaran. Pompa sentrifugal ini dikenal akan bentuknya yang sederhana, tidak memakan banyak tempat, ringan, serta tidak menghabiskan banyak biaya untuk instalasi dan perawatan.

Cara kerja pompa sentrifugal adalah sebagai berikut : cairan masuk ke impeler dengan arah aksial melalui mata impeler (*impeler eye*) dan bergerak ke arah radial diantara sudu-sudu impeler (*impeler vanes*) hingga cairan tersebut keluar dari diameter luar impeler, zat cair mengalir dari tengah impeler keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan impeller dengan kecepatan tinggi. Kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya semakin besar, sehingga terjadi perubahan dari *head* kecepatan menjadi *head* tekanan. Contoh pompa aksial terdapat pada gambar 2.6



Gambar 2.6. Pompa Sentrifugal.

Untuk perhitungan mencari kebutuhan Head Pompa, penulis menggunakan rumus yang didapat dari pendidikan kilat (diklat) di Balai Teknik Air Minum Bekasi, dengan persamaan sebagai berikut :

$$HP = \frac{1000 \times Q \times \sum H}{75 \times n} \quad (2.13)$$

$$Major\ Loses = L \times S$$

$$= L \times \left( \frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85}$$

Dimana :

Q = Debit (M<sup>3</sup>/detik)

HP = Head Pompa

$\sum H$  = Jumlah Dari, Panjang Pipa Hisap + Mayor Loses + Minor Loses + Sisa Tekan + Beda elevasi

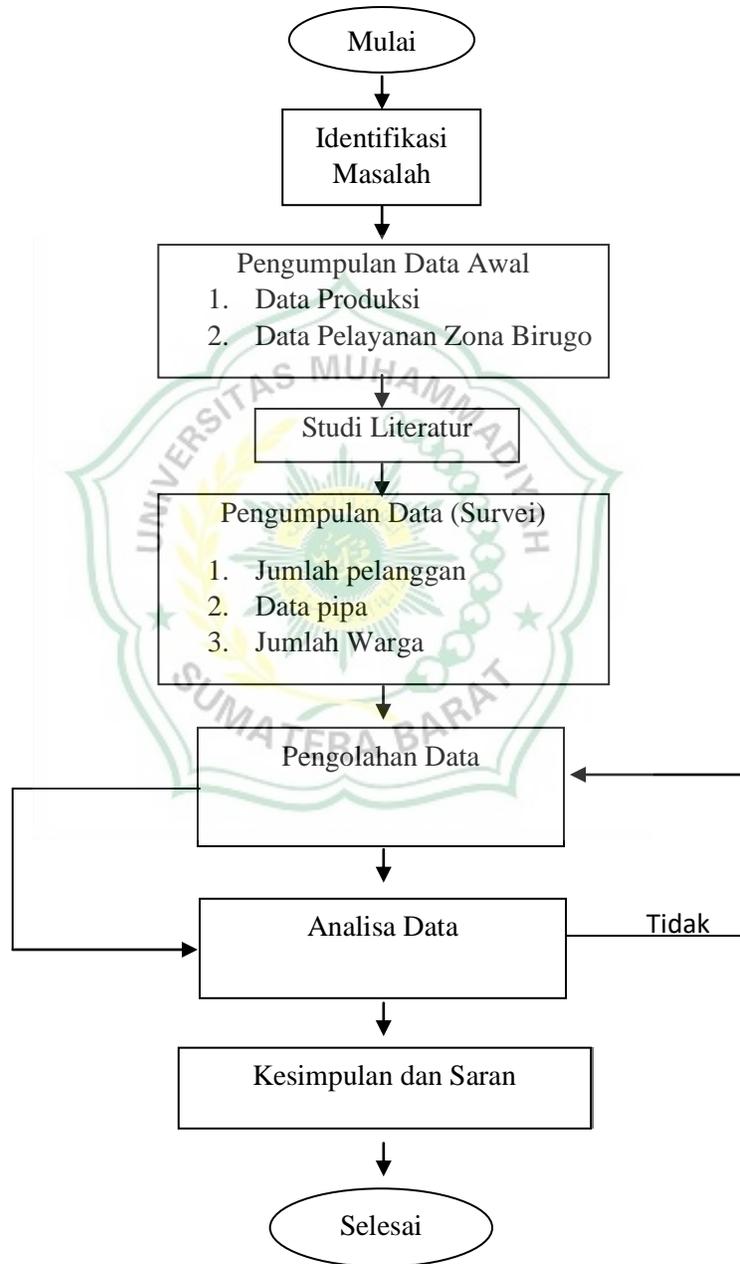
n = Koefisien (75% - 80 %) (tetap)

Dari rumus diatas, nanti akan di dapat spesifikasi pompa yang dibutuhkan untuk menunjang jaringan distribusi air bersih.

**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

Langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Pengumpulan Data Awal

Dilakukan orientasi awal untuk menganalisis dan memperoleh hipotesa bagaimana kondisi pada objek penelitian, setelah dilakukan identifikasi sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk mencari referensi sebelumnya sebagai bahan untuk solusi permasalahan yang ada.

Untuk kegiatan awal ini penulis melakukan pengumpulan data berupa survey secara lisan di bagian terkait yakni bagaimana kondisi dari jaringan distribusi kemudian dari pelanggan yang melakukan pengaduan terhadap gangguan dari pelayanan.

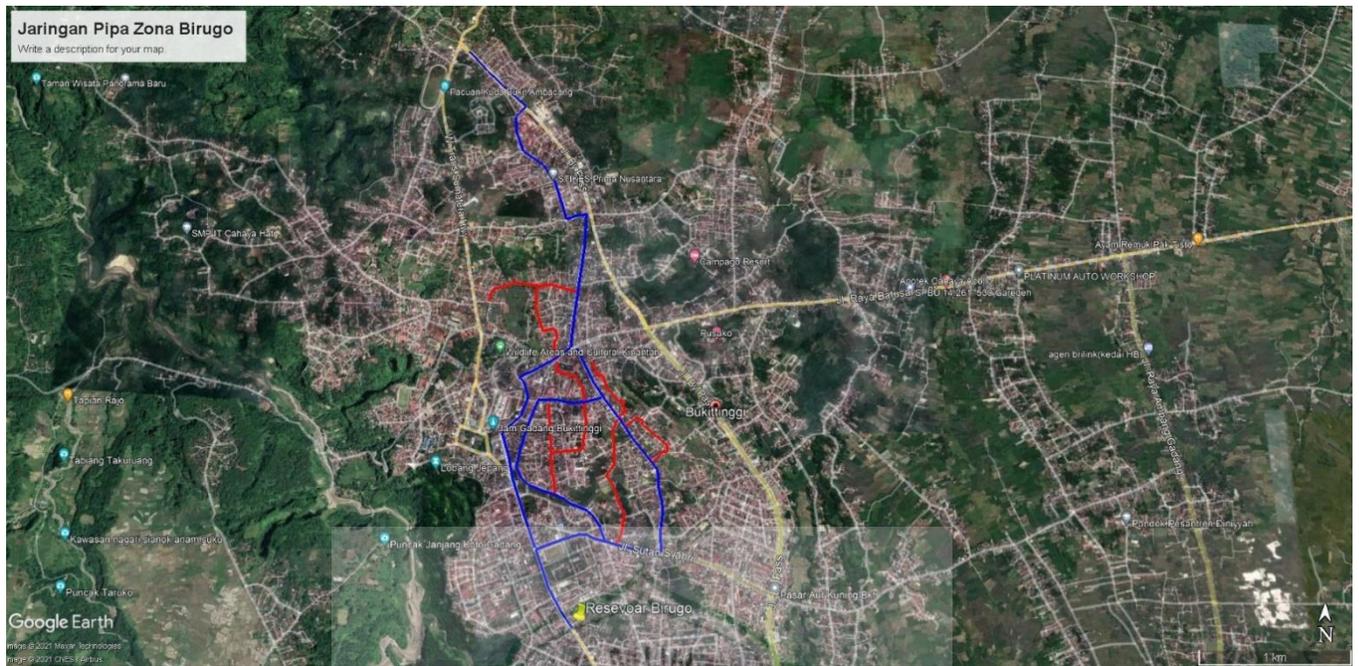
Data awal yang penulis ambil adalah data produksi Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi, dapat dilihat seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini :

Tabel 3.1 Data Produksi Perumda air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi

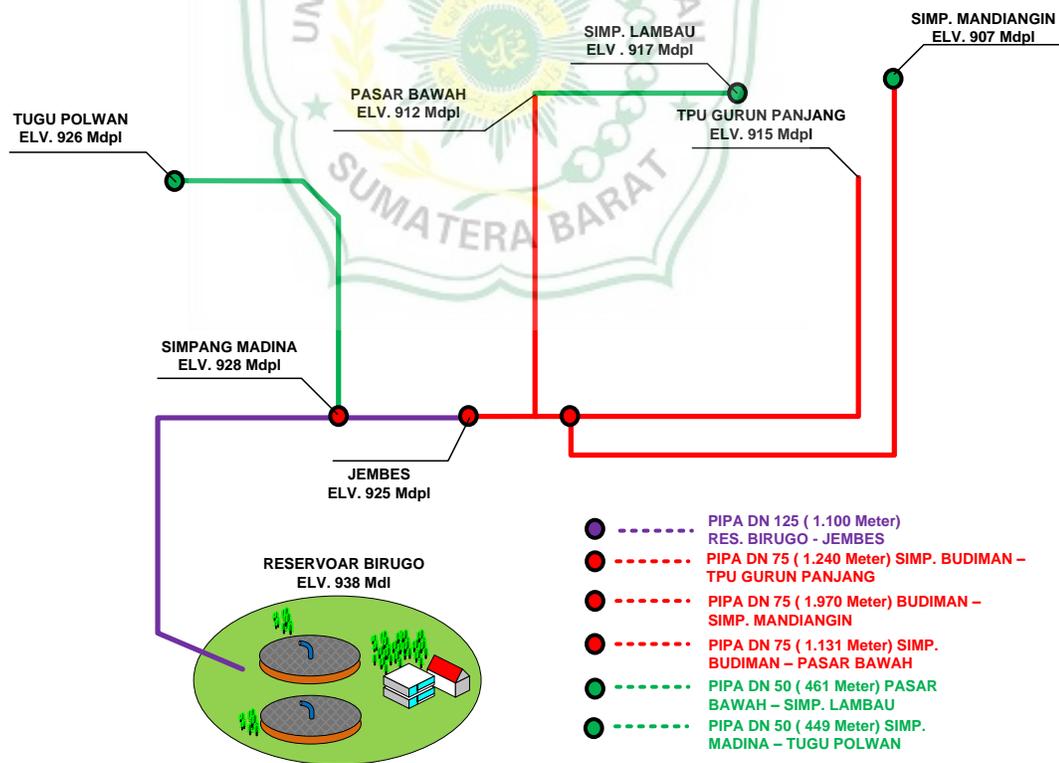
NO	Sumber	m <sup>3</sup> /Bulan	Kapasitas Liter/detik
1.	Mata Air Sungai Tanang	428.544	160
2.	Mata Air Cingkaring	26.784	10
3.	Sumur Dangkal Kubung Putih	16.070	6
4.	WTP Tabek Gadang 10	26.784	10
5.	WTP Tabek Gadang 20	53.568	20
6.	WTP Belakang Balok	107.136	40
7	Sumur Bor Bukit Apit	6.996	2.5
<b>Total</b>		<b>656.877,60</b>	<b>248,5</b>

*Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi*

Pada penelitian ini penulis akan menganalisis pipa jaringan pada Zona Birugo Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi. Untuk mengetahui letak wilayah pelayanan Zona Birugo dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan 3.3 berikut ini :



Gambar 3.2 Peta Jaringan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Zona Pelayanan Birugo (google earth pro 2021)



Gambar 3.3 Skematik Jaringan Distribusi Pelayanan Zona Reservoir Birugo

### 3.3 Studi Literatur

Penelitian ini adalah mencari, mengumpulkan, dan mempelajari referensi serta berbagai kegiatan yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir. Sebagai salah satu contoh, penulis mengambil data dari Laporan Bulanan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang, Audit BPKP dan beberapa jurnal terdahulu sebagai referensi dalam melakukan perhitungan dan juga analisa dalam permasalahan yang penulis angkat.

### 3.4 Pengumpulan Data (survei)

Data yang dikumpulkan merupakan data yang relevan. Data-data tersebut diperoleh di Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi yang berkaitan dengan tugas akhir, sehingga penulis dapat melakukan perhitungan dan analisa data. *Survey* dilakukan untuk melihat kondisi eksisting lokasi tempat penelitian, permasalahan yang ada di tempat penelitian, dan untuk melihat data yang ada di tempat penelitian.

Data-data yang sudah penulis dapat pada proses ini meliputi :

#### 3.4.1 Data Panjang dan Jenis Pipa Distribusi Pada Pelayanan Zona Birugo

Tabel 3.2. Data jaringan distribusi

Nomor	Diamter Pipa (mm)	Jenis Pipa	Panjang Pipa (meter)	Beda Elevasi (meter)	Debit (Q) (Liter/Detik)
1	125	GI	1.110	13	13,82
2	75	PVC	1.224	10	2,7
3	75	PVC	1.970	16	2,7
4	75	PVC/GI	1.131	13	2,7
5	50	GI	449	2	0,68
6	50	GI	461	4	0,98

*Laporan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Bulan Desember 2021*

### 3.4.2 Jumlah Warga Pada Pelayanan Zona Birugo

Tabel 3.3. Jumlah Penduduk Pada Pelayanan Zona Birugo

No.	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Pakan Kurai	6.900
2	Aua Tajungkang Tengah Sawah	8.485
<b>Jumlah</b>		<b>15.385</b>

Berdasarkan audit BPKP, untuk 1 pelanggan terdiri dari 4,13 jiwa, sementara asumsi kebutuhan air per orang per hari adalah 150 liter, sementara dari perhitungan, 1 liter/detik mampu melayani 139 pelanggan dan kapasitas yang masuk kedalam resevoir Birugo  $\pm$  30 liter/detik.

### 3.4.3 Jumlah Pelanggan Pada Pelayanan Zona Birugo

Tabel 3.4. Jumlah Pelanggan Pada Pelayanan Zona Birugo

No.	Kelurahan	Jumlah Pelanggan Aktif	Jumlah Pelanggan Tidak Aktif	Total Pelanggan
1	Pakan Kurai	567	206	773
2	Aua Tajungkang Tengah Sawah	1.050	267	1.317
<b>Jumlah</b>		<b>1.617</b>	<b>473</b>	<b>2.090</b>

### 3.4.4 Data Untuk Mencari Kebutuhan Pompa

Tabel 3.5. Data Perhitungan Pompa

No	Data	Nilai
1	Panjang pipa	1.110 meter
2	Diameter pipa	150 mm
3	Beda elevasi	13 meter
4	Jenis pipa	GI (130)
5	Debit	13,82 liter/detik
6	Pipa hisap	3 meter
7	Beda tinggi elevasi	13 meter
8	Sisa tekan	5 meter
9	Mayor loses	5,32 meter
10	Minor loses	0,266 meter

*Laporan Bagian Perencana PDAM Tahun 2021*

### 3.5 Pengolahan Data

Untuk pengolahan/perhitungan data penulis menggunakan rumus Hazen Williams untuk mencari debit per masing-masing jalur jaringan distribusi, sedangkan untuk mencari *Head* Pompa penulis menggunakan rumus dari pendidikan di Balai Diklat Air Minum Bekasi.

Dari hasil yang didapat sehingga penulis mengetahui berapa debit aliran pada masing-masing jaringan distribusi di Zona Pelayanan Birugo.

### 3.6 Analisa

Analisa yang dilakukan adalah untuk mengetahui apa faktor yang menyebabkan pendistribusian pada Zona Pelayanan Birugo tidak maksimal, hal ini berkaitan dengan pengolahan/perhitungan data yang penulis buat, sehingga bisa diambil beberapa point yang menunjukkan faktor penyebab permasalahan jaringan distribusi pada pelayanan Zona Birugo.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Debit Pada Jalur Distribusi

Dalam pengolahan data penulis menggunakan rumus Hazen Williams Pers.4.1 dibawah ini

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54} \quad (4.1)$$

1. DN 125 mm GI (Res Birugo – Simpang Budiman)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 130 \times 0,125^{2,63} \times \left( \frac{13}{1.100} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,01382 \text{ m}^3 / \text{det ik} (13,82 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\begin{aligned} \text{Sambungan Rumah} &= 13,82 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan} \\ &= 1.921 \text{ SR} \end{aligned}$$

Pada point ini, jalur distribusi utama mampu melayani  $\pm 1.921$  Sambungan Rumah, dan ini adalah jalur pembawa air dari Reservoir Birugo yang kemudian di bagi ke pipa distribusi lainnya.

2. DN 75 mm PVC ( Simpang Budiman – TPU Gurun Panjang)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 130 \times 0,075^{2,63} \times \left( \frac{10}{1.240} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0027 \text{ m}^3 / \text{det ik} (2,7 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\begin{aligned} \text{Sambungan Rumah} &= 2,7 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan} \\ &= 376 \text{ SR} \end{aligned}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 376$  Sambungan Rumah

- 3 DN 75 mm PVC ( Simpang Budiman – Simpang Mandiingin)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 130 \times 0,075^{2,63} \times \left( \frac{16}{1.970} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0027 m^3 / \text{detik} (2,7 \text{ liter} / \text{detik})$$

$$\begin{aligned} \text{Sambungan Rumah} &= 2,7 \text{ l / detik} \times 139 \text{ Pelanggan} \\ &= 376 \text{ SR} \end{aligned}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 376$  Sambungan Rumah

- 4 DN 75 mm PVC ( Simpang Budiman – Pasar Bawah)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 130 \times 0,075^{2,63} \times \left( \frac{13}{1.131} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0034 m^3 / \text{detik} (3,4 \text{ liter} / \text{detik})$$

$$\begin{aligned} \text{Sambungan Rumah} &= 3,4 \text{ l / detik} \times 139 \text{ Pelanggan} \\ &= 473 \text{ SR} \end{aligned}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 473$  Sambungan Rumah

- 5 DN 50 mm PVC ( Pasar Bawah – Simpang Landbouw)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 130 \times 0,05^{2,63} \times \left( \frac{4}{461} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,00098 m^3 / \text{detik} (0,98 \text{ liter} / \text{detik})$$

$$\begin{aligned} \text{Sambungan Rumah} &= 0,98 \text{ l / detik} \times 139 \text{ Pelanggan} \\ &= 137 \text{ SR} \end{aligned}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 137$  Sambungan Rumah

6 DN 50 mm PVC ( Simpang Madina – Tugu Polwan)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 130 \times 0,05^{2,63} \times \left( \frac{2}{449} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,00068 \text{ m}^3 / \text{det ik} \left( 0,68 \text{ liter} / \text{det ik} \right)$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 0,68 \text{ l / dtk} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 95 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 195$  Sambungan Rumah

Jika dianalisa pada Jalur Utama yang merupakan suplai utama, mampu melayani 1.921 Sambungan rumah, sementara pada jaringan distribusi jika dijumlahkan mampu melayani 1.457 Sambungan Rumah, sehingga masih ada tersisa 464 Sambungan Rumah lagi yang bisa dilayani, tetapi dikarenakan dimensi pipa distribusi yang tidak sesuai sehingga tidak mampu menyalurkan debit secara maksimal.

#### 4.2 Perhitungan Kebutuhan Head Pompa

Persamaan 4.2 dibawah ini :

$$HP = \frac{1000 \times Q \times \sum H}{75 \times n} \quad (4.2)$$

Dimana :

$$n = \text{Koefesien (75\% s/d 80\%)}$$

$$\text{MayorLoses} = L \times S$$

$$\begin{aligned} &= L \times \left( \frac{Q}{0,2785 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \\ &= 1110 \times \left( \frac{0,01382}{0,2785 \times 130 \times 0,150^{2,63}} \right)^{1,85} \\ &= 1110 \times 0,004841 \\ &= 5,32 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Minorloses} &= 5\% \times \text{MayorLoses} \\ &= 5\% \times 5,32\text{meter} \\ &= 0,266\text{meter} \end{aligned}$$

$$\sum H = \text{Mayorloses} + \text{MinorLoses} + \text{SisaTekan} + \text{BedaElevasi} + \text{PipaHisap}$$

$$\sum H = 5,32m + 0,266m + 5m + 13m + 3$$

$$\sum H = 25,586\text{meter}$$

$$HP = \frac{1000 \times Q \times \sum H}{75 \times n}$$

$$HP = \frac{1000 \times 0,01382 \times 26,58}{75 \times (80\%)}$$

$$HP = \frac{367,3356}{60}$$

$$HP = 6,12226$$

$$Kw = 6,12226 \times 0,75$$

$$Kw = 4,59 \rightarrow (5)$$

Pada perhitungan pompa yang membutuhkan Head pompa sebesar 6 HP, maka spek pompa yang dapat diambil untuk membantu permasalahan pada zona pelayanan Birugo ini adalah Pompa Sentrifugal Ebara 5KW dengan Q= 15 liter/detik, dan head 13 meter.

#### 4.3 Perencanaan Dimensi Pipa

1. DN 150 mm HDPE (Res Birugo – Simpang Budiman)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 140 \times 0,150^{2,63} \times \left( \frac{13}{1.100} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,02405 \text{ m}^3 / \text{detik} (24,05 \text{ liter} / \text{detik})$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 24,05 \text{ l / dik} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 3.342 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi utama mampu melayani ±3.342 Sambungan Rumah, dan ini adalah jalur pembawa air dari Reservoir Birugo yang kemudian di bagi ke pipa distribusi lainnya.

2. DN 100 mm HDPE ( Simpang Budiman – TPU Gurun Panjang)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 140 \times 0,1^{2,63} \times \left( \frac{10}{1.240} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0067 \text{ m}^3 / \text{det ik} (6,7 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 6,7 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 940 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani ±940 Sambungan Rumah

3. DN 100 mm HDPE ( Simpang Budiman – Simpang Mandiangin)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 140 \times 0,1^{2,63} \times \left( \frac{16}{1.970} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0067 \text{ m}^3 / \text{det ik} (6,7 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 6,7 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 940 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani ±940 Sambungan Rumah

4. DN 100 mm HDPE ( Simpang Budiman – Pasar Bawah)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 140 \times 0,1^{2,63} \times \left( \frac{13}{1.131} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0082 \text{ m}^3 / \text{det ik} (8,2 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 8,2 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 1.139 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani ±1.139 Sambungan Rumah

5. DN 75 mm HDPE ( Pasar Bawah – Simpang Landbouw)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 140 \times 0,075^{2,63} \times \left( \frac{4}{461} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0033 \text{ m}^3 / \text{det ik} (3,3 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 3,3 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 459 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 459$  Sambungan Rumah

6. DN 75 mm HDPE ( Simpang Madina – Tugu Polwan)

$$Q = 0,2785 \times C \times D^{2,63} \times S^{0,54}$$

$$Q = 0,2785 \times 140 \times 0,075^{2,63} \times \left( \frac{2}{449} \right)^{0,54}$$

$$Q = 0,0019 \text{ m}^3 / \text{det ik} (1,9 \text{ liter} / \text{det ik})$$

$$\text{Sambungan Rumah} = 1,9 \text{ l} / \text{dtk} \times 139 \text{ Pelanggan}$$

$$= 274 \text{ SR}$$

Pada point ini, jalur distribusi mampu melayani  $\pm 274$  Sambungan Rumah

Pada jalur distribusi utama yang sudah dilakukan revitalisaasi yang sebelumnya berdimensi 125 mm di rubah menjadi 150 mm, akan berdampak terhadap debit yang mampu dialirkan, yaitu sebanyak 24,05 liter/detik dan mampu melayani 3.342 Sambungan Rumah

Jika berpatokan dengan jumlah pelanggan Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang saat ini sebanyak 2.090, maka kebutuhan air bersihnya sudah terpenuhi, dan juga perusahaan masih bisa melakukan penambahan jumlah sambungan sebanyak 1.252 lagi, itu sudah dilayani 24 jam sepanjang aliran pelayanan Zona Birugo ini.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat penulis ambil dari pembuatan Skripsi ini adalah :

1. Faktor utama penyebab kurangnya suplai air ke pelanggan adalah dimensi pipa yang tidak *support* terhadap debit yang dibutuhkan oleh pelanggan wilayah pelayanan Zona Birugo dan juga usia pipa yang sudah diatas 30 tahun, membuat pipa distribusi sudah tidak layak untuk di digunakan, karna besar kemungkinan pipa distribusi tersebut sudah banyak keropos, dan mengalami kebocoran yang tidak terdeteksi.
2. Perbedaan elevasi antara Reservoir sumber ke pelayanan yang memiliki kontur yang relatif datar, jadi yang banyak diuntungkan adalah pelanggan terdekat, ditambah adanya pelanggan yang menggunakan pompa yang langsung dipasang setelah watermeter air, sehingga suplai air untuk pelanggan terjauh tidak mendapatkan suplai yang maksimal.
3. Jumlah kapasitas terpasang saat ini masih cukup untuk Daerah Pelayanan Aua Tajung Kang Tengah Sawah dan Pakan Kurai, namun dikarenakan angka kebocoran yang cukup tinggi, tidak semua penduduk bisa ter layani.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat penulis berikan kepada Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi adalah :

1. Untuk jaringan distribusi harus dilakukan pembaruan/revitalisasi dan juga dari ukuran dimensi pipa harus dilakukan *upgrade*, supaya debit yang bisa dialirkan sesuai dengan air yang masuk ke dalam Reservoir Birugo.
2. Jika memang saat ini masih menggunakan jaringan yang ada, sebaiknya menggunakan pompa sentrifugal untuk membantu pendistribusian air, sehingga pelanggan terjauh dapat menikmati air yang kontinuas.

3. Adapun spesifikasi pompa yang dibutuhkan terlihat pada pembahasan di BAB IV yakni 6,12226 HP (Pompa Sentrifugal Ebara 5KW dengan  $Q= 15$  liter/detik, head 13 meter)
4. Untuk masalah pelanggan yang sudah tidak aktif dikarenakan tidak mendapat suplai air, penulis menyarankan untuk melakukan sistim pengaliran buka tutup atau penggiliran, sehingga kedepannya pelanggan yang sudah putus bisa diaktifkan kembali dan juga untuk warga yang belum menjadi pelanggan bisa segera dijadikan pelanggan sehingga dapat menambah pendapatan ke Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Sumarjo, A. A. Arbi, and I. Dirja, "Analisis Dan Perencanaan Kebutuhan Pompa Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Pdam Tirta Tarum Karawang Cabang Telukjambe Sepuluh Tahun Yang Akan Datang," *J. Teknol.*, vol. 9, no. 2, p. 77, 2017, doi: 10.24853/jurtek.9.2.77-82.
- [2] S. Kurtz, K. Ong, E. Lau, F. Mowat, and M. Halpern, "Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030," *J. Bone Jt. Surg.*, vol. 89, no. 4, pp. 780–785, 2007, doi: 10.2106/JBJS.F.00222.
- [3] Agustian, "Tipe Sistem Kendali," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [4] S. Syahrir, M. Selintung, S. Pallu, and A. Thaha, "Studi model efektifitas media pasir kuarsa pada proses filtrasi single medium (studi kasus Sungai Tiroang)," *J. Tek. Sipil*, vol. 23, no. 2, pp. 66–73, 2012.
- [5] I. A. I. Arsiani and G. Sri Darma, "Jurnal Manajemen dan Bisnis," *J. Manaj. dan Bisnis*, vol. 10, no. 2, pp. 48–68, 2013, [Online]. Available: <http://journal.undiknas.ac.id/index.php/magister-manajemen/48>
- [6] J. Willet, K. Wetser, J. E. Dykstra, A. B. Bianchi, G. Oude Essink, and H. H. M. Rijnaarts, "WaterROUTE: A model for cost optimization of industrial water supply networks when using water resources with varying salinity," *Water Res.*, vol. 202, no. June, p. 117390, 2021, doi: 10.1016/j.watres.2021.117390.
- [7] A. Wibowo and N. Togi, "Analisa Dana Penyediaan Air Minum Berdasarkan Aspek Pengembangan," *Semin. Nas. Infrastruktur Berkelanjutan Era Revolusi Ind. 4.0 Tek. Sipil dan Perenc.*, 2018.
- [8] A. Setiyono, "Model Pencarian Diameter Optimum Pada," pp. 885–894, 2021.
- [9] *Suparyanto dan Rosad (2015)*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.
- [10] N. K. Sasmita, M. Zenurianto, and S. Utoyo, "Perencanaan Sistem Air Bersih Pada Pembangunan Tower Premier Apartemen Bess Mansion Surabaya," *J. JOS-MRK*, vol. 2, no. 3, pp. 99–104, 2021, doi: 10.55404/jos-mrk.2021.02.03.99-104.

- [11] D. S. Supardi<sup>1</sup>, Gede Sarya<sup>2</sup>, “Analisa Hidrolis Sistem Distribusi Air Bersih,” vol. 01, no. 01, pp. 11–18, 2014.
- [12] E. C. Bacharoudis, A. E. Filios, M. D. Mentzos, and D. P. Margaritis, “Parametric Study of a Centrifugal Pump Impeller by Varying the Outlet Blade Angle,” *Open Mech. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 75–83, 2008, doi: 10.2174/1874155x00802010075.
- [13] S. Sarwono, “An\_implementation\_of\_ElGamal\_elliptic\_cu.pdf.”

